

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (НПИ) имени М.И. Платова»
КАМЕНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. ПЛАТОВА**

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Каменского технологического
Института (филиала)
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова
О.А. Терновский
«29» 06 2021 г.



Б1.В.06. Электрические машины

рабочая программа дисциплины (модуля)

Кафедра: Техники и технологии

Специальность/
направление
подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Специализация/
направленность
(профиль): Системы электроснабжения

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая
трудоемкость: 216 часов / 6 з.е.

Каменск-Шахтинский, 2021г.

Рабочую программу составил(и): к.т.н., доц. Гасанов А.Б.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Электрические машины** разработана в соответствии с ФГОС ВО: Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от № 144 от 28.02.2018)

составлена на основании рабочего учебного плана, одобренного ученым советом ЮРГПУ(НПИ) протоколом № 10 от 09.06.2021

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Техники и технологии

31.08.2021г. Протокол № 1

Заведующий кафедрой Гасанов А.Б. _____



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Цель преподавания дисциплины - обучить студентов пониманию общих вопросов электрохимического преобразования энергии, физических законов, лежащих в основе работы электрических машин, требований, предъявляемых к электрическим машинам, тенденций их развития, законов и соотношений, необходимых для проектирования электрических машин и их эксплуатации.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ОБЪЕМ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО СЕМЕСТРАМ

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

2.1 Связь с предшествующими дисциплинами (модулями):

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Семестр	Шифр компетенции предшествующей дисциплины (модуля)
2.1.1	Введение в профиль	1	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2
2.1.2	Введение в электроснабжение и электропривод	4	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.1.3	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах	4	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.1.4	Решение нестандартных задач по электротехнике	4	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

2.2 Связь с последующими дисциплинами (модулями), практиками, ВКР:

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Семестр	Шифр компетенции предшествующей дисциплины (модуля)
2.2.1	Электроэнергетические системы и сети	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2.2	Энергоресурсы, сбережение и учет	6	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.3	Энергосбережение средствами электропривода	6	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.4	Вероятностные методы и теория надежности в электроснабжении	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2.5	Моделирование электроприводов	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.6	Промышленная и силовая электроника	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.7	Системы электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.8	Электрическая часть систем электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.9	Электротехнологические промышленные установки	7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.10	Монтаж, наладка и эксплуатация электротехнических комплексов	7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.11	Проектирование электротехнических комплексов	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2.12	Релейная защита систем электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.13	Проектная практика	8	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2.14	Преддипломная практика	8	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

2.3 Распределение часов дисциплины

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>,<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	32	32	32	32
Иная контактная работа	3,85	3,85	3,85	3,85
Итого ауд.	80	80	80	80
Контактная работа	83,85	83,85	83,85	83,85
Сам. работа	132,15	132,15	132,15	132,15
Итого	216	216	216	216

2.4. Виды контроля:

КП 5 семестр

ЗаО 5 семестр

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ПК-2: Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности

ПК-2.1: Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования

ПК-2.3: Владеть: принципами и методами проектирования объектов профессиональной деятельности

ПК-3: Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности

ПК-3.1: Знать: режимы работы объектов профессиональной деятельности

ПК-3.2: Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности

ПК-3.3: Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Индикаторы достижения компетенций	Литература	Инте ракт.
	Раздел 1. Электромеханическое преобразование энергии					
1.1	Электромеханическое преобразование энергии. Типы электрических машин. Конструктивное исполнение по способу монтажа, способу защиты от окружающей среды, способу охлаждения. Режимы работы. Стандартизация в электромашиностроении. /Лек/	5	1	ПК-2.1 ПК-3.3	ПК-3.1 Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.2 Л3.3 Л3.4	0
	Раздел 2. Трансформаторы однофазные и трёхфазные					
2.1	Паспортные данные. Э.Д.С. в обмотках силового трансформатора. Коэффициент трансформации. Магнитные системы трёхфазных силовых трансформаторов. Основные схемы и группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов. Основные уравнения приведенного трансформатора. Векторная диаграмма трансформатора, работающего под нагрузкой, схема замещения. Потери и К.П.Д., условия получения максимального К.П.Д. /Лек/	5	3	ПК-2.3 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	0
2.2	Маркировка выводов обмоток трёхфазного двухобмоточного трансформатора /Лаб/	5	1	ПК-2.1 ПК-3.3	ПК-3.1 Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	0
2.3	Исследование характеристик силового трёхфазного трансформатора /Лаб/	5	1	ПК-2.3 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	0
2.4	Сварочный трансформатор. /Ср/	5	1	ПК-2.3 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
2.5	Устройство и принцип действия силового трёхфазного трансформатора. Расчет параметров силового трёхфазного трансформатора. /Пр/	5	4	ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	0
	Раздел 3. Параллельная работа трансформаторов					
3.1	Группы соединения обмоток. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. /Лек/	5	1	ПК-2.3 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	0
3.2	Параллельная работа трёхфазных двухобмоточных трансформаторов. /Лаб/	5	2	ПК-2.1 ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	0
3.3	Включение силовых трансформаторов на параллельную работу. /Пр/	5	4	ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	0
	Раздел 4. Трансформаторы многообмоточные и автотрансформаторы.					
4.1	Особенности устройства и рабочего процесса автотрансформатора. Преимущества и недостатки автотрансформаторов, область их применения. Многообмоточные трансформаторы, уравнения, схема замещения. Пик-трансформаторы. /Лек/	5	1	ПК-2.1 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
4.2	Трёхобмоточный трансформатор. /Ср/	5	1	ПК-2.3 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л3.1	0

	Раздел 5. Общие вопросы теории машин переменного тока					
5.1	Обмотки машин переменного тока. Электродвижущая сила в обмотках машин переменного тока. Магнитодвижущая сила обмоток машин переменного тока. Магнитные поля и индуктивные рассеяния обмоток машин переменного тока. /Лек/	5	3	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
5.2	Общепромышленные серии электрических машин, их структура, Понятие об основных размерах и электромагнитных нагрузках электрических машин. Машинная постоянная. Связь между электромагнитными нагрузками, основными размерами, параметрами и постоянными времени электрических машин. Номинальные данные. Потери и коэффициент полезного действия электрических машин. /Ср/	5	2	ПК-2.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
5.3	Обмоточный коэффициент. Форма кривой Э.Д.С., меры ослабления высших гармонических. /Ср/	5	4,2	ПК-2.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
5.4	Обмотки машин переменного тока /Пр/	5	4	ПК-2.3 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
	Раздел 6. Асинхронные машины					
6.1	Устройство, принцип действия, конструктивные разновидности роторов асинхронных машин. Приведение параметров и электрических величин обмотки ротора к обмотке статора. Основные уравнения асинхронной машины. Схемы замещения. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя (АД). Потери, К.П.Д. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
6.2	Исследование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором. /Лаб/	5	1	ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.2	0
6.3	Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя (АД). Потери, К.П.Д. /Ср/	5	13,2	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
6.4	Расчет параметров асинхронных машин. /Пр/	5	8	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.2	0
	Раздел 7. Электромагнитный момент асинхронной машины. Механическая характеристика.					
7.1	Пусковой, номинальный максимальный моменты, перегрузочная способность, критическое скольжение. Практическая формула для построения механической характеристики. Условия устойчивой работы асинхронного двигателя. /Лек/	5	1	ПК-2.1 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
7.2	Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. /Лаб/	5	1	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.2	0
7.3	Расчет сопротивлений и рабочих характеристик асинхронных машин. /Ср/	5	35,15	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
	Раздел 8. Двигательный, генераторный тормозной режимы работы асинхронной машины.					
8.1	Пуск в ход, пусковой ток и его влияние на двигатель и питающую его сеть. Способы пуска асинхронного двигателя с фазным и короткозамкнутым ротором. Улучшение пусковых свойств асинхронного двигателя. Двухлеточные и глубокопазные двигатели. /Лек/	5	1	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
	Раздел 9. Регулирование частоты вращения двигателей с к.з. и фазным ротором.					
9.1	Исследование однофазного асинхронного двигателя. /Лаб/	5	1	ПК-2.3 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.2	0

