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
«08» 06 2021г.

Б1.В.03 Электроснабжение

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.т.н., доц. Гасанов А.Б.

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Электроснабжение** 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 09.06.2021г.

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	Создание у студентов, достаточно полного представления о том, как подается электроэнергия, как она распределяется в промышленных, городских, сельских и транспортных сетях, как обеспечивается надежность питания и качество электроэнергии, какое место занимает система электроснабжения в единой системе производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

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

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

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля)	Семестр	Шифр компетенции предшествующей дисциплины (модуля)
2.2.1	Промышленная и силовая электроника	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.2	Электроэнергетические системы и сети	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2.3	Вероятностные методы и теория надежности в электроснабжении	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2.4	Моделирование электроприводов	6	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.5	Системы электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.6	Электрическая часть систем электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.7	Проектирование электротехнических комплексов	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2.8	Релейная защита систем электроснабжения	7	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2.2.9	Проектная практика	8	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
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	
Недель	16 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	1,85	1,85	1,85	1,85
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	49,85	49,85	49,85	49,85
Сам. работа	94,15	94,15	94,15	94,15
Итого	144	144	144	144

2.4. Виды контроля:

Зачёт 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-2.2: 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
ПК-2.3: Владеть: принципами и методами проектирования 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. ТЕМА 1. Введение.					
1.1	Работы российских инженеров и учёных в развитии систем электроснабжения Назначение и требования к системам электроснабжения: осуществление надежного и экономичного питания потребителей электроэнергией в необходимом количестве, соответствующего качества, с соблюдением условий безопасности. Технические, социально-экономические и экологические требования, предъявляемые к системам электроснабжения. Основные задачи, решаемые при проектировании систем электроснабжения: - расчет электрических нагрузок; - выбор числа, мощности трансформаторов и местоположения подстанций; - выбор устройств компенсации реактивной мощности, схем подстанций и сетей, их конструктивного исполнения, сечений жил проводников; - расчет токов коротких замыканий и выбор способов их снижения; - выбор оборудования подстанций и распределительных устройств; - обеспечение требуемого качества электроэнергии; релейная защита, автоматизация. Экономика электроснабжения. Капитальные затраты, издержки, стоимость потерь электроэнергии, приведенные затраты при сравнении вариантов систем электроснабжения. Применение двухставочного и дифференцированного по зонам суток тарифов на электроэнергию, накопителей энергии для снижения неравномерности графика нагрузки энергосистемы. /Лек/	5	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
1.2	Экономика электроснабжения. Капитальные затраты, издержки, стоимость потерь электроэнергии, приведенные затраты при сравнении вариантов систем электроснабжения. Применение двухставочного и дифференцированного по зонам суток тарифов на электроэнергию, накопителей энергии для снижения неравномерности графика нагрузки энергосистемы. /Ср/	5	15	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
	Раздел 2. ТЕМА 2. Факторы, влияющие на выбор схем, конструктивного исполнения и другие особенности систем электроснабжения.					

2.1	Основные группы электроприемников: освещение, электроприводы, электротехнологические установки. Классификация электроприемников по требуемой надежности электроснабжения, требуемое количество источников и допустимые перерывы питания в соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ). Шкала напряжений по ГОСТ. Режимы работы нейтрали трехфазной сети: изолированная и глухозаземленная. Их преимущества и недостатки. Принятые режимы нейтрали в трехфазной сети различных номинальных напряжений. Выбор напряжений систем электроснабжения. Условия работы: на открытом воздухе и внутри помещения. Климатические условия: скорость ветра, гололед, температура воздуха и почвы, грозовая деятельность; загрязнение атмосферы (степень загрязнения, классы производств по выделяемым вредностям). Классификация помещений по условиям среды: сухие, влажные, сырые, особо сырые, жаркие, пыльные, с химически активной средой. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током. /Лек/	5	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
2.2	Категории пожароопасности производства А, Б, В, Г, Д по условиям возможности возникновения взрыва, пожара в процессе работы. Предел огнестойкости строительных конструкций. Степени огнестойкости I, II, III, IV, V. Степень возгораемости материалов и конструкций. Группы возгораемости: несгораемые, трудносгораемые, сгораемые. Классификация взрывоопасных зон: В-1, В-1а, В-1б, В -1г, В-II, В-IIа. Классификация пожароопасных зон: П-I, П-II, П-IIа, П-III. /Ср/	5	17	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
	Раздел 3. ТЕМА 3. Расчетные нагрузки электрических сетей.					

