

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электротехнические, электромеханические и электронные системы автономных объектов

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ**  
**ОБЪЕКТОВ**


<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.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 5; 2 семестр - 3; 3 семестр - 2; всего - 10
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>360 часов</b>
<b>Лекции</b>	1 семестр - 48 часа; 2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 80 часов
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 16 часов; всего - 48 часа
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 18 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 36 часа
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 97,5 часа; 2 семестр - 53,2 часа; 3 семестр - 35,4 часа; всего - 186,1 часа
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	2 семестр - 4 часа; 3 семестр - 4 часа; всего - 8 часов
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	1 семестр - 0,5 часа;
<b>Экзамен</b>	2 семестр - 0,8 часа;
<b>Защита курсовой работы</b>	2 семестр - 0 часов;
<b>Защита курсовой работы</b>	3 семестр - 0 часов;
<b>Зачет с оценкой</b>	3 семестр - 0,6 часа;
	<b>всего - 1,9 часа</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Останин С.Ю.
	Идентификатор	Rb8b8c8f4-OstaniinSY-0fc12b9b

(подпись)


С.Ю. Останин

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)


М.Ю.

Румянцев

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение процесса, особенностей, этапов, методов, способов и средств проектирования и автоматизации проектирования устройств и систем электрооборудования автономных объектов

### Задачи дисциплины

- освоение аналитических и поисковых методов оптимизации и их применения при проектировании электрооборудования автономных объектов;
- освоение графических и экспериментальных методов анализа электромагнитных полей при проектировании электрооборудования автономных объектов;
- освоение математических методов моделирования электромагнитных полей и их применения при проектировании электрооборудования автономных объектов;
- приобретение навыков принятия и обоснования проектных решений в области электрооборудования автономных объектов;
- формирование навыков освоения и обоснованного применения систем автоматизированного проектирования (САПР), средств поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов;
- изучение систем охлаждения электрооборудования автономных объектов, их назначения, основных требований к ним, их особенностей, классификации;
- изучение основных видов охлаждения электрооборудования автономных объектов: естественного охлаждения; воздушного охлаждения самовентиляцией; конвективной системы охлаждения путём продува встречным потоком заборного воздуха; жидкостных конвективных систем охлаждения;
- обучение синтезу схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом;
- обучение синтезу схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя;
- обучение выбору электродвигателя как одного из базовых элементов систем электрооборудования 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-1 Способен выбирать оптимальные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи, составлять и оформлять техническую документацию	ИД-1ПК-1 Знает и умеет выбирать критерии оптимальности показателей качества объекта проектирования	знать: - базовые известные технические решения в области основных типов активных материалов, компонентов, элементов, конструкций и структур устройств и систем электрооборудования автономных объектов, в том числе: летательных аппаратов, автомобилей и тракторов, электрического транспорта.  уметь: - формировать вектор параметров оптимизации, по возможности, небольшой размерности, обеспечивая их взаимную независимость; управляемость, возможность изменяться, однозначность определения вектора рабочих показателей объекта проектирования, полностью

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>характеризующих конкретный вариант проекта, выбирать критерий оптимальности, правильно отражающий существо решаемой задачи и в значительной степени зависящий от параметров оптимизации;</p> <p>- конкретизировать облик и параметры проектируемого объекта; определять состав и взаимосвязи элементов объекта, конкретизировать технические решения, определяющие вариант проекта, исследовать свойства синтезированного варианта проекта с применением абстрактных и (или) физических моделей и САПР, выбирать вариант проекта из имеющихся альтернативных вариантов по результатам анализа с учётом требований технического задания.</p>
<p>ПК-1 Способен выбирать оптимальные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи, составлять и оформлять техническую документацию</p>	<p>ИД-2ПК-1 Умеет проводить многокритериальную оценку качества проектных решений</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологию и особенности проведения проектных процедур, направленных на последовательное итерационное получение промежуточного или окончательного описания объекта проектирования, необходимого и достаточного для продолжения или окончания проектирования, описания объекта, принципиально выполняющего требуемые функции, описание объекта, наилучшим образом выполняющего требуемые функции или наилучшим образом отвечающее требованиям технического задания на проектирование.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять однокритериальную и многокритериальную оптимизацию проектных решений, рассматриваемую как целевую установку в рамках сформулированной проектной задачи, на различных этапах проектирования элементов и систем электроэнергетического и электротехнического оборудования автономных объектов.</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
<p>ПК-1 Способен выбирать оптимальные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи, составлять и оформлять техническую документацию</p>	<p>ИД-ЗПК-1 Владеет методами расчёта и проектирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила чтения, оформления и использования технической документации, формирования комплекта сопроводительной документации и их особенности применительно к устройствам и системам электрооборудования автономных объектов, в том числе летательных аппаратов, автомобилей и тракторов, электрического транспорта.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать и использовать в процессе проектирования современные, оптимальные для соответствующего класса устройств или систем электрооборудования автономных объектов, методы и средства исследования, в том числе, САПР.</li> </ul>
<p>ПК-2 Способен формулировать цели и задачи исследования объектов профессиональной деятельности, применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты исследования</p>	<p>ИД-бПК-2 Знает и умеет формулировать цели исследования объекта проектирования</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типовые объекты проектирования, объекты с известной структурой, но заранее неизвестной элементной базой, объекты проектирования с заранее неизвестной структурой, но известной элементной базой, объекты для выполнения существенно новых функций в области электрооборудования автономных объектов, в том числе: летательных аппаратов, автомобилей и тракторов, электрического транспорта.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать цели проектирования для типовых объектов, для объектов с известной структурой, но заранее неизвестной элементной базой, объектов проектирования с заранее неизвестной структурой, но известной элементной базой, объектов для выполнения существенно новых функций, ставить формализуемые, трудноформализуемые и неформализуемые задачи для достижения поставленных целей исследования в процессе проектирования.</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен формулировать цели и задачи исследования объектов профессиональной деятельности, применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты исследования	ИД-7 <sub>ПК-2</sub> Знает и умеет формулировать задачи, необходимые и достаточные для наиболее полного исследования объекта проектирования в рамках имеющихся ресурсов и ограничений	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы и средства исследования базовых устройств и систем электрооборудования автономных объектов, включая САПР, особенности применения, ограничения использования, преимущества, недостатки различных методов и средств исследования;</li> <li>- современную классификацию устройств и систем электрооборудования автономных объектов, в том числе: летательных аппаратов, автомобилей и тракторов, электрического транспорта, методы и средства систематизации, обработки, оценки и представления результатов расчётно-теоретических и экспериментальных исследований, проводимых в процессе проектирования базовых устройств и систем электрооборудования автономных объектов.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классифицировать, систематизировать, обрабатывать, оценивать и представлять результаты расчётно-теоретических и экспериментальных исследований, проводимых в процессе проектирования базовых устройств и систем электрооборудования автономных объектов.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехнические, электромеханические и электронные системы автономных объектов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин
- знать виды электрических машин и их основные характеристики
- знать эксплуатационные требования к различным видам электрических машин
- знать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических и магнитных цепей
- знать режимы работы и параметры электрических машин и способы их расчета, схемы включения электрических машин