9.2	Способы реверса. Однофазный АД. Особенности конструкции и пуска в ход. Двигатели с активным, индуктивным, емкостным пусковым элементами. Конденсаторный АД. Соотношения между мощностями АД при работе в трехфазном и однофазном режимах. /Лек/	5	1	ПК-2.1 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
9.3	Двухлеточные и глубокопазные двигатели. /Ср/	5	13,2	ПК-2.3 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
Раздел 10. Специальные асинхронные машины						
10.1	Сельсины. Линейные двигатели. Серии асинхронных двигателей. /Лек/	5	1	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
Раздел 11. Синхронные машины						
11.1	Принцип действия синхронных машин (СМ). Основные элементы конструкции явно - и неявнополюсных СМ. Системы возбуждения СМ. Синхронный генератор (СГ). Работа СГ на холостом ходу и под нагрузкой. Уравнения напряжений для цепи якоря. Характеристики СГ: холостого хода, внешняя и регулировочная. Параллельная работа СГ с сетью большой мощности. /Лек/	5	3	ПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
11.2	Исследование трёхфазного синхронного генератора /Лаб/	5	1	ПК-2.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.3	0
11.3	Реакция якоря синхронной машины /Ср/	5	4	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
11.4	Расчет параметров асинхронных машин. /Пр/	5	8	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
Раздел 12. Электромагнитная мощность и электромагнитный момент СМ						
12.1	Электромагнитная мощность и электромагнитный момент СМ. Синхронный и реактивный момент. Угловая характеристика, перегрузочная способность и статическая устойчивость. /Лек/	5	2	ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
Раздел 13. Параллельная работа синхронных машин с сетью						
13.1	Условия включения на параллельную работу. Угловая характеристика. U-образные характеристики. Регулирование активной и реактивной мощности. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
13.2	Исследование параллельной работы трехфазного синхронного генератора с сетью бесконечно большой мощности /Лаб/	5	1	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.3	0
Раздел 14. Синхронные двигатели. Синхронные компенсаторы.						
14.1	Синхронный двигатель. Рабочие характеристики синхронного двигателя. Пуск синхронного двигателя. Область применения синхронного компенсатора и конструктивные особенности. /Лек/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3	2
14.2	Исследование трёхфазного синхронного двигателя /Лаб/	5	1	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.3	0
Раздел 15. Внезапные короткие замыкания и несимметричные режимы работы синхронных машин						
15.1	Переходные процессы при коротком замыкании в синхронной машине. Несимметричные нагрузки синхронного генератора. /Лек/	5	1	ПК-2.1 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
15.2	Определение параметров трёхфазной синхронной машины /Лаб/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.3	0
Раздел 16. Синхронные машины специального исполнения						
16.1	Реактивный СД. Вентильный СД. Шаговые двигатели. Синхронные машины с возбуждением от постоянных магнитов. /Лек/	5	1	ПК-2.1 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0

16.2	Синхронные машины со сверхпроводящими обмотками. Индукторные генераторы. Гистерезисные двигатели. Серии синхронных машин. /Ср/	5	1	ПК-2.1 ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
Раздел 17. Машины постоянного тока						
17.1	Устройство и принцип действия машины постоянного тока (двигателя, генератора). Типы обмоток якоря, принцип их выполнения, характеристика, условия симметрии. Выражение для Э.Д.С. якоря. Магнитное поле при нагрузке. Понятие о реакции якоря и ее влиянии на характеристики машины. Применение компенсационной обмотки для устранения отрицательных последствий реакции якоря. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
17.2	Исследование генератора постоянного тока с параллельным возбуждением /Лаб/	5	2	ПК-2.3 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.4	0
17.3	Исследование двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением /Лаб/	5	1	ПК-2.3 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.4	0
17.4	Исследование двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением /Лаб/	5	1	ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л3.4	0
17.5	Обмотки машин постоянного тока. /Пр/	5	2	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
17.6	Расчет параметров машин постоянного тока /Пр/	5	2	ПК-2.1 ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
Раздел 18. Коммутация в машинах постоянного тока						
18.1	Коммутация в машинах постоянного тока. Причины искрения щеток, классы коммутации и их определение. Расчет тока коммутирующей секции. Способы улучшения коммутации: применение дополнительных полюсов, сдвиг щеток с геометрической нейтрали, выбор марки щеток. Экспериментальная настройка дополнительных полюсов. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-3.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
18.2	Особенности коммутации машин, работающих от выпрямителей и в переходных режимах. Коммутационная реакция якоря. /Ср/	5	5	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
Раздел 19. Генераторы и двигатели постоянного тока						
19.1	Генераторы постоянного тока, классификация их по способу возбуждения. Основные характеристики генератора независимого возбуждения. Условия возбуждения генератора параллельного возбуждения. Сравнение характеристик генераторов с независимым, параллельным, смешанным возбуждением, область применения. Двигатели постоянного тока, их классификация по способу возбуждения. Энергетическая диаграмма. Основные уравнения (напряжения, частоты вращения). Способы пуска двигателей и переходные процессы при пуске. Механические, скоростные и моментные характеристики двигателей с различными способами возбуждения. Условия устойчивой работы. Регулирование частоты вращения. Пределы регулирования частоты вращения. Способы реверса двигателей постоянного тока. Потери и К.П.Д. /Лек/	5	2	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
19.2	Вентильный двигатель постоянного тока. /Ср/	5	3	ПК-3.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0

19.3	Двигатели с гладким ротором. Сварочный генератор. /Ср/	5	3,4	ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0
Раздел 20. Иная контактная работа						
20.1	Групповые консультации в течении семестра /ИКР/	5	1,6	ПК-2.1 ПК-2.3 ПК-3.2		0
20.2	Сдача зачета /ИКР/	5	0,25	ПК-3.1 ПК-3.3		0
20.3	Консультации и защита курсового проекта /ИКР/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.3		0
Раздел 21. Контроль						
21.1	Самостоятельная работа по выполнению курсового проекта /Ср/	5	46	ПК-2.1 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости

семестр 5-й Материалы для оценивания знаний: 1. Как устроена машина постоянного тока. 2. Назначение коллектора. 3. Выражение для ЭДС машины постоянного тока. 4. Способы возбуждения машин постоянного тока. 5. Внешние характеристики генератора с независимым и с параллельным возбуждением. 6. Скоростные характеристики двигателей с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. 7. Выражение для частоты вращения. 8. Устройство и принцип действия однофазного трансформатора. 9. Уравнения, описывающие работу, в приведенном виде. 10. Какие параметры определяют при опытах: а) холостого хода, б) короткого замыкания. 11. Что такое «группа соединения трансформатора». Привести пример определения группы соединения. 12. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. 13. Чем отличается автотрансформатор от обычного трансформатора? Область применения автотрансформатора. 14. Устройство, особенности работы сварочного трансформатора. 15. Устройство, принцип действия, конструкция роторов асинхронных двигателей (АД). 16. Скольжение, критическое скольжение, частота вращения, частота тока, режимы работы АД. Материалы для оценивания умений: 17. Уравнения АД приведения параметров роторной цепи к параметрам статорной цепи, схема замещения и векторная диаграмма АД. 18. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя (АД). 19. Электромагнитный момент АД (формулы), зависимость $\cos \psi = f(s)$. 20. Механическая характеристика АД, критический момент, его зависимость от U , от сопротивления в цепи ротора. Построение механической характеристики по данным каталога (формула Клосса). 21. Рабочие характеристики АД. Устойчивость работы АД. 22. Пуск в ход АД с короткозамкнутым и с фазным ротором. АД с улучшенными пусковыми свойствами (глубокопазный и с двойной беличьей клеткой). семестр 5-й Материалы для оценивания знаний: 1. Условия образования, характерные свойства и уравнения пульсирующей и бегущей волн. 2. Однофазный, конденсаторный двигатели, условия их пуска. Работа 3-х фазного двигателя от 1-но фазной сети. 3. Принцип работы линейного двигателя. 4. Устройство, принцип действия синхронного генератора (СГ), синхронного двигателя (СД). Конструкция роторов синхронных машин. 5. Системы возбуждения СГ. 6. Особенности конструкции СМ большой мощности. 7. Реакция якоря СГ при различных видах нагрузки (активной, индуктивной, емкостной и смешанной). 8. Выражение для ЭДС явно- и неявнополюсного СГ. Материалы для оценивания умений: 9. Характеристики СГ. 10. Регулирование реактивной и активной мощности СГ. U-образные характеристики СГ и СД. 11. Электромагнитная мощность, электромагнитный момент СМ. Угловая характеристика СМ. Статическая устойчивость. 12. Способы пуска в ход синхронных двигателей. Асинхронный пуск СД. 13. Реактивный СД. Шаговый импульсный двигатель. 14. Условия включения генератора на параллельную работу. 15. Номинальные тепловые режимы работы электрических машин.

5.2. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету с оценкой:

1. Классификация электрических машин.
2. Электромеханическое преобразование энергии в электрических машинах.