3.1	Режимы работы электроприемников: длительный, кратковременный и повторно-кратковременный. Показатели индивидуальных и групповых графиков нагрузки: коэффициенты включения, использования, загрузки, формы, максимума, спроса. Упорядоченная диаграмма графика нагрузки. Эффективное число электроприемников и его физический смысл. Понятие расчетной нагрузки и ее определение при заданном графике нагрузки. Средняя нагрузка за скользящий интервал времени данной продолжительности, принцип получасового максимума. Определение расчетной нагрузки по методу упорядоченных диаграмм. Зависимость максимума средней нагрузки от продолжительности интервала осреднения. Определение расчетной нагрузки при наличии однофазных электроприемников. Потери активной и реактивной мощности и электроэнергии: расчет потерь в линиях по среднеквадратичной и максимальной нагрузке, время максимальных потерь; расчет потерь в магистральных сетях; расчет потерь в трансформаторах. Нагревание и охлаждение проводников при протекании тока. Уравнения нагрева. Длительно допустимая нагрузка проводника. Физический смысл расчета проводников по получасовому максимуму. Определение расчетных нагрузок на высших ступенях систем электроснабжения. Пиковые нагрузки одного и группы электроприемников. Самозапуск электродвигателей. /Лек/	5	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
3.2	Другие методы расчета нагрузок: метод технологического графика; метод коэффициента спроса; метод удельной расчетный нагрузки на единицу производственной площади; метод удельного расхода электроэнергии. Особенности определения электрических нагрузок городских и сельскохозяйственных потребителей. Определение годового потребления электроэнергии по средней за наиболее загруженную смену и максимальной нагрузкам; коэффициент сменности по энергоиспользованию, годовое число часов работы и число часов использования максимума. /Ср/	5	17	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
3.3	Цеховые электрические сети напряжением до 1 кВ. /Пр/	5	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2	0
	Раздел 4. ТЕМА 4. Структура, схемы систем электроснабжения и их конструктивное исполнение.					

4.1	Структура систем электроснабжения: главные понизительные подстанции и подстанции глубокого ввода, ТЭЦ, распределительные устройства, электрические линии, распределительные пункты (РП), трансформаторные подстанции (ТП), сети напряжением до 1000 В. Особенности систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства и транспортных систем. Схемы главных понизительных подстанций. Ресурсосберегающие технологии и индустриализация монтажа в системах электроснабжения на примере комплектных трансформаторных подстанций, распредустройств, токопроводов и шинопроводов. Выбор местоположения подстанций, числа и мощности трансформаторов на подстанциях. Схемы ТП с напряжением до 1 кВ. Конструктивное исполнение подстанций и РП. Комплектные трансформаторные подстанции. Силовые пункты. Конструктивное исполнение: марки проводов, способы выполнения электропроводок, магистральные, распределительные, троллейные и осветительные шинопроводы, специальные линии для питания передвижных электроприемников. Защитная и коммутационная аппаратура электроустановок до 1000 В. Защита проводов и кабелей до 1000 В от действия токов коротких замыканий и перегрузок. Порядок выбора проводов и кабелей до 1000 В. Резервирование и надежность питания сетей до 1000 В. Ограничение токов короткого замыкания. Схемы реактирования. Применение сдвоенных реакторов. Трансформаторы с расщепленными обмотками. Типы схем сетей напряжением выше 1000 В: радиальные, одиночные, двойные, магистрали, магистрали с двухсторонним питанием. Схемы ответвлений от магистрали. Преимущества и недостатки радиальных и магистральных сетей, их сравнение по затратам и надежности электроснабжения. Обеспечение требуемой надежности применением двухтрансформаторных подстанций, параллельных линий, складского резерва трансформаторов, резервных перемычек на стороне низшего напряжения. Кабельные и воздушные линии напряжением выше 1000 В, токопроводы, их область применения. Устройство и марки кабелей, способы их прокладки. Выбор и проверка сечений проводников: по длительно допустимой нагрузке, по экономической плотности тока, потерям напряжения и термическому действию ТКЗ. Условия, принятые при определении длительно допустимого тока: способы прокладки, температура среды и допустимая температура нагрева. Схемы электрических сетей напряжением до 1000 В: радиальные одно- и многоступенчатые, магистральные. Особенности сетей в пожароопасных, взрывоопасных зонах, в помещениях с химически активной средой. /Лек/	5	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
4.2	Основные определения, применяемые в ПУЭ, ПТЭ, ПТБ. /Ср/	5	17	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0