- знать основные характеристики электромеханических, виброакустических и тепловых процессов в электрических машинах
- знать основные источники научно-технической информации по электротехническим материалам
- знать материалы, применяемые в электротехнических устройствах
- знать основы обеспечения безопасности жизнедеятельности
- знать назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока
- знать математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов
- уметь применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин
- уметь формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой
- уметь анализировать научно-техническую информацию, участвовать в исследовании электрических машин
- уметь использовать информационные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики, в своей предметной области
- уметь применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
- уметь самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи
- уметь использовать инструкции, описания, технические паспорта о работе устройств и установок
- уметь использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов
- уметь анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов

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 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ 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	Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов	8	1	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [12], 9-96</p>	
1.1	Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов	8		2	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-
2	САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений	8		2	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-

	при проектировании электрооборудования автономных объектов												решений при проектировании электрооборудования автономных объектов" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [8], 9-80
2.1	САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
3	Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>
3.1	Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Изучение материалов по разделу Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании

													электрооборудования автономных объектов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [10], 7-44
4	Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов	9	3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу
4.1	Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов	9	3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования

													автономных объектов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 9-42
5	Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов	9	3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов
5.1	Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов	9	3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	Изучение материалов по разделу Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 43-98 [6], 5-30
6	Применение объектно-независимых (инвариантных) методов и программ расчёта полей для проектирования	9	3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Применение объектно-независимых (инвариантных) методов и программ расчёта полей для проектирования электрооборудовании автономных объектов" подготовка к выполнению заданий на





													Конвективная система охлаждения путём продува встречным потоком заборного воздуха" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [9], 97-126
9	Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов	9	3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов"
9.1	Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов	9	3	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [9], 133-182
10	Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом"
10.1	Синтез схем с релейно-контакторной	14	4	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>

	системой управления электроприводом													<p>Повторение материала по разделу "Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 227-288</p>
11	Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя	27	10	-	6	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя"</p>	
11.1	Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя	27	10	-	6	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [12], 209-242</p>	

12	Выбор электродвигателя	27		10	-	6	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Выбор электродвигателя"
12.1	Выбор электродвигателя	27		10	-	6	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Выбор электродвигателя и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Выбор электродвигателя" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Выбор электродвигателя" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [7], 9-52
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		48	-	32	-	2	-	-	0.5	64	33.5	
	Итого за семестр	180.0		48	-	32	2	-	-	0.5	97.5			
13	Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью	6	2	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью"
13.1	Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>

	электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью												Изучение материалов по разделу Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], 7-96
14	Основные этапы проектирования СЭС	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные этапы проектирования СЭС"
14.1	Основные этапы проектирования СЭС	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное

														<p>решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основные этапы проектирования СЭС и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные этапы проектирования СЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные этапы проектирования СЭС"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 25-84</p>
15	Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС"</p>	
15.1	Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b></p>	

														Изучение материала по разделу "Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [11], 9-72
16	Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>	
16.1	Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	Изучение материала по разделу "Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА" <b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы	





													и распределения электроэнергии" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 207-248
19	Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети" <b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 263-292
19.1	Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети" <b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 263-292
20	Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную	6.7	2	-	2	-	-	-	-	-	2.7	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность,

	способность, чувствительность и селективность срабатывания												чувствительность и селективность срабатывания" <b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 325-362
20.1	Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания	6.7	2	-	2	-	-	-	-	-	2.7	-	
	Экзамен	36.3	-	-	-	-	2	-	-	0.8	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	20	-	-	-	16	-	4	-	-	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>19.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>53.2</b>		

21	Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)	13	3	4	-	-	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)"</p> <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [13], 11-28</p>	
21.1	Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)	13		4	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	
22	Этапы НИОКР	13		4	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Этапы НИОКР"</p> <p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей:</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b></p>
22.1	Этапы НИОКР	13		4	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	

													Изучение материалов по разделу Этапы НИОКР и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Этапы НИОКР" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [14], 9-54
23	Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР	13	4	-	-	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР"
23.1	Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР	13	4	-	-	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [14], 97-148
24	Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий	12.4	4	-	-	-	-	-	-	-	8.4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий"
24.1	Основные документы,	12.4	4	-	-	-	-	-	-	-	8.4	-	<b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой

регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий													проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [13], 47-74
Зачет с оценкой	0.6		-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	
Курсовая работа (КР)	20		-	-	-	16	-	4	-	-	-	-	
<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>		<b>16</b>	-	-	<b>16</b>	-	<b>4</b>	-	<b>0.6</b>	<b>35.4</b>	-	
<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>		<b>16</b>	-	-	<b>16</b>		<b>4</b>		<b>0.6</b>	<b>35.4</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>360.0</b>	-	<b>80</b>	-	<b>48</b>	<b>36</b>		<b>8</b>		<b>1.9</b>	<b>186.1</b>		

**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. Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов

#### 1.1. Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов

Проектирование и его место в жизненном цикле электрооборудования автономных объектов. Классификация объектов и задач проектирования электрооборудования автономных объектов. Базовые подходы к проектированию. Локально неразрешимые задачи. Основные понятия проектирования. Основные проектные операции и их взаимосвязи. Стадии и этапы проектирования. Содержание основных работ на стадиях и этапах проектирования применительно к электрооборудованию автономных объектов. Общее понятие о моделировании. Классификация моделей. Способы выполнения и направления развития проектных работ. Предпосылки и цели автоматизации проектирования. Особенности проектирования электрооборудования автономных объектов..