3. Принцип действия машины постоянного тока.
4. Конструкция машин постоянного тока.
5. Магнитная цепь машины постоянного тока на холостом ходу.
6. Классификация обмоток машин постоянного тока.
7. Простая петлевая обмотка.
8. Простая волновая обмотка.
9. Условие симметрии обмоток якоря.
10. ЭДС якоря МПТ.
11. Электромагнитный момент и электромагнитная мощность МПТ.
12. Реакция якоря в МПТ.
13. Круговой огонь на коллекторе. Компенсационная обмотка.
14. Потери в МПТ.
15. Коэффициент полезного действия МПТ.
16. Коммутация в МПТ.
17. Причины искрения щеток МПТ.
18. Основное уравнение коммутации МПТ.
19. Расчет тока коммутируемой секции.
20. Электродвижущие силы в коммутируемой секции.
21. Способы улучшения коммутации.
22. Экспериментальная проверка и настройка коммутации.
23. Трансформаторы. Принцип работы. Паспортные данные.
24. ЭДС в обмотках силового трансформатора.
25. Магнитопроводы трансформаторов.
26. Схемы соединений обмоток трансформаторов.
27. Группы соединений обмоток трансформаторов.
28. Рабочий процесс в трансформаторе.
29. Основные уравнения приведенного трансформатора.
30. Векторная диаграмма трансформатора.
31. Электрическая схема замещения приведенного трансформатора.
32. КПД трансформатора.
33. Параллельная работа трансформаторов.
34. Автотрансформаторы.
35. Измерительные трансформаторы.
36. Образование вращающегося магнитного поля и его свойства.
37. Принципы построения обмоток.
38. ЭДС витка, катушки фазы.
39. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя.
40. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
41. Уравнения описывающие рабочий процесс в асинхронной машине.
42. Приведение величин цепи ротора к обмотке статора в асинхронной машине.
43. Схема замещения асинхронной машины.
44. Электромагнитный момент асинхронной машины.
45. Условия устойчивой работы асинхронного двигателя.
46. Способы пуска асинхронного двигателя с кз. ротором и фазным ротором.
47. Устройство плавного пуска.
48. Регулирование скорости вращения асинхронного двигателя.
49. Конденсаторные двигатели и двигатели с экранированными подшоками.
50. Конструкция и принцип действия синхронной машины.
51. Системы возбуждения и охлаждения синхронной машины.
52. Магнитное поле синхронной машины на холостом ходу.
53. Реакция якоря синхронной машины.
54. Параметры синхронной машины в установившемся режиме.
55. Энергетическая диаграмма синхронного генератора.
56. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора без учета насыщения.
57. Векторная диаграмма явнополюсного синхронного генератора без учета насыщения.
58. Характеристики синхронного генератора.
59. Параллельная работа синхронных машин. Включение на параллельную работу.
60. Угловая характеристика синхронной машины. Регулирование реактивной мощности.
61. Электромагнитная мощность явнополюсной синхронной машины.
62. Синхронные двигатели и компенсаторы.
63. Переходные процессы в синхронной машине.
64. Несимметричные режимы работы синхронных генераторов.

5.3. Темы и вопросы для оценивания плановых работ

Тема курсового проекта: «Трехфазный асинхронный двигатель».

Расчетная часть работы оформляется в виде расчетно-пояснительной записки объемом 30-40 стр. машинописного текста на листах формата А4. Графическая часть (продольный и поперечный разрезы двигателя) выполняется на листах формата А1.

Содержание расчетной части:

Раздел 1. Выбор конструкции асинхронного двигателя (АД) по степени защиты, монтажа и категории размещения. Расчет главных размеров активных частей АД. Выбор и обоснование электромагнитных нагрузок. Расчет обмоточных данных статорной обмотки и построение развернутой схемы. Расчет зубцовой зоны статора. Расчет коэффициента заполнения паза. Конструирование заполнения паза статора. Расчет размеров пазов, зубцов и пакета сердечника статора. Выбор и обоснование воздушного зазора.

Раздел 2. Расчет ротора, выбор и обоснование соотношения z_1/z_2 , расчет магнитной цепи, тока холостого хода и потерь в стали. Расчет активных и индуктивных сопротивлений обмоток статора и ротора. Расчет параметров схемы замещения. Расчет рабочих характеристик и построение их графиков.

Раздел 3. Расчет сопротивлений обмоток статора и ротора с учетом вытеснения тока в короткозамкнутой обмотке ротора и насыщения при разгоне двигателя. Расчет пусковых характеристик и построение их графиков. Расчет перепадов температур в изоляции пазовой и лобовой частей обмотки статора, расчет превышения температуры обмотки статора над температурой воздуха внутри машины и над температурой окружающей среды. Оформление расчетной записки, вычерчивание продольного и поперечного разрезов асинхронного двигателя.

Вопросы для самоподготовки к защите курсового проекта

1. Обосновать выбор значений A и B .
2. Объяснить зависимость индуктивных сопротивлений машин от A .
3. Обосновать значение удельной тепловой нагрузки, рекомендуемых при проектировании.
4. Обосновать значения плотностей тока, рекомендуемых при проектировании.
5. Объяснить зависимость значения плотности тока от исполнения машины по степени защиты IP44 или IP23.
6. Объяснить различие в рекомендуемых значениях плотностей тока для обмоток из медного и алюминиевого проводов.
7. Обосновать тип обмотки, используемой в двигателе.
8. Обосновать рекомендуемое значение коэффициента относительного укорочения шага.
9. Что учитывается в расчетных формулах с помощью коэффициента воздушного зазора?
10. Каким образом можно оценить эффективность использования активной стали по коэффициенту насыщения?
11. Объяснить зависимость $\cos \phi$ от величины $K_{\text{нас}}$ и рабочего зазора.
12. Как изменяются значения тока статора, потока, коэффициента мощности при изменении числа витков на 10%?
13. Как величина намагничивающего тока влияет на коэффициент мощности $\cos \phi$?
14. Обосновать конфигурацию пазов статора и ротора в вашем проекте.
15. Обосновать величину воздушного зазора в спроектированной машине.
16. По каким причинам рекомендуется выбирать определенное число пазов ротора короткозамкнутой обмотки?
17. Как влияют размеры шлица паза на номинальный и пусковой ток?
18. Какие потоки рассеяния имеет катушка обмотки?
19. Обосновать рекомендуемые значения коэффициента заполнения паза.
20. Почему в обмотке ротора "беличья клетка" не применяется пазовая изоляция?
21. От каких параметров зависит величина критического скольжения?
22. Как изменяются потери в стали при изменении напряжения сети?
23. Что определяют добавочные потери и каким образом они учитываются при проектировании?
24. При какой нагрузке к.п.д. машины имеет максимальное значение?
25. При каких условиях проявляется эффект вытеснения тока в пазах ротора?
26. Как вытеснение тока в пазах ротора влияет на пазовую проводимость?
27. Сравнить значения x_1, x_2' при $S = 1$ и при $S = S_n$ и объяснить различия.
28. Сравнить значения g_1, g_2' при $S = S_n$ и $S = 1$ и объяснить различие.
29. Обосновать класс изоляции материалов в машине.
30. Как влияет насыщение от потоков рассеяния на индуктивные параметры машины?
31. Что понимается под нагревом и превышением температуры обмотки статора?
32. От каких факторов зависит перегрев обмоток статора и ротора?
33. Обосновать принятые значения индукции в расчетных элементах машины (зазор, зубцы, спинки).
34. Каким образом конфигурация паза ротора влияет на механическую характеристику?
35. От каких параметров машины зависит перегрузочная способность машины?
36. Каким способом можно при проектировании изменять величину пускового момента?
37. Покажите движение охлаждающего воздуха в машине.
38. Почему намагничивающий ток асинхронной машины составляет 20 – 40 % от номинального, а у трансформатора только 3 – 8 %?
39. Каким образом крепятся пакеты статора и ротора?
40. Каким способом скрепляются листы пакетов статора и ротора?
41. Какое конструктивное решение применяется для уменьшения потерь в стали?
42. Почему потери в стали ротора малы при номинальной частоте вращения ротора?
43. Объясните выбор величины скоса пазов.
44. В каких случаях применяется скос пазов и как он влияет на параметры машины?
45. Для чего корпус двигателя изготавливается оребренным?
46. Указать причины существования высших гармоник магнитного поля в рабочем зазоре.
47. Объяснить появление провала механической характеристики при пуске.
48. Перечислить и объяснить способы ослабления действия высших гармоник поля при короткозамкнутом роторе.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**6.1. Рекомендуемая литература**

ЛЗ.1	Пахомин С.А., Рожков В.И. Исследование силовых трехфазных трансформаторов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине «Электрические машины». - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2019. - 39 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=128c587b1954000ac4f674750fc48ce135&i=12&t=pdf&d=1
ЛП.1	Токарев Б. Ф. Электрические машины: учебное пособие для студ. электротех. и энергет. спец. вузов. - Москва: Энергоатомиздат, 1990. - 624 с.
ЛЗ.2	Рожков В.И., Назикян Г.А. Исследование асинхронных двигателей [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине «Электрические машины». - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2019. - 28 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=12d6a891247672cc9d46ab3c61a310cc41&i=12&t=pdf&d=1
ЛП.2	Вольдек А. И. Электрические машины: учебник для электротех. спец. вузов. - Ленинград: Энергия, 1974. - 839 с.
ЛЗ.3	Рожков В.И., Назикян Г.А. Исследование синхронных машин [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине «Электрические машины». - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 44 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=12dc4d629394d68d24c684c646496dcbb9&i=12&t=pdf&d=1
ЛП.3	Копылов И. П. Электрические машины: учебник для вузов. - Москва: Высшая школа, 2004. - 607 с.
ЛЗ.4	Рожков В.И., Назикян Г.А. Исследование машин постоянного тока [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам по дисциплине «Электрические машины». - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 34 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=1268e9c68ccdd50cd7a09a56355113b376&i=12&t=pdf&d=1

