

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

15 июня 2023 г., протокол УМС №5

# МОДУЛЬ ДИСЦИПЛИН ПРОФИЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

## Электрические машины

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Радиоэлектроники и электроэнергетики**

Учебный план b130302-Энерг-23-2.plx  
13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА  
Направленность (профиль): Электроэнергетические системы и сети

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах: экзамены 4 курсовые проекты 4
в том числе:		
аудиторные занятия	64	
самостоятельная работа	53	
часов на контроль	27	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	53	53	53	53
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*кандидат технических наук, доцент, Иванов Геннадий Викторович*

Рабочая программа дисциплины

**Электрические машины**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана:

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль): Электроэнергетические системы и сети

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 15.06.2023 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Радиоэлектроники и электроэнергетики**

Зав. кафедрой Рыжаков Виталий Владимирович, кандидат физико-математических наук, доцент

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Основная цель изучения курса «Электрические машины» – формирование у обучающихся знаний о конструкции, эксплуатационных характеристиках электрических машин и трансформаторов, принципах действия основных видов электрических машин и трансформаторов и особенностях их применения.
-----	--

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Теоретические основы электротехники
2.1.2	Высшая математика
2.1.3	Физика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Электрические станции и подстанции
2.2.2	Переходные процессы в электроэнергетических системах
2.2.3	Электроэнергетические системы и сети
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Электроснабжение
2.2.6	Электрический привод

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>ПК-3.1:</b> Определяет правила эксплуатации, номенклатуру технической документации, порядок ее разработки и правила оформления в части сопровождения деятельности по техническому обслуживанию и ремонту электроэнергетических систем и сетей, оборудования подстанций и цифровых подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства в нормальном, аварийном, послеаварийном и ремонтном режимах эксплуатации
<b>ПК-3.2:</b> Определяет технологии, требования, правила и порядок подготовки нормативной, конструкторской, производственно-технологической, технической и проектной документации, организационно-распорядительной документации, документации системы технического регулирования в градостроительной деятельности по планированию, организации и проведению технического обслуживания и ремонта оборудования электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-3.3:</b> Определяет принципы, правила, порядок и методы производственного планирования, содержания законодательных и нормативных правовых актов, методических материалов по вопросам производственного планирования и оперативного управления производством, требования к составу, содержанию и оформлению проекта производства работ, нормы аварийного запаса деталей, узлов и материалов, порядок организации обеспечения материально-техническими ресурсами производства технического обслуживания и ремонта оборудования электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства, исполнения производственной программы в части планирования технических воздействий
<b>ПК-2.1:</b> Подготавливает исходные данные для разработки комплекта проектной документации на электроэнергетические системы и сети, подстанции электрических сетей, системы электроснабжения объектов капитального строительства и их элементы
<b>ПК-2.2:</b> Проводит расчеты, необходимые для проектирования электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства и их элементов
<b>ПК-2.3:</b> Определяет оптимальные технические решения при проектировании электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства и их элементов
<b>ПК-2.4:</b> Разрабатывает конструктивные решения для элементов электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства в специализированных программных средствах
<b>ПК-1.2:</b> Определяет состав, структуру, характеристики, принципы и правила построения и технологического функционирования электроэнергетических систем и сетей, оборудования подстанций и цифровых подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства и их элементов
<b>ПК-1.3:</b> Определяет требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности к электроэнергетическим системам и сетям, подстанциям электрических сетей, системам электроснабжения объектов капитального строительства
<b>УК-1.1:</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.