### 2. САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов

#### 2.1. САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов

Понятие о САПР и определение САПР. Комплекс средств автоматизации проектирования и его структура. Методическое, программное, техническое, информационное и организационное обеспечение процесса проектирования, автоматизации проектирования и САПР. Основные структурные единицы САПР. Примеры современных САПР. Особенности задач поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов. Взаимосвязи основных проектных процедур в процессе получения проектных решений. Постановка задачи поиска и оптимизации проектных решений. Ограничения на параметры и решение задачи оптимизации. Критерий оптимальности. Геометрическая интерпретация задач поиска и оптимизации проектных решений..

### 3. Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов

#### 3.1. Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов

Характеристика этапов проектирования электрооборудования автономных объектов. Аналоги и прототипы объектов проектирования. Основные и неосновные показатели. Процедура поиска аналогов. Преобразование аналогов. Получение проектных решений. Характеристика и классификация аналитических и поисковых методов оптимизации. Основные требования к методам оптимизации и характеристика оптимизации электрооборудования автономных объектов методами пассивного поиска. Метод сканирования. Метод статистических испытаний. Метод Лямбда-Пи-тау-поиска. Характеристика оптимизации электрооборудования автономных объектов методами направленного поиска. Метод градиента. Метод случайного поиска. Метод покоординатного поиска..

### 4. Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов

#### 4.1. Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов

Графические методы анализа электромагнитных полей. Графические методы, базирующиеся на свойствах линий равного потенциала и силовых линий. Графические методы, базирующиеся на решении уравнений Лапласа в конечных разностях. Метод построения картины плоскопараллельного поля. Метод ожидаемых путей. Экспериментальные методы анализа электромагнитных полей. Методы непосредственного измерения потенциалов и значений напряжённости поля. Методы построения картины поля в области реальных полей посредством металлических стрелок, штырей и других видов зондов. Методы моделирования одних полей другими с помощью электролитических (электрических) ванн, заполненных жидкими электролитами, и проводящих резиновых листов..

### 5. Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов

#### 5.1. Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов

Математические методы моделирования электромагнитных полей и характеристика основных из них. Аналитические математические методы. Метод конформных преобразований. Метод изображений. Метод разделения переменных. Численные математические методы. Метод конечных элементов. Метод интегральных уравнений (вторичных источников). Метод сеток. Метод конечных разностей. Методы интегрирования. Подход к составлению схемы эквивалентной магнитной цепи. Неавтоматизированная и автоматизированная дискретизация магнитной системы. Автоматическая и адаптивная дискретизация при применении метода конечных элементов. Последовательность расчёта поля методом конечных элементов. Местная (симплексная) система координат..

### 6. Применение объектно-независимых (инвариантных) методов и программ расчёта полей для проектирования электрооборудования автономных объектов

#### 6.1. Применение объектно-независимых (инвариантных) методов и программ расчёта полей для проектирования электрооборудования автономных объектов

Применение объектно-независимых (инвариантных) методов и программ Quick Field, Elcut, Ansys, Maxwell расчёта полей для исследования электромагнитных, тепловых и механических процессов. Основные этапы расчёта полей с помощью объектно-независимых (инвариантных) программ на ЭВМ. Ввод в программу на ЭВМ конструкции рассчитываемого устройства. Использование чертежей устройств в электронном виде, выполненных в системах автоматизированного конструирования, например AutoCAD. Воспроизведение в программе на ЭВМ конструкции устройства в виде расчётной схемы. Задание свойств и характеристик материалов, из которых изготовлены элементы устройств, в программе на ЭВМ. Способы аппроксимации свойств и характеристик материалов элементов электрооборудования для расчёта по программе..

### 7. Системы охлаждения электрооборудования автономных объектов – назначение, основные требования, особенности, классификация. Естественное охлаждение

#### 7.1. Системы охлаждения электрооборудования автономных объектов – назначение, основные требования, особенности, классификация. Естественное охлаждение

Понятие о системе охлаждения. Хладоагенты. Требования к конструкциям электрооборудования автономных объектов, обусловленные охлаждением. Основные этапы

развития систем охлаждения. Основные принципы реализации современных систем охлаждения. Направления интенсификации охлаждения устройств. Основные особенности и требования к конструкции с позиций обеспечения эффективности применяемой системы охлаждения. Ограничения при разработке систем охлаждения для электрооборудования разных видов автономных объектов. Естественное охлаждение электрооборудования автономных объектов, его виды и особенности. Мероприятия, проводимые при реализации естественного охлаждения. Типовые конструкции систем естественного охлаждения..

#### 8. Воздушное охлаждение самовентиляцией. Конвективная система охлаждения путём продува встречным потоком забортного воздуха

8.1. Воздушное охлаждение самовентиляцией. Конвективная система охлаждения путём продува встречным потоком забортного воздуха

Виды электрооборудования автономных объектов, для которых применяется воздушное охлаждение самовентиляцией. Примеры реализации воздушного охлаждения самовентиляцией. Объём, занимаемый электрооборудованием, при использовании самовентиляции. Соотношение расхода мощности на самовентиляцию и мощности охлаждаемого устройства. Проблемы эффективного использования самовентиляции. Виды электрооборудования автономных объектов, для которых применяется охлаждение путём продува встречным потоком забортного воздуха. Примеры реализации конвективной системы охлаждения путём продува. Способы интенсификации процессов охлаждения при продуве. Пути расширения области применения для систем охлаждения продувом..