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение в том числе отечественного производства

6.3.1	Microsoft Windows 7, Microsoft Windows 8, Microsoft Windows 10
6.3.2	Microsoft Office 2010, 2013, 2016 Professional
6.3.3	AutoCAD 2010
6.3.4	Компас 2017

6.4. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

6.4.1	Электронная библиотека НТБ ЮРГПУ(НПИ)
6.4.2	ЭБС Университетская библиотека онлайн
6.4.3	ИСС Техэксперт

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебная аудитория для занятий семинарского типа, помещение для самостоятельной работы обучающихся, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации : Специализированная мебель: стол – 45 шт; стул – 90 шт; доска – 1 шт.; проектор – 1 шт., экран – 1 шт.
7.2	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы обучающихся, лаборатория : Специализированная мебель: Стол – 1 шт; стул – 1 шт; лавка – 10 шт; доска – 1 шт.
7.3	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа, помещение для самостоятельной работы обучающихся, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лаборатория : Специализированная мебель: Стол – 13 шт; стул – 13 шт; лавка – 6 шт; доска – 1 шт; технические средства обучения: ПК – 7 шт; доступ к сети «Интернет»; принтер; сканер

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (НПИ) имени М.И. Платова»
КАМЕНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. ПЛАТОВА

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Каменского технологического
Института (филиала)
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова
О.А. Терновский
2021 г.



**Б1.В.07 Решение инженерных задач электротехники и
электроэнергетики на ЭВМ**

рабочая программа дисциплины (модуля)

Кафедра: Техники и технологии

Специальность/
направление
подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Специализация/
направленность
(профиль): Системы электроснабжения

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая
трудоемкость: 144 часов / 4 з.е.

Каменск-Шахтинский, 2021г.

Рабочую программу составил(и): к.ф.-м. н., доц. Овчинников О.С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Решение инженерных задач электротехники и электроэнергетики на ЭВМ** разработана в соответствии с ФГОС ВО: Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018г. №144)
составлена на основании рабочего учебного плана, одобренного ученым советом ЮРГПУ(НПИ) протоколом № 10 от 09.06.2021г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Техники и технологии
31.08.2021г. Протокол № 1

Заведующий кафедрой Гасанов А.Б. _____



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Формирование у студентов навыков решения типовых задач в электроэнергетике и электротехнике с применением ЭВМ и современного прикладного программного обеспечения, проектирования моделей электротехнических комплексов и систем, методов их анализа и расчета в объеме, необходимом для освоения обучающимися обеспечиваемых дисциплин, а в последующем успешного выполнения профессиональных функций.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ОБЪЕМ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО СЕМЕСТРАМ

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

2.1 Связь с предшествующими дисциплинами (модулями):

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Семестр	Шифр компетенции предшествующей дисциплины (модуля)
2.1.1	Введение в профиль	1	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2
2.1.2	Введение в электроснабжение и электропривод	4	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.1.3	Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах	4	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.1.4	Решение нестандартных задач по электротехнике	4	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

2.2 Связь с последующими дисциплинами (модулями), практиками, ВКР:

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Семестр	Шифр компетенции предшествующей дисциплины (модуля)
2.2.1	Энергоресурсы, сбережение и учет	6	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.2	Энергосбережение средствами электропривода	6	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.3	Моделирование электроприводов	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.4	Промышленная и силовая электроника	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.5	Электрическая часть систем электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.6	Электротехнологические промышленные установки	7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.7	Системы электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.8	Монтаж, наладка и эксплуатация электротехнических комплексов	7	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.9	Релейная защита систем электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.10	Преддипломная практика	8	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

2.3 Распределение часов дисциплины

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Неделя	16 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	32	32	32	32
Иная контактная работа	3,95	3,95	3,95	3,95
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	67,95	67,95	67,95	67,95
Сам. работа	40,4	40,4	40,4	40,4
Часы на контроль	35,65	35,65	35,65	35,65
Итого	144	144	144	144

2.4. Виды контроля:

Экзамен 5 семестр

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ПК-3: Способен решать производственно-технологические задачи при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности
ПК-3.1: Знать: режимы работы объектов профессиональной деятельности
ПК-3.2: Уметь: рассчитывать показатели функционирования объектов профессиональной деятельности
ПК-3.3: Владеть: навыками анализа режимов функционирования объектов профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Индикаторы достижения компетенций	Литература	Инте ракт.
	Раздел 1. Лекции, их содержание и объём в часах					
1.1	Введение: цели и задачи дисциплины. Представление о методе математического моделирования, о процессе создания математических моделей, о последовательности этапов решения инженерной задачи с применением ЭВМ, о вычислительном эксперименте. /Лек/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
1.2	Основные этапы решения инженерной задачи с применением ЭВМ. Структура процесса проектирования, стадии проектирования, типовые проектные процедуры. /Лек/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
1.3	САПР: достоинства и недостатки. Операционные системы и сетевое программное обеспечение. Классификация программ предназначенных для отображения данных. Способы отображения информации. Обзор программного обеспечения для решения задач в электроэнергетике и электротехнике: графические редакторы Компас, AutoCad, математические пакеты Mathcad, Matlab, Ansys, современные языки программирования. /Лек/	5	6	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
1.4	Математическое моделирование, основные понятия, процесс создания математической модели. Требования, предъявляемые к моделям. Виды моделирования. Цели моделирования. Подходы к построению моделей. Детерминированный подход. Эмпирические модели. Типы уравнений математического описания. /Лек/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
1.5	Вычислительный эксперимент, методика проведения. Погрешности экспериментов. Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Приближенные числа: абсолютная и относительная погрешности. Погрешности арифметических операций над приближенными числами. Особенности машинной арифметики. /Лек/	5	6	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
1.6	Параметрический синтез: Место процедур синтеза в проектировании. Критерии оптимальности. Обзор методов оптимизации. Классификация методов математического программирования. Методы безусловной оптимизации. Необходимые условия экстремума. Структурный синтез: Процедуры синтеза проектных решений. Задача принятия решений. Планирование процессов и распределение ресурсов. Методы структурного синтеза в САПР. /Лек/	5	10	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
	Раздел 2. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах					

2.1	Изучение программного комплекса по моделированию и исследованию динамических систем «SIMULINK». Исследование типовых динамических звеньев /Лаб/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
2.2	Исследование электромеханических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в среде Matlab /Лаб/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
2.3	Моделирование однофазного и трехфазного выпрямителей /Лаб/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
2.4	Построение модели структурной схемы и расчет её характеристик /Лаб/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
2.5	Исследование качества систем автоматического управления /Лаб/	5	8	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
2.6	Коррекция систем автоматического управления /Лаб/	5	8	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
Раздел 3. Иная контактная работа							
3.1	Групповые консультации в течение семестра /ИКР/	5	1,6	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2		0
3.2	Групповые консультации перед экзаменом /ИКР/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2		0
3.3	Сдача экзамена /ИКР/	5	0,35	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2		0
Раздел 4. Самостоятельная работа							
4.1	Символьные вычисления в системе MathCad: команды меню «Символьные операции», символьные вычисления при помощи панели «Символьные», операции дифференцирования и интегрирования. Решение линейных систем уравнений в системе MathCad. Решение нелинейных систем уравнений в системе MathCad. Метод Кирхгофа для решения задачи определения токов в электротехнической схеме в MathCAD с помощью матриц. Построение волновых и векторных диаграмм для решения электротехнических задач. Основы работы в MatLab: Основные сведения о языке MATLAB. Работа с матрицами. Работа с MATLAB в режиме командной строки. Работа с М-файлам. Правила подготовки моделей при использовании библиотеки Power System Blockset. Задание параметров и запуск моделирования. /Ср/	5	10	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0