<b>УК-1.2:</b> Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи
<b>УК-1.3:</b> Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов
<b>ПК-1.4:</b> Определяет сроки действия, физические объемы нового строительства и реконструкции электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-1.5:</b> Определяет содержание правил устройства электроустановок
<b>ПК-1.6:</b> Определяет требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности к содержанию, форме, перечню необходимых данных, порядку и правилам проведения обследования электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-1.7:</b> Определяет правила проектирования и строительства электроэнергетических систем и сетей, оборудования подстанций и цифровых подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-3.4:</b> Определяет нормы, требования, стандарты, правила, методики определения параметров технического состояния, анализа качественных показателей работы, порядок вывода оборудования в ремонт, оформления нарядов-допусков для выполнения работ, проведения приемо-сдаточных испытаний, проведения пуско-наладочных работ, приемки выполняемых работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-3.5:</b> Проводит измерения, необходимых для проектирования электроэнергетических систем и их элементов
<b>ПК-4.1:</b> Определяет состав и назначение объектов, структуру, основы экономики и организации производства, труда и управления в отрасли профессиональной деятельности, содержание нормативно-правовых актов, определяющих развитие отрасли профессиональной деятельности
<b>ПК-4.2:</b> Оценивает проблемы, состояние и перспективы технического и технологического развития отрасли профессиональной деятельности
<b>ПК-4.3:</b> Оценивает перспективные потребности в развитии и модернизации объектов профессиональной деятельности
<b>ПК-4.4:</b> Анализирует сведения о работе объектов профессиональной деятельности для учета при подготовке планов их развития и модернизации
<b>ПК-4.5:</b> Оценивает потребности в изменении конфигурации и показателей функционирования объекта профессиональной деятельности
<b>ПК-4.6:</b> Формирует потребительские требования к объекту профессиональной деятельности
<b>ПК-4.7:</b> Определяет задачи, решаемые с помощью объекта профессиональной деятельности и ожидаемые результаты его использования
<b>ПК-4.8:</b> Определяет технические решения, используемые для создания объекта профессиональной деятельности и его компонентов, оценивает возможность использования новейшего оборудования и программного обеспечения
<b>ПК-4.9:</b> Формирует технические требования к объекту профессиональной деятельности
<b>ПК-4.10:</b> Обосновывает выбор предварительных технических решений, по объекту профессиональной деятельности и его компонентам, оборудованию и программному обеспечению
<b>ПК-4.11:</b> Разрабатывает предложения по повышению эффективности объекта профессиональной деятельности
<b>ПК-4.12:</b> Разрабатывает перспективный план развития объекта профессиональной деятельности с учетом передового опыта организации выполнения производственных и ремонтных работ, организации и стимулирования труда в области технического обслуживания и ремонта объекта профессиональной деятельности
<b>ПК-4.14:</b> Разрабатывает и согласовывает программу реализации объекта профессиональной деятельности
<b>ПК-4.16:</b> Разрабатывает и представляет презентационные материалы по проекту на объект профессиональной деятельности, по результатам выполнения работ
<b>ПК-5.3:</b> Разрабатывает технические условия и технические задания на выполнение работ по проектированию, реконструкции и ремонту оборудования подстанций электрических сетей
<b>ПК-5.4:</b> Проводит схематизацию и разрабатывает схемы, классифицирующие и поясняющие создание и применение объектов электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства, содержание сферы профессиональной деятельности
<b>ПК-5.5:</b> Оценивает показатели производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости объектов электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-5.6:</b> Подготавливает варианты концепций электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-5.7:</b> Проводит сравнительный анализ вариантов концепций электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства, определяет риски, связанные с реализацией различных вариантов