#### 9. Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов

9.1. Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов

Причины появления принудительных жидкостных конвективных систем для охлаждения электрооборудования автономных объектов. Их основные виды. Виды жидкостных хладагентов. Проблемы применения жидкостных конвективных систем охлаждения для электрооборудования автономных объектов. Полосная и канальная схемы циркуляционной жидкостной системы охлаждения. Их достоинства и недостатки. Струйное или распылительное масляное охлаждение. Его достоинства и недостатки. Примеры реализации жидкостных конвективных систем охлаждения. Реализация замкнутой системы циркуляции хладагента с фильтрацией. Применение новых конструкционных материалов в электрооборудовании автономных объектов для реализации масляного охлаждения..

#### 10. Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом

10.1. Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом

Элементы релейно-контакторной системы управления электроприводом и их изображение на принципиальной схеме. Схемы пуска двигателей с помощью релейно-контакторной системы управления. Способы управления контакторами при пуске. Схемы электрического торможения двигателями. Принцип работы. Схемы реверсирования двигателями. Принцип работы..

#### 11. Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя

11.1. Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя

Частотное управление электроприводами. Закон регулирования скорости вращения асинхронного электропривода. Принципы построения схем частотно-управляемых асинхронных электроприводов, выполненных по разомкнутой схеме. Принципы построения схем частотно-управляемых асинхронных электроприводов, выполненных по замкнутой схеме. Преобразователи частоты в составе частотно-управляемых асинхронных электроприводов. Векторное управление асинхронным электроприводом. Принципы построения схем асинхронных электроприводов при векторном управлении..

## 12. Выбор электродвигателя

### 12.1. Выбор электродвигателя

Факторы, учитываемые при выборе двигателя. Выбор типа двигателя и способа возбуждения двигателя. Выбор электродвигателя по номинальной мощности. Пересчёт номинальной мощности двигателя при его использовании в других условиях и режимах. Проверка двигателя на нагрев в продолжительном режиме. Допустимая температура двигателя. Проверка на нагрев двигателя при кратковременной и повторно-кратковременной нагрузке. Коэффициент термической перегрузки. Тепловая постоянная времени. Факторы, определяющие тепловую постоянную времени. Влияние тепловой постоянной времени на температуру двигателя. Особенности нагрева электропривода на ЛА (в высотных условиях). Допустимое число включений асинхронных двигателей с короткозамкнутой обмоткой..

## 13. Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью

13.1. Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью

Параметры электрической энергии, используемой на борту авиационных и космических аппаратов. Классификация приемников электроэнергии по параметрам потребляемой электроэнергии. Авиационные генераторы постоянного и переменного тока, стартер-генераторы, привод-генераторные агрегаты, статические и электромашинные преобразователи, аккумуляторные батареи, вспомогательные силовые установки: эксплуатационные диапазоны, энергетические и удельные характеристики..

## 14. Основные этапы проектирования СЭС

### 14.1. Основные этапы проектирования СЭС

Структура СЭС и краткая характеристика её элементов. Этапы проектирования СЭС: постановка задачи, синтез и анализ вариантов, выбор лучшего варианта. Основные требования к структуре проектируемой СЭС. Основные показатели качества СЭС и критерии их оценки. Параметрическая и структурная оптимизация СЭС, пример формирования структурной матрицы возможных путей преобразования электроэнергии и получения на её основе возможных вариантов структур. Понятие о циклограмме нагрузок и процедуре её формирования. Определение среднеквадратичного значения мощности потребителей электроэнергии, системы генерирования и источников питания. Предварительная оценка структурной надёжности СЭС. Анализ вариантов структур, составляющих множество Парето при оптимизации системы по критериям конструктивной массы и структурной надёжности. Достоинства и недостатки СЭС постоянного и переменного тока..

## 15. Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС

### 15.1. Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС

Источники и преобразователи электроэнергии, относящиеся к аварийным. Формирование циклограммы аварийных нагрузок и определение на её основе ёмкости аккумуляторной батареи (АБ). Основные требования к структуре СЭС. Анализ работы СЭС при нормальном, частичном и аварийном режимах работы..

## 16. Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА

### 16.1. Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА

Особенности функционирования СЭС в условиях космического вакуума и невесомости. Области предпочтительного применения энергоустановок КА. Структура и конструкция солнечной батареи (СБ) как основного источника электроэнергии, наиболее оптимального для КА, функционирующих на околоземных орбитах и в близком космосе. Элементная база буферных источников космического назначения, их достоинства и недостатки..

## 17. Общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА, определение основных параметров первичного и буферного источников электроэнергии

### 17.1. Общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА, определение основных параметров первичного и буферного источников электроэнергии

Возможные режимы работы совместной работы первичного и буферного источников электроэнергии. Общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА, достоинства и недостатки буферных и регулируемых СЭС параллельного, последовательного и параллельно-последовательного типов. Анализ потоков мощности в СЭС при совместной работе первичного и буферного источников. Определение средней потребляемой мощности источников и ёмкости аккумуляторной батареи. Расчёт циклограммы изменения ёмкости и напряжения АБ в процессе орбитального полета. Конструирование СБ из элементов фотоэлектрических преобразователей..

## 18. Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии

### 18.1. Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии

Элементная база системы передачи и распределения электроэнергии (СПРЭ): марки используемых проводов, аппаратов защиты и коммутационных устройств – классификация, эксплуатационные диапазоны, удельные характеристики..

## 19. Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети

### 19.1. Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети

Требования, предъявляемые к СПРЭ, классификация сети. Виды расчёта сети: тепловые, электрические и специальные. Ограничения, накладываемые при расчёте сети. Проверка проводов на перегрев и допустимую потерю напряжения. Расчёт разомкнутой сети с сосредоточенной и распределённой нагрузкой, разомкнутой сети произвольной конфигурации. Методы расчёта замкнутых сетей. Особенности расчёта сети на минимум конструктивной и полётной массы. Специфика расчёта сетей переменного тока. Выбор аппаратов защиты и коммутационной аппаратуры..