4.2	Основные приемы решения инженерных задач в электроэнергетике. Особенности работы электроэнергетической системы. Математические модели элементов энергосистем. Обзор современных графических пакетов. Основные сведения об оформлении графической документации. Приемы работы в графических средах. Система проектирования КОМПАС - 3D. Основные особенности. Создание графических библиотек. Слияние чертежей. Создание 3D проектов. Правила выполнения электрических схем для задач проектирования. Общие требования к выполнению схем. Линии схем. Условные графические обозначения элементов. Позиционные обозначения элементов. Перечень элементов. Совмещенный и разнесенный способ изображения элементов устройств на принципиальных и функциональных схемах. Математический пакет MathCAD: Обзор и функциональные возможности математического пакета MathCad. Интерфейс математического пакета MathCad. Ввод и редактирование формул. Запись формул и выражений на лист вычислений: основные типы данных, операторы. Создание графиков: график двух векторов, функции и графики функций, двумерные графики в полярной системе координат, графики в трехмерном пространстве, построение волновых и векторных диаграмм. /Ср/	5	20	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1/Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
4.3	Основы работы в MatLab: Виртуальные пакеты Simulink и Power System Blockset. Основные операции по созданию и редактированию моделей. Библиотеки блоков Simulink. Комплексное исчисление. Оперативный метод решений дифференциальных уравнений. Решение дифференциальных уравнений с помощью временных характеристик. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Элементы теории вероятности и математической статистики в задачах энергетики. /Ср/	5	10,4	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1/Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0
Раздел 5. Часы на контроль							
5.1	Самостоятельная работа по подготовке к экзамену во время экзаменационной сессии /Экзамен/	5	35,65	ПК-3.1 ПК-3.3	ПК-3.2	Л1.1/Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5	0

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости

Вопросы для проведения первой аттестации:

1. Что понимается под интерфейсом пользователя?
2. Что такое САПР? Какие разновидности САПР вы знаете? Охарактеризуйте их. Достоинства САПР.
3. Типы программного обеспечения, используемые для моделирования электротехнических систем, их особенности.
4. Что понимается под компьютерной моделью?
5. В чем заключается цель компьютерного моделирования?
6. Какие этапы проходит процесс создания модели?
7. Какие виды моделирования различают?
8. Каковы основные функции и этапы компьютерного моделирования?
9. Какие требования предъявляются к модели?
10. Раскройте понятие адекватности модели
11. В чем особенность экспериментально-статистического подхода к моделированию?
12. Приведите классификацию численных методов оптимизации. Опишите их.
13. Как вычисляется действующее значение переменного тока (напряжения)? Выведите его для синусоидального сигнала?
14. Что такое активная и реактивная мощность?

15. Что характеризует коэффициент мощности?
16. Чем отличается нелинейный элемент электрической схемы от линейного?
17. В чем сложность расчета электрических цепей, содержащих нелинейные элементы?
18. Какими способами описываются зависимости тока от напряжения или напряжения от тока в нелинейных элементах?
19. В каких режимах может работать ДПТ?
20. Какая характеристика ДПТ называется механической?
21. Как можно изменить направление вращения ДПТ?
22. Какие способы торможения можно использовать для ДПТ?
23. Как изменяется частота вращения ДПТ при уменьшении напряжения подводимого к якору?
24. Как изменяется частота вращения ДПТ при уменьшении тока возбуждения?
25. Какие существуют схемы трехфазных выпрямителей?
26. Как изменится кривая напряжения на нагрузке при включении параллельно ей емкости?
27. Как построить с помощью блока «XY Graph» внешнюю характеристику тиристорного выпрямителя?
28. Как моделируется опыт холостого хода трансформатора?
29. Как моделируется опыт короткого замыкания трансформатора?
30. Как рассчитать активную мощность, потребляемую трансформатором?
31. Как рассчитать реактивную мощность, потребляемую трансформатором?
32. Как измерить и рассчитать КПД трансформатора?
33. Как при моделировании трансформатора учесть насыщение его магнитной цепи?

Вопросы для проведения второй аттестации:

1. Разъясните понятие вычислительного эксперимента.
2. Особенности вычислительных экспериментов.
3. Перечислите и опишите этапы вычислительного эксперимента.
4. Опишите проблемы, возникающие при проведении вычислительных экспериментов. Этапы вычислительного эксперимента и их проверка на адекватность.
5. Что такое переходная функции объекта (системы), какие сигналы надо подавать на вход системы для их получения, какова связь между этими временными характеристиками?
6. Почему регулирование частоты вращения асинхронных двигателей основного исполнения изменением напряжения питания является неэффективным?
7. Какие изменения конструкции асинхронных двигателей позволяют увеличить диапазон регулирования их частоты вращения этим способом?
8. Определите кратность пускового тока асинхронного двигателя при соединении обмоток звездой, если известно: $U_1 = U_{1n} = 220 \text{ В}$, $I_{1n} = 40 \text{ А}$, $R_1 = 0,25 \text{ Ом}$, $X_1 = 0,4 \text{ Ом}$, $R_2 = 0,3 \text{ Ом}$, $X_2 = 0,47 \text{ Ом}$. При расчете пренебречь током намагничивания I_{μ} .
9. При каких значениях скольжения момент и ток асинхронного двигателя достигают максимальных значений? От каких параметров двигателя и электрической сети они зависят?
10. Как изменяется потребляемый асинхронным двигателем ток при регулировании его частоты вращения изменением активного сопротивления цепи ротора, если $M_c = \text{const}$?
11. Какие сигналы надо подавать на вход системы (объекта) для получения частотных характеристик?
12. Как снимаются амплитудные и фазовые характеристики систем?
13. Какова связь между передаточной функцией системы и ее комплексным коэффициентом усиления?
14. Как определяются прямые показатели качества САУ (τ , σ , N , $t_{\max}$)?
15. Что такое статическая ошибка системы, как она вычисляется, от чего зависит, как ее снять экспериментально?
16. Как определить косвенные показатели качества системы по частотным (АФХ) и логарифмическим (ЛАЧХ, ЛФЧХ) функциям исследуемой системы?
17. Что такое порядок астатизма по управлению и возмущению?
18. Каковы алгоритмы выбора последовательного, параллельного и корректирующего устройства в цепи обратной связи
19. Из каких соображений строится ЛАЧХ желаемой (скорректированной) системы?
20. Опишите порядок построения логарифмических частотных характеристик корректирующих устройств при последовательной, параллельной и коррекции с обратной связью.
21. Какую зависимость называют переходной функцией?
22. Как по графику переходной функции элемента САУ определить величину его статического коэффициента усиления?
23. Как по графику переходной функции апериодического звена определить величину постоянной времени T ?
24. Как влияет величина постоянной времени апериодического звена на скорость затухания переходного процесса?
25. Как влияет величина коэффициента демпфирования колебаний на поведение колебательного звена в переходном режиме?
26. При каких условиях динамическое звено с уравнением динамики второго порядка является колебательным?
27. Как связаны между собой АЧХ и ЛАЧХ?
28. Как влияет величина коэффициента усиления разомкнутой системы на характер переходного процесса и быстроедействие?
29. Как зависит величина статической ошибки регулирования от коэффициента усиления разомкнутой системы и возмущающего воздействия – нагрузки на валу электродвигателя?

5.2. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Что понимается под интерфейсом пользователя?
2. Что такое САПР? Какие разновидности САПР вы знаете? Охарактеризуйте их. Достоинства САПР.
3. Типы программного обеспечения, используемые для моделирования электротехнических систем, их особенности.
4. Что понимается под компьютерной моделью?
5. В чем заключается цель компьютерного моделирования?
6. Какие этапы проходит процесс создания модели?
7. Какие виды моделирования различают?
8. Каковы основные функции и этапы компьютерного моделирования?
9. Какие требования предъявляются к модели?
10. Раскройте понятие адекватности модели
11. В чем особенность экспериментально-статистического подхода к моделированию?
12. Приведите классификацию численных методов оптимизации. Опишите их.
13. Как вычисляется действующее значение переменного тока (напряжения)? Выведите его для синусоидального сигнала?
14. Что такое активная и реактивная мощность?
15. Что характеризует коэффициент мощности?
16. Чем отличается нелинейный элемент электрической схемы от линейного?
17. В чем сложность расчета электрических цепей, содержащих нелинейные элементы?
18. Какими способами описываются зависимости тока от напряжения или напряжения от тока в нелинейных элементах?
19. В каких режимах может работать ДПТ?
20. Какая характеристика ДПТ называется механической?
21. Как можно изменить направление вращения ДПТ?
22. Какие способы торможения можно использовать для ДПТ?
23. Как изменяется частота вращения ДПТ при уменьшении напряжения подводимого к якору?
24. Как изменяется частота вращения ДПТ при уменьшении тока возбуждения?
25. Какие существуют схемы трехфазных выпрямителей?
26. Как изменится кривая напряжения на нагрузке при включении параллельно ей емкости?
27. Как построить с помощью блока «ХУ Graph» внешнюю характеристику тиристорного выпрямителя?
28. Как моделируется опыт холостого хода трансформатора?
29. Как моделируется опыт короткого замыкания трансформатора?
30. Как рассчитать активную мощность, потребляемую трансформатором?
31. Как рассчитать реактивную мощность, потребляемую трансформатором?
32. Как измерить и рассчитать КПД трансформатора?
33. Как при моделировании трансформатора учесть насыщение его магнитной цепи?
34. Разъясните понятие вычислительного эксперимента.
35. Особенности вычислительных экспериментов.
36. Перечислите и опишите этапы вычислительного эксперимента.
37. Опишите проблемы, возникающие при проведении вычислительных экспериментов. Этапы вычислительного эксперимента и их проверка на адекватность.
38. Что такое переходная функции объекта (системы), какие сигналы надо подавать на вход системы для их получения, какова связь между этими временными характеристиками?
39. Почему регулирование частоты вращения асинхронных двигателей основного исполнения изменением напряжения питания является неэффективным?
40. Какие изменения конструкции асинхронных двигателей позволяют увеличить диапазон регулирования их частоты вращения этим способом?
41. Определите кратность пускового тока асинхронного двигателя при соединении обмоток звездой, если известно: $U_1 = U_{1n} = 220 \text{ В}$, $I_{1n} = 40 \text{ А}$, $R_1 = 0,25 \text{ Ом}$, $X_1 = 0,4 \text{ Ом}$, $R_2 = 0,3 \text{ Ом}$, $X_2 = 0,47 \text{ Ом}$. При расчете пренебречь током намагничивания I_{μ} .
42. При каких значениях скольжения момент и ток асинхронного двигателя достигают максимальных значений? От каких параметров двигателя и электрической сети они зависят?
43. Как изменяется потребляемый асинхронным двигателем ток при регулировании его частоты вращения изменением активного сопротивления цепи ротора, если $M_c = \text{const}$?
44. Какие сигналы надо подавать на вход системы (объекта) для получения частотных характеристик?
45. Как снимаются амплитудные и фазовые характеристики систем?
46. Какова связь между передаточной функцией системы и ее комплексным коэффициентом усиления?
47. Как определяются прямые показатели качества САУ (tr , σ , N , $t_{\max}$)?
48. Что такое статическая ошибка системы, как она вычисляется, от чего зависит, как ее снять экспериментально?
49. Как определить косвенные показатели качества системы по частотным (АФХ) и логарифмическим (ЛАЧХ, ЛФЧХ) функциям исследуемой системы?
50. Что такое порядок астатизма по управлению и возмущению?
51. Каковы алгоритмы выбора последовательного, параллельного и корректирующего устройства в цепи обратной связи
52. Из каких соображений строится ЛАЧХ желаемой (скорректированной) системы?
53. Опишите порядок построения логарифмических частотных характеристик корректирующих устройств при последовательной, параллельной и коррекции с обратной связью.