<b>ПК-5.8:</b> Выбирает и согласовывает с заказчиком оптимальный вариант концепции электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-5.9:</b> Оценивает ресурсы, необходимые для реализации проекта по выбранному варианту концепции электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-5.10:</b> Разрабатывает конструкторскую документацию на различных стадиях проектирования, включая подготовку электронного и бумажного экземпляров текстовой и графической частей проектной документации электроэнергетических систем и сетей, подстанций электрических сетей, систем электроснабжения объектов капитального строительства
<b>ПК-5.21:</b> Составляет отчет о выполненном предпроектном обследовании и проектировании электроэнергетической системы, сети, подстанции электрической сети, системы электроснабжения объекта капитального строительства
<b>ПК-2.7:</b> Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1 Знать:</b>	
3.1.1	Основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин и трансформаторов.
3.1.2	Виды электрических машин и трансформаторов, их основные характеристики.
3.1.3	Режимы работы электрических машин различных типов, способы подключения к электрическим сетям. Требования к условиям эксплуатации электрических машин.
<b>3.2 Уметь:</b>	
3.2.1	Подключать и эксплуатировать различные виды электрических машин и трансформаторов.
3.2.2	Производить выбор электрических машин и трансформаторов.
3.2.3	Определять по характерным параметрам режим работы электрических машин и трансформаторов.
<b>3.3 Владеть:</b>	
3.3.1	Навыками запуска в работу электрических машин и трансформаторов.
3.3.2	Методами выбора по характерным параметрам электрических машин и трансформаторов.
3.3.3	Методами анализа режимов работы электрических машин и трансформаторов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	<b>Раздел 1. Основные понятия об электрических машинах.</b>					
1.1	Содержание дисциплины и связь с другими дисциплинами. Назначение и классификация электрических машин. Диаграмма преобразования мощности. Принцип обратимости. Основные электромагнитные схемы электрических машин. Общие вопросы моделирования электрических машин. Цифровые двойники. /Лек/	4	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	

1.2	Повторение пройденного материала, подготовка к устному опросу. /Ср/	4	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 2. Машины постоянного тока.</b>						
2.1	<p>Назначение и область применения электрических машин постоянного тока. Принцип действия в режимах работы генератора и двигателя. Принцип обратимости. Устройство униполярной и коллекторной машины постоянного тока. Понятие об обмотках якоря. ЭДС обмотки якоря. Электромагнитный момент. Магнитные поля машины постоянного тока: магнитная цепь, понятие о реакции якоря и ее влияние на работу машины. Сущность процесса коммутации и способы его улучшения.</p> <p>Классификация электрических машин постоянного тока по способу возбуждения. Характеристики генераторов постоянного тока.</p> <p>Двигатели постоянного тока (ДПТ): пуск и ход, регулирование частоты вращения. Двигатели параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Импульсное питание двигателей постоянного тока: электромашинные усилители (ЭМУ), тахогенераторы, исполнительные (управляемые) двигатели, бесконтактные двигатели постоянного тока. Моделирование процесса запуска ДПТ (ГПТ) в работу. /Лек/</p>	4	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	

2.2	Решение типовых задач /Пр/	4	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	
2.3	Лабораторная работа №1. Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения. Лабораторная работа №2. Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения. Лабораторная работа №3. Исследование модели машины постоянного тока. /Лаб/	4	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

2.4	Повторение пройденного материала, подготовка к устному опросу, подготовка отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам. /Ср/	4	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 3. Трансформаторы.</b>						
3.1	Назначение и классификация трансформаторов. Принцип действия. Элементы конструкции и основные конструктивные модификации. Трехфазные силовые трансформаторы. Схемы и группы соединений. ЭДС обмоток. Уравнения напряжений и токов. Приведенный трансформатор. Эквивалентная схема замещения трансформатора. Физические процессы в трансформаторе в режимах холостого хода, короткого замыкания, работы под нагрузкой. Изменение выходного напряжения при нагрузке, внешние характеристики. Потери и КПД. Условие максимум КПД. Параллельная работа трансформаторов, условия включения на параллельную работу. Понятие о несимметричных режимах работы. Специальные типы трансформаторов: многообмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, трансформаторы для преобразователей, измерительные трансформаторы тока и напряжения. Моделирование режимов работы трансформаторов. Автоматизированная система мониторинга и диагностики трансформаторов. /Лек/	4	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2 Э3	



3.2	Решение типовых задач /Пр/	4	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
3.3	Лабораторная работа №4. Снятие и определение характеристик холостого хода $i_0=f(u)$ , $p_0=f(u)$ , $\cos\varphi_0=f(u)$ однофазного трансформатора. Лабораторная работа №5. Снятие и определение характеристик короткого замыкания $i_k=f(u)$ , $r_k=f(u)$ , $\cos\varphi_k=f(u)$ однофазного трансформатора. Лабораторная работа №6. Определение уравнительного тока, вызванного неравенством коэффициентов трансформации параллельно включенных однофазных трансформаторов. Лабораторная работа №7. Исследование модели силового трансформатора. /Лаб/	4	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Л3.3 Э1 Э2 Э3	