## 20. Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания

20.1. Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания

Методы расчёта токов короткого замыкания в установившемся и переходном режимах в сетях постоянного и переменного тока. Характеристика режимов и видов короткого замыкания. Определение элементов схем замещения. Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам короткого замыкания, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания..

### 21. Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)

21.1. Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)

Виды НИОКР. Цели и задачи НИОКР. Фундаментальные, поисковые и прикладные научные исследования. Опытно-конструкторские работы. Роль НИОКР в современном бизнесе. Виды НИОКР, выполняемых в НИУ «МЭИ»..

### 22. Этапы НИОКР

22.1. Этапы НИОКР

Этапы выполнения НИОКР. Цель и задачи основных этапов НИОКР. Состав и функциональные особенности научно-технических кадров. Исходные данные и результаты каждого этапа. Отчетная документация. Методы оценки научно-технической результативности НИР. Экономические аспекты выполнения НИОКР. Отличие НИОКР, связанных с общепромышленными отраслями, и военным назначением..

### 23. Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР

23.1. Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР

Основные документы и ГОСТы, регламентирующие выполнение НИОКР. Техническое предложение. Эскизный и технический проект. Цель и задачи. Перечень выполняемых работ. Содержание пояснительной записки. Разработка рабочей конструкторской, программной и технологической документации. Основные требования ЕСКД..

### 24. Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий

24.1. Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий

Изготовление и проведение испытаний опытного образца. Задачи сопровождения изготовления опытного образца. Виды испытаний. Программа и методика испытаний. Отработка результатов испытаний. Утверждение рабочей конструкторской документации для организации промышленного (серийного) производства изделий. Разработка эксплуатационной документации. Технические условия, руководство по эксплуатации, паспорт. Сертификация продукции. Утилизация продукции..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Центральное место проектирования в жизненном цикле технических устройств и систем. Примеры объектов и задач проектирования электрооборудования автономных объектов. Методы дедукции и индукции. Примеры локально неразрешимых задач. Соотношение и взаимосвязи стадий и этапов проектирования. Физические и математические модели;
2. 18. Элементная база системы передачи и распределения электроэнергии (СПРЭ): марки используемых проводов, аппаратов защиты и коммутационных устройств – классификация, эксплуатационные диапазоны, удельные характеристики;

3. 17. Анализ работы СЭС самолета при нормальном, частичном и аварийном режимах работы;
4. 16. Элементная база основных и буферных источников космического назначения, их достоинства и недостатки;
5. 15. Элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью;
6. 14. Параметрическая и структурная оптимизация СЭС, пример формирования структурной матрицы возможных путей преобразования электроэнергии и получения на её основе возможных вариантов структур;
7. 13. Бортовое оборудование ЛА как потребитель электроэнергии. Классификация приемников электроэнергии по параметрам потребляемой электроэнергии. Типовое энергопотребление основными группами бортового оборудования самолетами различного назначения. Типовой состав потребителей электроэнергии космического аппарата;
8. 12. Анализ влияния различных факторов на выбор электродвигателя;
9. 11. Построение схем частотно-управляемых асинхронных электроприводов и особенности их управления;
10. 10. Построение релейно-контакторных схем в регулируемом электроприводе и их управление;
11. 9. Примеры конструкций основных видов принудительных жидкостных конвективных систем для охлаждения электрооборудования автономных объектов и жидкостных хладагентов. Варианты реализации замкнутой системы циркуляции хладагента с фильтрацией. Применение новых конструкционных материалов для реализации масляного охлаждения;
12. 8. Примеры реализации систем воздушного охлаждения самовентиляцией. Соотношение расхода мощности на самовентиляцию и мощности охлаждаемого устройства. Проблемы эффективного использования самовентиляции в электрооборудовании автономных объектов;
13. 7. Требования к конструкциям электрооборудования автономных объектов, обусловленные охлаждением, и хладагентам. Мероприятия, проводимые при реализации естественного охлаждения электрооборудования. Типовые конструкции систем естественного охлаждения;
14. 6. Обзор и сравнительный анализ объектно-независимых (инвариантных) методов и программ Quick Field, Elcut, Ansys, Maxwell расчёта полей для исследования электромагнитных, тепловых и механических процессов. Формирование расчётной схемы устройства на основе его конструкции. Задание свойств и характеристик материалов элементов электрооборудования автономных объектов;
15. 5. Примеры и области применения аналитических и численных математических методов моделирования электромагнитных полей при проектировании электрооборудования автономных объектов. Пример составления схемы эквивалентной магнитной цепи;
16. 4. Примеры и области применения графических и экспериментальных методов анализа электромагнитных полей при проектировании электрооборудования автономных объектов. Сравнение, достоинства и недостатки графических и экспериментальных методов;
17. 3. Аналоги и прототипы элементов электрооборудования автономных объектов. Особенности аналитических и поисковых методов оптимизации. Применение методов пассивного поиска. Особенности одноэтапных и многоэтапных методов направленного поиска. Применение однокритериальной и многокритериальной оптимизации при проектировании;
18. 2. Особенности методического, программного, технического, информационного и организационного обеспечения процесса проектирования, автоматизации

проектирования и САПР электрооборудования автономных объектов. Примеры современных САПР;

19. 19. Расчёт разомкнутой сети с сосредоточенной и распределённой нагрузкой, разомкнутой сети произвольной конфигурации. Методы расчёта замкнутых сетей;

20. 20. Методы расчёта токов короткого замыкания в установившемся и переходном режимах в сетях постоянного и переменного тока.