54. Какую зависимость называют переходной функцией?
55. Как по графику переходной функции элемента САУ определить величину его статического коэффициента усиления?
56. Как по графику переходной функции аperiodического звена определить величину постоянной времени T ?
57. Как влияет величина постоянной времени аperiodического звена на скорость затухания переходного процесса?
58. Как влияет величина коэффициента демпфирования колебаний на поведение колебательного звена в переходном режиме?
59. При каких условиях динамическое звено с уравнением динамики второго порядка является колебательным?
60. Как связаны между собой АЧХ и ЛАЧХ?
61. Как влияет величина коэффициента усиления разомкнутой системы на характер переходного процесса и быстродействие?
62. Как зависит величина статической ошибки регулирования от коэффициента усиления разомкнутой системы и возмущающего воздействия – нагрузки на валу электродвигателя?

5.3. Темы и вопросы для оценивания плановых работ

Учебным планом не предусмотрены.

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

6.1. Рекомендуемая литература

- Л2.1 Смирнов А. А. Прикладное программное обеспечение [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2017. - 358 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457616>
- Л1.1 Некрасов С.А. Моделирование электрических и электронных цепей [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для подготовки к лекционным и практическим занятиям. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 54 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/scripts/show_book2.php?s=12f5fa66143089b69ef196ede179566c67&i=12&t=pdf&d=1
- Л2.2 Крахоткина Е. В. Численные методы в научных расчетах [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2015. - 162 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458055>
- Л2.3 Максимова А. А. Инженерное проектирование в средах CAD: геометрическое моделирование средствами системы «КОМПАС-3Д» [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. - 238 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497289>
- Л2.4 Бурьков Д. В., Полуянович Н. К. Применение IT-технологий в электроэнергетике: Mathcad, Matlab (Simulink), NI Multisim [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2018. - 127 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577648>
- Л2.5 Гайдук А. Р., Беляев В. Е., Пьявченко Т. А. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/125741> *НТБ*

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение в том числе отечественного производства

- 6.3.1 Microsoft Windows 7, Microsoft Windows 8, Microsoft Windows 10
- 6.3.2 Microsoft Windows Server 2016
- 6.3.3 Microsoft Office 2010, 2013, 2016 Professional
- 6.3.4 AutoCAD 2010
- 6.3.5 Компас 2017
- 6.3.6 MATHLAB
- 6.3.7 Ansys
- 6.3.8 Pascal ABC
- 6.3.9 SolidWorks
- 6.3.10 Simulink

6.4. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- 6.4.1 ЭБС ЛАНЬ
- 6.4.2 ЭБС Университетская библиотека онлайн
- 6.4.3 ИСС Техэксперт
- 6.4.4 Электронная библиотека НТБ ЮРГПУ(НПИ)
- 6.4.5 eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека (НЭБ)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

- 7.1 Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа, помещения для самостоятельной работы обучающихся, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лаборатория: Специализированная мебель: столы - 36 шт., стулья - 72 шт., доска маркерная; технические средства обучения: ПК - 10 шт., проектор

7.2	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа, помещение для самостоятельной работы обучающихся, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лаборатория : Специализированная мебель: столы - 35 шт., стулья - 70 шт., доска маркерная; технические средства обучения: ПК - 10 шт, проектор
7.3	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа, помещение для самостоятельной работы обучающихся, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации : Специализированная мебель: столы - 35 шт., стулья - 70 шт., доска маркерная; технические средства обучения: ПК - 10 шт., проектор
7.4	Учебная аудитория для занятий семинарского типа, помещение для самостоятельной работы обучающихся, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации : Специализированная мебель: столы - 35 шт., стулья - 70 шт., доска маркерная; технические средства обучения: ПК - 23 шт., проектор

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (НПИ) имени М.И. Платова»
КАМЕНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. ПЛАТОВА**

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Каменского технологического
Института (филиала)
ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова
О.А. Терновский
«02» 06 2021 г.



**Б1.В.08 Вероятностные методы и теория надежности в
электрообеспечении**

рабочая программа дисциплины (модуля)

Кафедра: Техники и технологии

Специальность/
направление
подготовки: **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Специализация/
направленность
(профиль): Системы электрообеспечения

Квалификация: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая
трудоемкость: 216 часов / 6 з.е.

Каменск-Шахтинский, 2021г.

Рабочую программу составил(и): к.ф.-м. н., доц. Овчинников О.С.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Вероятностные методы и теория надежности в электроснабжении** разработана в соответствии с ФГОС ВО: Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018г. №144)
составлена на основании рабочего учебного плана, одобренного ученым советом ЮГПУ(НПИ) протоколом № 10 от 09.06.2021г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Техники и технологии
31.08.2021г. Протокол № 1

Заведующий кафедрой Гасанов А.Б. _____



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения курса является формирование у студентов вероятностного представления о случайных событиях, величинах и процессах в системах электроснабжения, знаний и навыков статистического анализа результатов измерений случайных параметров, их вероятностного описания и моделирования и применения для решения прикладных задач электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ОБЪЕМ С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО СЕМЕСТРАМ

Цикл (раздел) ОП: Б1.В	
2.1	Связь с предшествующими дисциплинами (модулями):
№ п/п	
2.1.1	Введение в профиль 1 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2
2.1.2	Введение в электроснабжение и электропривод 4 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.1.3	Теория автоматического управления и электрический привод 5 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.1.4	Электрические машины 5 ПК-2.1, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.1.5	Электроснабжение 5 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2	Связь с последующими дисциплинами (модулями), практиками, ВКР:
№ п/п	
2.2.1	Системы электроснабжения 7 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.2	Электрическая часть систем электроснабжения 7 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.3	Проектирование электротехнических комплексов 7 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2.4	Релейная защита систем электроснабжения 7 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.5	Проектная практика 8 ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2.6	Преддипломная практика 8 ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

2.3 Распределение часов дисциплины

Семестр (<Курс>,<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	17 1/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	48	48	48	48
Практические	32	32	32	32
Иная контактная работа	4,75	4,75	4,75	4,75
Итого ауд.	80	80	80	80
Контактная работа	84,75	84,75	84,75	84,75
Сам. работа	95,6	95,6	95,6	95,6
Часы на контроль	35,65	35,65	35,65	35,65
Итого	216	216	216	216

2.4. Виды контроля:

Экзамен 6 семестр

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ПК-2: Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности
ПК-2.1: Знать: методы сбора и анализа данных для проектирования
ПК-2.2: Уметь: выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений; обосновывать выбор целесообразного решения, подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений; осуществлять контроль соответствия разрабатываемой предпроектной документации техническому заданию и нормативно-технической документации