3.4	Повторение пройденного материала, подготовка к устному опросу, подготовка отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам. /Ср/	4	10	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 4. Основы общей теории машин переменного тока</b>						
4.1	Общие свойства машин переменного тока, сходство и различие синхронных и асинхронных машин. Понятие об обмотках статора и ротора. Электродвижущая сила (ЭДС) и магнитодвижущая сила (МДС) обмоток. Принцип создания вращающегося магнитного поля. /Лек/	4	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	

4.2	Повторение пройденного материала, подготовка к устному опросу. /Ср/	4	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 5. Асинхронные машины.</b>						
5.1	Назначение и область применения. Принцип действия, устройство. Физические процессы в асинхронной машине. Схема замещения. Электромагнитный вращающий момент. Механические характеристики. Режимы работы и энергетические соотношения. Пуск в ход и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Особые виды и режимы работы многофазных асинхронных двигателей: двигатели с улучшенными пусковыми свойствами, с неподвижным ротором, с массивным ротором, с разомкнутым магнитопроводом статора (линейные двигатели). Однофазные асинхронные двигатели. Асинхронные микромашины автоматических устройств: исполнительные (управляемые) двигатели, тахогенераторы, вращающиеся (поворотные) трансформаторы, сельсины. Асинхронные генераторы. Моделирование режимов работы асинхронных машин. /Лек/	4	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	

5.2	Решение типовых задач /Пр/	4	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3
5.3	Лабораторная работа №8. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Лабораторная работа №9. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором при однофазном питании. Лабораторная работа №10. Исследование модели асинхронной машины. /Лаб/	4	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3

5.4	Повторение пройденного материала, подготовка к устному опросу, подготовка отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам. /Ср/	4	10	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 6. Синхронные машины.</b>						
6.1	Назначение и область применения. Принцип действия, конструкция явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин. Магнитные поля, реакция якоря (статора) и индуктивные сопротивления синхронных машин. Основные виды векторных диаграмм напряжений синхронной машины. Понятие о характеристиках синхронных генераторов. Трехфазный синхронный двигатель. Принцип работы и векторные диаграммы, электромагнитный момент. Способы пуска и регулирования частоты вращения. Уравнение электромагнитной мощности, угловая характеристика, работа при изменении тока возбуждения ( $V$ – образные характеристики) синхронных машин. Синхронный компенсатор. Синхронные микромашины автоматических систем: реактивный, гистерезисный, безредукторный, шаговый двигатели. Моделирование режимов работы синхронных машин. /Лек/	4	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3	

6.2	Решение типовых задач /Пр/	4	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3	
6.3	Лабораторная работа №11. Исследование синхронного генератора. Лабораторная работа №12. Исследование модели синхронной машины. /Лаб/	4	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3	

6.4	Повторение пройденного материала, подготовка к устному опросу, подготовка отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам. /Ср/	4	10	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 7. Электрические машины малой мощности</b>						
7.1	Электрические машины малой мощности: их назначение и области применения. Виды электрических машин малой мощности. Исполнительные двигатели переменного и постоянного тока. Тахогенераторы постоянного и переменного тока. Универсальный коллекторный двигатель. Сельсины, требования к системам синхронной связи. Асинхронные двигатели малой мощности: общего применения и управляемые с полым и короткозамкнутым ротором. Явление самохода. Синхронные двигатели малой мощности: реактивные, гистерезисный, с постоянными магнитами. Шаговые двигатели. Вращающийся трансформатор. /Лек/	4	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Э1 Э2 Э3	

7.2	Повторение пройденного материала, подготовка к устному опросу. /Ср/	4	5	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 8. Курсовой проект</b>						
8.1	Выполнение курсового проекта /КП/	4	0	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.3 Э1 Э2 Э3	
<b>Раздел 9. Экзамен</b>						