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### *Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)*

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основные этапы проектирования СЭС"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА, определение основных параметров первичного и буферного источников электроэнергии"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети"
8. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания"

9. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)"
10. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Этапы НИОКР"
11. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР"
12. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий"

*Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Применение объектно-независимых (инвариантных) методов и программ расчёта полей для проектирования электрооборудования автономных объектов"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы охлаждения электрооборудования автономных объектов – назначение, основные требования, особенности, классификация. Естественное охлаждение"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Воздушное охлаждение самовентиляцией. Конвективная система охлаждения путём продува встречным потоком заборного воздуха"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом"
11. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя"
12. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выбор электродвигателя"
13. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью"
14. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные этапы проектирования СЭС"

15. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС"
16. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА"
17. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА, определение основных параметров первичного и буферного источников электроэнергии"
18. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии"
19. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети"
20. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания"
21. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)"
22. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Этапы НИОКР"
23. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР"
24. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью"
2. Консультации проводятся по разделу "Основные этапы проектирования СЭС"
3. Консультации проводятся по разделу "Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС"
4. Консультации проводятся по разделу "Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА"
5. Консультации проводятся по разделу "Общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА, определение основных параметров первичного и буферного источников электроэнергии"
6. Консультации проводятся по разделу "Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии"
7. Консультации проводятся по разделу "Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети"
8. Консультации проводятся по разделу "Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания"
9. Консультации проводятся по разделу "Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)"
10. Консультации проводятся по разделу "Этапы НИОКР"
11. Консультации проводятся по разделу "Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР"
12. Консультации проводятся по разделу "Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Применение объектно-независимых (инвариантных) методов и программ расчёта полей для проектирования электрооборудования автономных объектов"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы охлаждения электрооборудования автономных объектов – назначение, основные требования, особенности, классификация. Естественное охлаждение"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Воздушное охлаждение самовентиляцией. Конвективная система охлаждения путём продува встречным потоком забортного воздуха"
9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов"
10. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом"
11. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя"
12. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Выбор электродвигателя"
13. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью"
14. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные этапы проектирования СЭС"
15. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС"

16. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА"
17. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА, определение основных параметров первичного и буферного источников электроэнергии"
18. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии"
19. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети"
20. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания"
21. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)"
22. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Этапы НИОКР"
23. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР"
24. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 2 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Курсовой проект посвящён проектированию системы электроснабжения космического аппарата с потребителями различной мощности на базе комбинированной энергетической установки, включающей в свой состав основной источник – солнечную батарею и буферный источник – аккумуляторную батарею. Варианты объединения источников электроэнергии и потребителей: структурная схема параллельного типа; структурная схема последовательного типа

- Вторая часть проекта посвящена расчету сети смешанного типа, включающей в свой состав разомкнутую и замкнутую сеть КА на минимум полетной массы

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 2	3 - 7	8 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	20	70	-
Выполненный объем нарастающим	10	30	100	-

итогом, %				
-----------	--	--	--	--

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Получение задания и его анализ
2	Выполнение начальной части
3	Выполнение проекта и оформление расчётно-пояснительной записки

### 3 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Отчетная документация на НИОКР
- Методы оценки научно-технической результативности НИР

#### График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 2	3 - 7	8 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2, 3	1, 2, 3	1, 2, 3	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	20	70	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	30	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Получение задания и его анализ
2	Выполнение начальной части
3	Выполнение проекта и оформление расчётно-пояснительной записки



																						элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии
методологию и особенности проведения проектных процедур, направленных на последовательное итерационное получение промежуточного или окончательного описания объекта проектирования, необходимого и достаточного для продолжения или окончания проектирования, описания объекта, принципиально выполняющего требуемые функции, описание объекта, наилучшим образом	ИД-2ПК-1	+	+			+	+															Контрольная работа/Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов  Контрольная работа/Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов. САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов



<p>объекты проектирования, объекты с известной структурой, но заранее неизвестной элементной базой, объекты проектирования с заранее неизвестной структурой, но известной элементной базой, объекты для выполнения существенно новых функций в области электрооборудования автономных объектов, в том числе: летательных аппаратов, автомобилей и тракторов, электрического транспорта</p>																																				<p>работа/Основные этапы проектирования СЭС и основные требования к структуре СЭС</p> <p>Контрольная работа/Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА</p> <p>Контрольная работа/Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии</p>
<p>современные методы и средства исследования базовых устройств</p>	ИД-7ПК-2		+	+	+	+																														<p>Контрольная работа/Аналитические и поисковые методы</p>

<p>и систем электрооборудования автономных объектов, включая САПР, особенности применения, ограничения использования, преимущества, недостатки различных методов и средств исследования</p>																																							<p>оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов</p> <p>Контрольная работа/Графическое, экспериментальные и математические методы анализа и моделирования электромагнитных полей, объектно-независимые (инвариантные) методы и средства в проектировании электрооборудования автономных объектов.</p> <p>Системы охлаждения электрооборудования автономных объектов</p> <p>Контрольная работа/Основные определения и особенности</p>
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---



<p>проводимых в процессе проектирования базовых устройств и систем электрооборудования автономных объектов</p>																																<p>формирования структурных схем СЭС КА</p> <p>Контрольная работа/Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии</p>
<p><b>Уметь:</b></p>																																
<p>конкретизировать облик и параметры проектируемого объекта; определять состав и взаимосвязи элементов объекта, конкретизировать технические решения, определяющие вариант проекта, исследовать свойства синтезированного варианта проекта с применением</p>	<p>ИД-1ПК-1</p>																															<p>Контрольная работа/Синтез схем регулируемого асинхронного двигателя при частотном и векторном управлении</p> <p>Контрольная работа/Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом</p>

<p>абстрактных и (или) физических моделей и САПР, выбирать вариант проекта из имеющихся альтернативных вариантов по результатам анализа с учётом требований технического задания</p>																																						
<p>формировать вектор параметров оптимизации, по возможности, небольшой размерности, обеспечивая их взаимную независимость; управляемость, возможность изменяться, однозначность определения вектора рабочих показателей объекта проектирования, полностью характеризующих</p>	<p>ИД-1ПК-1</p>																																					<p>Контрольная работа/Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА</p> <p>Контрольная работа/Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА, элементная база авиационной системы</p>

<p>конкретный вариант проекта, выбирать критерий оптимальности, правильно отражающий существо решаемой задачи и в значительной степени зависящий от параметров оптимизации</p>																																							
<p>осуществлять однокритериальную и многокритериальную оптимизацию проектных решений, рассматриваемую как целевую установку в рамках сформулированной проектной задачи, на различных этапах проектирования элементов и систем электроэнергетического и электротехнического оборудования автономных</p>	ИД-2ПК-1	+	+	+																																			