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Индикаторы достижения компетенций	Литература	Инте ракт.
	Раздел 1. Тема 1. Введение. Основные понятия и теоремы теории вероятностей для случайных событий					
1.1	Цель и задача курса. Определение основных понятий. Роль российских ученых и инженеров в разработке теории и практических приложений теории вероятностей в электро-энергетике. Роль ученых ЮРГТУ (НПИ) в создании вероятностной теории электрических нагрузок. Примеры некоторых инженерных задач электроснабжения, решаемых вероятност-ными методами. Случайные события. Вероятность события. Примеры задач на непосредственный подсчет вероятностей. Основные теоремы теории вероятностей. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Формула полной вероятности и теорема Байеса. Частная теорема о повторении опытов. Примеры постановки и решения задач из практики электроснабжения. Надежность в технике (ГОСТ 27.002-89.). Основные понятия, термины и определения: надежность, безотказность, долговечность, исправное состояние, неисправное состояние, работоспособное состояние, неработоспособное состояние, предельное состояние, живучесть, избыточность, отказ, восстановление, ремонтпригодность. /Лек/	6	6	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1 Л3.2	0
1.2	Основные теоремы теории вероятностей. Определение вероятности разрыва электрической цепи. /Пр/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
1.3	Общая теорема о повторении опытов. Приложения общей теоремы о повторении опытов в задачах моделирования нагрузок электроприемников. Категории надежности электроприемников по ПУЭ. Требования по количеству источников питания и способу (времени) восстановления питания Отказы в системах электроснабжения. Классификация отказов. Факторы, влияющие на надежность электроснабжения. Категории надежности электроприемников по ПУЭ. Требования по количеству источников питания и способу (времени) восстановления питания Отказы в системах электроснабжения. Классификация отказов. Факторы, влияющие на	6	10	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
	Раздел 2. Тема 2.'Случайные величины и их законы распределения					

2.1	Дискретные и непрерывные случайные величины в электротехнике. Ряд распределения. Функция распределения. Плотность вероятности случайной величины. Числовые характеристики дискретных и непрерывных случайных величин. Нормальный закон и другие классические законы распределения случайных величин, имеющие практические приложения в электроэнергетике. Методы определения расчетной электрической нагрузки группы электроприемников, основанные на применении нормального закона распределения и закона Пуассона. Законы распределения функций случайных аргументов. Пример закона распределения характеристик группового графика электрической нагрузки при случайных наложениях индивидуальных графиков. Основные показатели надежности, их определение и вычисление по статистическим данным: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, параметр потока отказов. Основные показатели долговечности: средний срок службы, средний ресурс. Основные показатели ремонтпригодности: среднее время восстановления, интенсивность восстановления. Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования. /Лек/	6	14	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
2.2	Законы распределения дискретных случайных величин. Определение вероятностей превышения заданных значений суммарного тока группы электроприемников. /Пр/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
2.3	Определение вероятности попадания случайной величины напряжения в узле сети в заданный интервал по ГОСТ. /Пр/	6	4	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
2.4	Законы распределения случайных величин. Расчет числовых характеристик непрерывных случайных величин Простейший поток отказов – пуассоновский поток, его свойства. Экспоненциальный закон распределения. Определение показателей надежности при экспоненциальном законе распределения. Ранговые распределения случайных величин. Распределения типа Ципфа - Парето. Системные свойства ранговых распределений случайных величин и элементы теории техноценозов. /Ср/	6	30,6	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
2.5	Расчет вероятности безотказной работы, интенсивности отказов, параметра потока отказов по статистическим данным /Пр/	6	4	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.2	0
	Раздел 3. Тема 3. Определение законов распределения случайных величин на основе опытных данных					

3.1	Статистическая функция распределения. Статистический ряд. Гистограмма. Оценки числовых характеристик случайной величины по экспериментальным данным и данным статистического ряда. Выравнивание статистических рядов. Получение законов распределения случайных величин по опытным данным. Требования к статистическим выборкам. Понятие о критериях согласованности опытных данных и теоретических законов распределения. Критерии Колмогорова и Пирсона. Оценка показателей надежности по экспериментальным данным. Документация для сбора первичной информации. Планирование испытаний. Обработка статистических данных о надежности элементов. /Лек/	6	8	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
3.2	Определение вероятности попадания случайной величины напряжения в узле сети в заданный интервал по ГОСТ. /Пр/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
3.3	Понятие о приложениях предельных теорем теории вероятностей. Теорема Чебышева. Теорема Ляпунова. Центральная предельная теорема для одинаково распределенных слагаемых на примере случайных величин нагрузок электроприемников. Определение объема наблюдений при определении надежности по экспериментальным данным. Построение доверительных границ /Ср/	6	20	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
3.4	Определение закона распределения случайной величины мощности группы электроприемников по экспериментальным данным. Оценка согласованности теоретического закона и экспериментальных данных по критерию Пирсона. /Пр/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
3.5	Статистическая обработка экспериментальных данных о времени работы до отказа, построение гистограммы /Пр/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.2	0
	Раздел 4. Тема 4. Системы случайных величин. Основы регрессионного анализа.					
4.1	Понятие о системе случайных величин. Числовые характеристики системы случайных величин. Зависимость и коррелированность случайных величин. Законы распределения и числовые характеристики суммы случайных величин. Регрессионный и факторный анализ. Линейная регрессия. Нелинейная регрессия. Методы определения параметров регрессионных зависимостей. Построение энергетических характеристик технологических агрегатов, цехов и предприятий на основе регрессионного и корреляционного анализа. Расчет показателей надежности схем электроснабжения. Надежность сложных структур. Минимальные сечения. Аналитический метод расчета надежности на основе формулы полной вероятности. Таблично-логический метод расчета надежности. Ущерб энергоснабжающих организаций и потребителей от нарушений электро-снабжения. Виды и составляющие ущерба. Использование величины ущерба для принятия решений /Лек/	6	9	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0

4.2	Определение параметров выборочного уравнения линейной регрессии на примере зависимости электропотребления от выпуска продукции. /Пр/	6	4	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
4.3	Доверительный интервал для уравнений линейной регрессии. Имитационный метод расчета надежности систем электроснабжения. /Ср/	6	4	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
4.4	Расчет вероятности безотказной работы, интенсивности отказов, параметра потока отказов по статистическим данным /Пр/	6	4	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.2	0
Раздел 5. Тема 5. Основы теории случайных процессов и ее приложений к решению задач электроснабжения.						
5.1	Понятие о случайном графике электрической нагрузки как о случайном процессе. Классификация случайных графиков электрической нагрузки. Характеристики случайных графиков нагрузки. Функции распределения и числовые характеристики случайных величин нагрузки в сечениях случайного процесса. Понятие о стационарном случайном графике. Эргодическое свойство стационарных случайных графиков. Определение характеристик случайного графика электрической нагрузки по одной реализации. Понятие о нестационарных случайных процессах. Периодический график нагрузки как модель циклического технологического или суточного графиков электрической нагрузки. Числовые характеристики периодических моделей индивидуальных графиков и суммарного графика электрической нагрузки. Дисперсия суммарного графика электрической нагрузки. Основы теории взаимной корреляции реализаций случайных графиков электрической нагрузки и ее приложения к решению задач прогнозирования и оптимизации электропотребления в системах электроснабжения. Независимость и коррелированность графиков электрической нагрузки. Задача выравнивания (уменьшение дисперсии) графиков электрической нагрузки. /Лек/	6	11	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
5.2	Расчет числовых характеристик реализаций индивидуальных и групповых (суммарных) графиков электрической нагрузки /Пр/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
5.3	Расчет взаимокорреляционных моментов графиков нагрузки. Выравнивание суммарного графика электрической нагрузки /Пр/	6	4	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
5.4	Примеры стационарных и нестационарных графиков электрической нагрузки. Технологические и фактические графики нагрузки электроприемников. Суточные графики электрической нагрузки цеховых трансформаторных подстанций 6/0,4 кВ и 10/0,4 кВ. Суточные графики электрической нагрузки трансформаторных подстанций 6/0,4 кВ, 10/0,4 кВ и 20/0,4 кВ городских электрических сетей. Суточные графики электрической нагрузки энергосистемы. /Ср/	6	31	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0
Раздел 6. Иная контактная работа						
6.1	Сдача экзамена /ИКР/	6	0,35	ПК-2.1 ПК-2.2		0
6.2	Групповые консультации в семестре /ИКР/	6	2,4	ПК-2.1 ПК-2.2		0
6.3	Групповые консультации перед экзаменом /ИКР/	6	2	ПК-2.1 ПК-2.2		0
Раздел 7. Часы на контроль						
7.1	Самостоятельная работа по подготовке к экзамену во время экзаменационной сессии /Экзамен/	6	35,65	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1Л2.1 Л2.2	0