9.1	Экзамен /Экзамен/	4	27	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.7 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-1.4 ПК-1.5 ПК-1.6 ПК-1.7 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5 ПК-4.6 ПК-4.7 ПК-4.8 ПК-4.9 ПК-4.10 ПК-4.11 ПК-4.12 ПК-4.14 ПК-4.16 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 ПК-3.5 ПК-5.3 ПК-5.4 ПК-5.5 ПК-5.6 ПК-5.7 ПК-5.8 ПК-5.9 ПК-5.10 ПК-5.21	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
-----	-------------------	---	----	--	--	--

#### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

##### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

##### 5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

#### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### 6.1. Рекомендуемая литература

###### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Копылов И. П.	Электрические машины в 2 т. Том 2: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2023, электронный ресурс	1
Л1.2	Копылов И. П.	Электрические машины в 2 т. Том 1: учебник для вузов	Москва: Юрайт, 2023, электронный ресурс	1

###### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Епифанов А. П.	Электрические машины: учебник	Москва: Лань, 2017, электронный ресурс	1
Л2.2	Ким К. К.	Сверхпроводниковые электрические машины с магнитным подвесом: Монография	Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2019, электронный ресурс	1

Л2.3	Поляков А. Е., Чесноков А. В.	Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами: Учебное пособие	Москва: Издательство "ФОРУМ", 2022, электронный ресурс	1
------	----------------------------------	---	--	---

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Глазков А.В.	Электрические машины. Лабораторные работы: Учебное пособие	Москва: Издательский Центр РИО♦, 2021, электронный ресурс	1
Л3.2	Ионов А. А.	Электрические машины : задачник	Самара: СамГУПС, 2019, электронный ресурс	1
Л3.3	Фролов А. С., Черных Р. А.	Электрические машины. Проектирование трансформаторов: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию	Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2018, электронный ресурс	1

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам <a href="http://www.edu.ru">www.edu.ru</a>
Э2	Портал "Электрические сети, оборудование, документация, инструкции" <a href="http://leg.co.ua/">http://leg.co.ua/</a>
Э3	Информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов <a href="https://electrichelp.ru/">https://electrichelp.ru/</a>

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office
---------	--

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	«Национальная электронная библиотека» нэб.рф Электронные книги Springer Nature (Science, Technology and Medicine Collections) <a href="https://link.springer.com/">https://link.springer.com/</a>
6.3.2.2	Гарант-информационно-правовой портал. <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>
6.3.2.3	КонсультантПлюс –надежная правовая поддержка. <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплект специализированной учебной мебели, маркерная (меловая) доска, комплект переносного мультимедийного оборудования - компьютер, проектор, проекционный экран, компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду. Обеспечен доступ к сети Интернет и в электронную информационную среду организации.
7.2	332А. Лаборатория «Электроэнергетических систем, электроснабжения и силовой электроники» для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации укомплектована специализированной мебелью, меловая доска. Технические средства обучения: модульные учебные комплексы. В состав модульного учебного комплекса входят следующие блоки:
7.3	1. Блок амперметра-вольтметра, измеритель параметров одно и 3-фазной сети;
7.4	2. Нагрузка индуктивная, активная, емкостная и устройство продольной емкостной компенсации;
7.5	3. Одно и 3-фазный источники питания;
7.6	4. Электромашинный агрегат с машиной постоянного тока, машиной переменного тока и преобразователем углового перемещения;
7.7	5. Источник питания двигателя постоянного тока;
7.8	6. Возбудитель синхронной машины;
7.9	7. Трехполюсный выключатель;
7.10	8. Терминал;
7.11	9. Блок синхронизации и ввода/вывода цифровых сигналов;
7.12	10. Трехфазная трансформаторная группа;
7.13	11. Блок измерительных трансформаторов тока и напряжения;
7.14	12. Блок датчиков тока и напряжения;

7.15	13. Измеритель напряжений и частот;
7.16	14. Указатель угла нагрузки синхронной машины;
7.17	15. Указатель частоты вращения;
7.18	16. Блок мультиметров;
7.19	17. Различные типы электромеханических реле.