объектов																																					
<p>выбирать и использовать в процессе проектирования современные, оптимальные для соответствующего класса устройств или систем электрооборудования автономных объектов, методы и средства исследования, в том числе, САПР</p>	ИД-3ПК-1			+		+	+																											<p>Контрольная работа/Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов</p> <p>Контрольная работа/Графическое, экспериментальные и математические методы анализа и моделирования электромагнитных полей, объектно-независимые (инвариантные) методы и средства в проектировании электрооборудования автономных объектов.</p> <p>Системы охлаждения электрооборудования автономных</p>			

<p>формулировать цели проектирования для типовых объектов, для объектов с известной структурой, но заранее неизвестной элементной базой, объектов проектирования с заранее неизвестной структурой, но известной элементной базой, объектов для выполнения существенно новых функций, ставить формализуемые, трудноформализуемые и неформализуемые задачи для достижения поставленных целей исследования в</p>	ИД-бПК-2																																						<p>объектов</p> <p>Контрольная работа/Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов. САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов</p> <p>Контрольная работа/Синтез схем регулируемого асинхронного двигателя при частотном и векторном управлении</p> <p>Контрольная работа/Синтез схем с релейно-контакторной системой управления</p>
---	----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



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

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

###### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов (Контрольная работа)
2. Графические, экспериментальные и математические методы анализа и моделирования электромагнитных полей, объектно-независимые (инвариантные) методы и средства в проектировании электрооборудования автономных объектов. Системы охлаждения электрооборудования автономных объектов (Контрольная работа)
3. Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов. САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов (Контрольная работа)
4. Синтез схем регулируемого асинхронного двигателя при частотном и векторном управлении (Контрольная работа)
5. Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом (Контрольная работа)

###### **2 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии, особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети, проверка аппаратов защиты (Контрольная работа)
2. Основные этапы проектирования СЭС и основные требования к структуре СЭС (Контрольная работа)
3. Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА (Контрольная работа)
4. Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии (Контрольная работа)

###### **3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Виды НИОКР (Контрольная работа)
2. Основные документы, регламентирующие выполнение НИР (Контрольная работа)
3. Основные документы, регламентирующие выполнение ОКР (Контрольная работа)
4. Этапы НИОКР (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

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

Экзамен (Семестр №1)

Оценка за освоение дисциплины определяется с учётом семестровой составляющей, формируемой из оценок, полученных при текущем контроле с весовыми коэффициентами, указанными в БАРС-структуре дисциплины, и экзаменационной составляющей, полученной за экзамен. В приложение к диплому выносится оценка за 2 семестр.

### Экзамен (Семестр №2)

Оценка за освоение дисциплины определяется с учётом семестровой составляющей, формируемой из оценок, полученных при текущем контроле с весовыми коэффициентами, указанными в БАРС-структуре дисциплины, и экзаменационной составляющей, полученной за экзамен. В приложение к диплому выносится оценка за 2 семестр.

### Курсовая работа (КР) (Семестр №2)

Оценка за курсовой проект определяется с учётом семестровой составляющей, формируемой из оценок, полученных при текущем контроле с весовыми коэффициентами, указанными в БАРС-структуре дисциплины, и оценки, полученной на защите курсового проекта.

### Зачет с оценкой (Семестр №3)

Оценка за освоение дисциплины определяется с учётом семестровой составляющей, формируемой из оценок, полученных при текущем контроле с весовыми коэффициентами, указанными в БАРС-структуре дисциплины, и зачётной составляющей, полученной за зачёт.

### Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

Оценка за курсовой проект определяется с учётом семестровой составляющей, формируемой из оценок, полученных при текущем контроле с весовыми коэффициентами, указанными в БАРС-структуре дисциплины, и оценки, полученной на защите курсового проекта.

В диплом выставляется оценка за 3 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.1. Системы электроснабжения летательных аппаратов : учебник для вузов по специальности "Электрооборудование летательных аппаратов" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / С. А. Грузков, С. Ю. Останин, А. М. Сугробов, и др. – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 568 с. - ISBN 5-7046-1066-8 .;
2. 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 .;
3. 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 .;
4. 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 .;

5. 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 .;
6. Грузков, С. А. Типовые магнитные системы электротехнических устройств и структура магнитного поля в них :Раздаточный материал : Методическое пособие по курсу "Магнитные системы электротехнических устройств" / С. А. Грузков, С. Ю. Останин, А. М. Сугробов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 32 с.;
7. Методические указания по курсу "Электропривод летательных аппаратов": Базовые структуры и основные характеристики вентильного электропривода / В. Н. Тарасов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1995 . – 55 с.;
8. Тарасов, В. Н. Методические указания по курсу"Электропривод летательных аппаратов":Основы теории вентильного электропривода / В. Н. Тарасов, С. Ю. Останин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 1997 . – 84 с.;
9. Мастяев, Н. З. Нагрев и охлаждение электрооборудования летательных аппаратов : Учебное пособие по курсу "Электрооборудование летательных аппаратов" / Н. З. Мастяев, И. Н. Орлов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1995 . – 203 с. : 1800.00 .;
10. Останин, С. Ю. Методы и алгоритмы поисковой оптимизации электромеханических устройств и систем : Лабораторный практикум. Учебное пособие по курсу "Инженерное проектирование" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / С. Ю. Останин, С. С. Маслов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 48 с. - ISBN 5-7046-0738-1 .;
11. Грузков, С. А. Учебное пособие по курсу "Системы электроснабжения летательных аппаратов": Проектирование систем электроснабжения летательных аппаратов / С. А. Грузков, А. М. Сугробов ; Ред. Н. З. Мастяев ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1991 . – 80 с.;
12. Грузков С.А.- "Электрооборудование летательных аппаратов. В двух томах. Том 2. Элементы и системы электрооборудования - приемники электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013601.html>;
13. А. А. Сычева- "Влияние расходов на НИОКР на производительность российских компаний", Издательство: "б.и.", Екатеринбург, 2022 - (81 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=692745>;
14. Садыкова Т. М., Предеус Н. В., Машенцева Г. А.- "Совершенствование методического обеспечения учета расходов и результатов НИОКР", Издательство: "ВолГТУ", Волгоград, 2015 - (172 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/157262>.