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости

1. Определение события и вероятности появления события.
2. Практически невозможное и практически достоверное события. Принцип практической уверенности
3. Умножение вероятностей для зависимых и независимых случайных событий.
4. Сложение вероятностей для совместных и несовместных событий.
5. Определение дискретной и непрерывной случайных величин.
6. Ряд распределения, многоугольник распределения.
7. Плотность вероятности непрерывной случайной величины.
8. Функция распределения случайной величины.
9. Числовые характеристики дискретных случайных величин.
10. Числовые характеристики непрерывных случайных величин.
11. Определение дисперсии случайной величины
12. Определение вероятности попадания случайной в заданный интервал.
13. Вероятностный метод расчета электрических нагрузок, основанный на нормальном законе распределения.
14. Получение гистограммы распределения случайной величины по опытным данным.
15. Оценки числовых характеристик случайных величин по опытным данным.
16. Постановка задачи о выравнивании статистического ряда. Критерии согласованности опытных данных с теоретическими.
17. Критерий Пирсона согласованности опытных данных с теоретическими.
18. Критерий Колмогорова согласованности опытных данных с теоретическими.
19. Зависимость и коррелированность случайных величин.
20. Числовые характеристики суммы случайных величин.
21. Линейная и нелинейная регрессия случайных величин.
22. Определение параметров линейной регрессионной зависимости для системы двух случайных величин.
23. Прогнозирование электропотребления на основе регрессионных зависимостей между электропотреблением и выпуском продукции.
24. График электрической нагрузки как случайный процесс.
25. Эргодическое свойство стационарного случайного процесса.
26. Стационарные и нестационарные случайные графики электрической нагрузки
27. Корреляционная функция случайного графика электрической нагрузки
28. Определение характеристик случайного графика нагрузки по одной реализации.
29. Дисперсия индивидуального графика электрической нагрузки.
30. Дисперсия суммарного графика электрической нагрузки.
31. Основные понятия в области надежности: надежность, безотказность, долговечность, исправное состояние, неисправное состояние, работоспособное состояние, неработоспособное состояние, предельное состояние, живучесть, избыточность, отказ, восстановление, ремонтпригодность.
32. Виды отказов.
33. Факторы, влияющие на надежность электроснабжения.
34. Основные показатели надежности, их определение и вычисление по статистическим данным: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, параметр потока отказов.
35. В чем отличие интенсивности от параметра потока отказов? В чем отличие наработки до отказа и наработки на отказ?
36. Основные показатели долговечности: средний срок службы, средний ресурс.
37. Основные показатели ремонтпригодности: среднее время восстановления, интенсивность восстановления.
38. Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования.
39. Какие показатели надежности элементов систем электроснабжения приводятся в справочниках, а какие вычисляют.
40. Простейший поток отказов – пуассоновский поток, его свойства.
41. Экспоненциальный закон распределения. Определение показателей надежности при экспоненциальном законе распределения.
42. Порядок решения задач надежности. Схема замещения по надежности.

5.2. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Определение события и вероятности появления события.
2. Практически невозможное и практически достоверное события. Принцип практической уверенности
3. Умножение вероятностей для зависимых и независимых случайных событий.
4. Сложение вероятностей для совместных и несовместных событий.
5. Определение дискретной и непрерывной случайных величин.
6. Ряд распределения, многоугольник распределения.
7. Плотность вероятности непрерывной случайной величины.
8. Функция распределения случайной величины.
9. Числовые характеристики дискретных случайных величин.
10. Числовые характеристики непрерывных случайных величин.
11. Определение дисперсии случайной величины
12. Определение вероятности попадания случайной в заданный интервал.
13. Вероятностный метод расчета электрических нагрузок, основанный на нормальном законе распределения.

14. Получение гистограммы распределения случайной величины по опытным данным.
15. Оценки числовых характеристик случайных величин по опытным данным.
16. Постановка задачи о выравнивании статистического ряда. Критерии согласованности опытных данных с теоретическими.
17. Критерий Пирсона согласованности опытных данных с теоретическими.
18. Критерий Колмогорова согласованности опытных данных с теоретическими.
19. Зависимость и коррелированность случайных величин.
20. Числовые характеристики суммы случайных величин.
21. Линейная и нелинейная регрессия случайных величин.
22. Определение параметров линейной регрессионной зависимости для системы двух случайных величин.
23. Прогнозирование электропотребления на основе регрессионных зависимостей между электропотреблением и выпуском продукции.
24. Теорема Чебышева. Теорема Ляпунова.
25. Центральная предельная теорема
26. График электрической нагрузки как случайный процесс.
27. Эргодическое свойство стационарного случайного процесса.
28. Стационарные и нестационарные случайные графики электрической нагрузки
29. Корреляционная функция случайного графика электрической нагрузки
30. Определение характеристик случайного графика нагрузки по одной реализации.
31. Дисперсия индивидуального графика электрической нагрузки.
32. Дисперсия суммарного графика электрической нагрузки.
33. Моделирование циклических технологических процессов периодическими графиками электрической нагрузки.
34. Определение числовых характеристик и корреляционной функции периодических графиков электрической нагрузки.
35. Корреляционный метод снижения дисперсии суммарного графика электрической нагрузки.
36. Статистические характеристики графика электрической нагрузки.
37. Определение вероятности попадания случайной величины в заданный диапазон по известному закону распределения.
38. Определение максимальной электрической нагрузки по статистическому методу.
39. Построение гистограммы распределения случайной величины по заданной выборке экспериментальных данных.
40. Основные понятия в области надежности: надежность, безотказность, долговечность, исправное состояние, неисправное состояние, работоспособное состояние, неработоспособное состояние, предельное состояние, живучесть, избыточность, отказ, восстановление, ремонтпригодность.
41. Виды отказов.
42. Факторы, влияющие на надежность электроснабжения.
43. Основные показатели надежности, их определение и вычисление по статистическим данным: вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, параметр потока отказов.
44. В чем отличие интенсивности от параметра потока отказов? В чем отличие наработки до отказа и наработки на отказ?
46. Основные показатели долговечности: средний срок службы, средний ресурс.
47. Основные показатели ремонтпригодности: среднее время восстановления, интенсивность восстановления.
48. Комплексные показатели надежности: коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования.
49. Какие показатели надежности элементов систем электроснабжения приводятся в справочниках, а какие вычисляют.
50. Простейший поток отказов – пуассоновский поток, его свойства.
51. Экспоненциальный закон распределения. Определение показателей надежности при экспоненциальном законе распределения.
52. Порядок решения задач надежности. Схема замещения по надежности.

5.3. Темы и вопросы для оценивания плановых работ

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

6.1. Рекомендуемая литература

ЛЗ.1	Демура А.В. Теория надежности в электроэнергетике [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 36 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=121105756e51956a71f5fc1255e6bbe0d2&i=12&t=pdf&d=1
Л2.1	Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Москва: Высшая школа, 1979. - 400 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458330
Л1.1	Малафеев С. И. Надежность электроснабжения [Электронный ресурс]: - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 368 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/101833
ЛЗ.2	Надтока И.И. Вероятностные методы в электроснабжении [Электронный ресурс]: методические указания к самостоятельной работе студентов. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 8 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=12a13c6cd4661bb1e330e9e9ea7f3c18d4&i=12&t=pdf&d=1
Л1.2	Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. - Москва: Высшая школа, 2005. - 479 с.

Л2.2	Васильева Т. Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения [Электронный ресурс]: - Москва: Горячая линия-Телеком, 2017. - 152 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111033
Л2.3	Вентцель Е. С. Теория вероятностей:учебник для вузов. - Москва: Академия, 2003. - 576 с.
Л1.3	Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения:учебное пособие для вузов. - Москва: Академия, 2003. - 432 с.
6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение в том числе отечественного производства	
6.3.1	Microsoft Windows 7, Microsoft Windows 8, Microsoft Windows 10
6.3.2	MATHLAB
6.3.3	Microsoft Office 2010,2013,2016 Professional
6.3.4	Статистика
6.4. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	
6.4.1	ЭБС ЛАНЬ
6.4.2	ИСС Техэксперт
6.4.3	Электронная библиотека НТБ ЮРГПУ(НПИ)
6.4.4	eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека (НЭБ)
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа, помещение для самостоятельной работы обучающихся, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лаборатория : Специализированная мебель: Специализированная мебель: стол – 15шт; стул – 35шт; лавка – 3шт; доска – 2шт; технические средства обучения – проектор – 1 шт; лабораторные стенды по курсам "Электротехнические установки", "Электрическое освещение", "Техническая диагностика электрооборудования"
7.2	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа, помещение для самостоятельной работы обучающихся, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лаборатория : Специализированная мебель: стол – 12 шт; стул – 24 шт; лавка – 14 шт; доска – 2 шт; технические средства обучения: генератор постоянного тока-2,2 кВт, СД-4,9 кВт, АД-1 кВт, лабораторные стенды по курсам "Спец. вопросы электроснабжения", "Энергоресурсы, энергосбережение и учет"