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. SimInTech;
3. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

#### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Проектирование электрооборудования автономных объектов

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов. САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов (Контрольная работа)
- КМ-2 Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов (Контрольная работа)
- КМ-3 Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом (Контрольная работа)
- КМ-4 Синтез схем регулируемого асинхронного двигателя при частотном и векторном управлении (Контрольная работа)
- КМ-5 Графические, экспериментальные и математические методы анализа и моделирования электромагнитных полей, объектно-независимые (инвариантные) методы и средства в проектировании электрооборудования автономных объектов. Системы охлаждения электрооборудования автономных объектов (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	15	16
1	Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов						
1.1	Основные определения и особенности проектирования электрооборудования автономных объектов			+			
2	САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов						
2.1	САПР, задачи поиска и оптимизации проектных решений при проектировании электрооборудования автономных объектов		+	+			+
3	Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов						
3.1	Аналитические и поисковые методы оптимизации в проектировании электрооборудования автономных объектов		+	+			+
4	Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудования автономных объектов						

4.1	Графические и экспериментальные методы анализа электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов	+	+			+
5	Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов					
5.1	Математические методы моделирования электромагнитных полей в проектировании электрооборудовании автономных объектов	+	+			+
6	Применение объектно-независимых (инвариантных) методов и программ расчёта полей для проектирования электрооборудования автономных объектов					
6.1	Применение объектно-независимых (инвариантных) методов и программ расчёта полей для проектирования электрооборудования автономных объектов	+	+			+
7	Системы охлаждения электрооборудования автономных объектов – назначение, основные требования, особенности, классификация. Естественное охлаждение					
7.1	Системы охлаждения электрооборудования автономных объектов – назначение, основные требования, особенности, классификация. Естественное охлаждение	+		+	+	
8	Воздушное охлаждение самовентиляцией. Конвективная система охлаждения путём продува встречным потоком забортного воздуха					
8.1	Воздушное охлаждение самовентиляцией. Конвективная система охлаждения путём продува встречным потоком забортного воздуха	+		+	+	
9	Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов					
9.1	Жидкостные конвективные системы охлаждения электрооборудования автономных объектов	+		+	+	
10	Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом					
10.1	Синтез схем с релейно-контакторной системой управления электроприводом			+	+	
11	Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя					
11.1	Синтез схем частотно-регулируемого асинхронного двигателя			+	+	
12	Выбор электродвигателя					
12.1	Выбор электродвигателя			+	+	
Вес КМ, %:		10	20	25	25	20

## 2 семестр

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

- КМ-6 Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии (Контрольная работа)
- КМ-7 Основные этапы проектирования СЭС и основные требования к структуре СЭС (Контрольная работа)
- КМ-8 Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА (Контрольная работа)
- КМ-9 Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии, особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети, проверка аппаратов защиты (Контрольная работа)

### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью					
1.1	Типовые потребители электроэнергии на борту ЛА и их характеристика как электрической нагрузки, элементная база авиационной системы генерирования и преобразования электроэнергии, выпускаемая отечественной промышленностью		+	+	+	+
2	Основные этапы проектирования СЭС					
2.1	Основные этапы проектирования СЭС		+		+	+
3	Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС					
3.1	Основные требования к структуре СЭС, проектирование аварийной СЭС		+		+	
4	Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА					
4.1	Особенности проектирования СЭС космического аппарата (КА), области предпочтительного применения энергоустановок КА		+	+	+	+
5	Общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА, определение основных параметров первичного и буферного источников электроэнергии					
5.1	Общие вопросы формирования структурных схем СЭС КА, определение основных параметров первичного и буферного источников электроэнергии		+	+	+	+
6	Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии					

6.1	Задачи и методы расчёта системы передачи и распределения электроэнергии	+	+	+	+
7	Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети				
7.1	Особенности расчётов разомкнутой и замкнутой сети	+	+	+	+
8	Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания				
8.1	Проверка аппаратов защиты на устойчивость к токам КЗ, коммутационную способность, чувствительность и селективность срабатывания	+	+		+
Вес КМ, %:		25	25	25	25

### 3 семестр

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

- КМ-10 Виды НИОКР (Контрольная работа)
- КМ-11 Этапы НИОКР (Контрольная работа)
- КМ-12 Основные документы, регламентирующие выполнение НИР (Контрольная работа)
- КМ-13 Основные документы, регламентирующие выполнение ОКР (Контрольная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)					
1.1	Виды научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР)		+	+	+	+
2	Этапы НИОКР					
2.1	Этапы НИОКР		+	+	+	+
3	Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР					
3.1	Основные документы, регламентирующие выполнение НИОКР		+	+	+	+
4	Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий					
4.1	Основные документы, регламентирующие испытания и эксплуатацию изделий		+	+	+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Проектирование электрооборудования автономных объектов**

(название дисциплины)

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

КМ-1 Контроль получения задания и его анализа

КМ-2 Контроль выполнения начальной части

КМ-3 Контроль выполнения проекта и оформления расчётно-пояснительной записки

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	2	7	15
1	Получение задания и его анализ		+	+	+
2	Выполнение начальной части		+	+	+
3	Выполнение проекта и оформление расчётно-пояснительной записки		+	+	+
Вес КМ, %:			10	20	70

**3 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

КМ-1 Контроль получения задания и его анализа

КМ-2 Контроль выполнения начальной части

КМ-3 Контроль выполнения проекта и оформления расчётно-пояснительной записки

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	2	7	15
1	Получение задания и его анализ		+	+	+
2	Выполнение начальной части		+	+	+
3	Выполнение проекта и оформление расчётно-пояснительной записки		+	+	+
Вес КМ, %:			10	20	70