4.3	Расчет параметров схем замещения трансформатора на основе экспериментальных данных опытов ХХ и КЗ /Пр/	5	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2	0
	Раздел 5. ТЕМА 5. Компенсация реактивных нагрузок.					
5.1	Причины, вызывающие необходимость компенсации реактивных нагрузок. Способы снижения потребления реактивной мощности, не требующие компенсирующих устройств. Входная реактивная мощность. Определение необходимой мощности компенсирующих устройств. Типы компенсирующих устройств: синхронные двигатели, конденсаторные установки, синхронные компенсаторы, статические источники реактивной мощности. Основные свойства и технико-экономические показатели синхронных двигателей как генераторов реактивной мощности. Конденсаторы, их характеристики и свойства. Комплектные конденсаторные установки. Принципы технико-экономического сравнения различных вариантов компенсирующих устройств и их размещение в системе электроснабжения. /Лек/	5	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
5.2	Схемы защиты и конструкции установок конденсаторов; секционирование батарей и автоматическое регулирование их мощности. Разряд конденсаторов. /Ср/	5	15	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
	Раздел 6. ТЕМА 6. Качество электроэнергии.					
6.1	Причины, вызывающие ухудшение качество электроэнергии: падение напряжения, электроприёмники с резкопеременной, несимметричной, нелинейной нагрузкой, однофазные электроприёмники. Влияние отклонений, колебаний, несинусоидальности и несимметрии напряжения на работу электроприемников, конденсаторных батарей; вызываемый ущерб. Показатели качества электроэнергии, допустимые пределы изменения. Основные схемные решения и технические средства повышения качества электроэнергии. Регулирование напряжения на промышленных предприятиях. /Лек/	5	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
6.2	Способы регулирования напряжения: коэффициентом трансформации трансформаторов, путем изменения падения напряжения в сети. Поперечная и продольная емкостная компенсация. /Ср/	5	13,15	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0
6.3	Расчет параметров трансформаторов на основе их каталожных данных для схем замещения при расчетах токов короткого замыкания в системах электроснабжения. /Пр/	5	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.2	0
	Раздел 7. Иная контактная работа					
7.1	Групповые консультации в семестре. /ИКР/	5	1,6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3		0
7.2	Сдача зачета. /ИКР/	5	0,25	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3		0

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости

Вопросы к первой аттестации.

1.Система электроснабжения

2.Работы российских инженеров и учёных в развитии систем электроснабжения

3.Схема и основное оборудование тепловой электрической станции

4.Синхронный генератор, зависимость его скорости вращения от числа пар полюсов

5.Источники электрической энергии

6.Электростанции
7.Воздушная и кабельная линии электропередачи
8.Электрическая подстанция (ЭП): трансформаторная, комплектная, преобразовательная, тяговая, распределительная, встроенная, пристроенная, отдельно стоящая
9.Открытые, закрытые, комплектные распределительные устройства
10.Оперативный и диспетчерские пункты управления
11.Системы и секции шин
12.Приемники и потребители электрической энергии
13.Действующая электроустановка
14.Номинальные напряжения электроустановок
15.Асинхронный электродвигатель как приемник электроэнергии
16.Синхронный электродвигатель как приемник электроэнергии
17.Электротехнологические установки как потребители электроэнергии

Вопросы ко второй аттестации.

1.Сущность компенсации реактивной мощности
2.Внешнее и внутреннее электроснабжение предприятий
3.Радиальные, магистральные и смешанные схемы распределительных сетей
4.Показатели и нормы качества электроэнергии
5.Влияние показателей качества электроэнергии на ее потери и работу электрооборудования
6.Особенности применения методов контурных токов и узловых потенциалов для расчетов ВГ
7.Применение ЭВМ для расчетов несинусоидальности в СЭС
8.Схемы питания главных цепей, оборудование КПП
9.Требования к системам электроснабжения установок электролиза
10.Применение метода внутреннего (естественного) симметрирования в системах электроснабжения ЭТУ
11.Основные термины и понятия, используемые в теории внутреннего симметрирования
12.Алгоритм вычисления с использованием калькулятора модулей симметричных составляющих и показателей несимметрии напряжений по их фазным и междуфазным значениям
13.Оптимизация группового режима однофазных приемников электроэнергии внутренним симметрированием
14.Принципы внутреннего симметрирования

5.2. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

ТЕМА 1, 2
1.Система электроснабжения.
2.Работы российских инженеров и учёных в развитии систем электроснабжения.
3.Схема и основное оборудование тепловой электрической станции.
4.Синхронный генератор, зависимость его скорости вращения от числа пар полюсов.
5.Источники электрической энергии.
6.Электростанции.
7.Воздушная и кабельная линии электропередачи.
8.Электрическая подстанция (ЭП): трансформаторная, комплектная, преобразовательная, тяговая, распределительная, встроенная, пристроенная, отдельностоящая.
9.Открытые, закрытые, комплектные распределительные устройства.
10.Оперативный и диспетчерские пункты управления.
11.Системы и секции шин.
12.Приемники и потребители электрической энергии.
13.Действующая электроустановка.
14.Номинальные напряжения электроустановок.
15.Асинхронный электродвигатель как приемник электроэнергии.
16.Синхронный электродвигатель как приемник электроэнергии.
17.Электротехнологические установки как потребители электроэнергии.
ТЕМА 3, 4
18.Индивидуальные и групповые графики нагрузок, их использование.
19.Почему необходимо иметь равномерный график нагрузки?
20.Нагрев кабеля.
21.Коэффициенты включения, формы, заполнения, использования, спроса, максимума графика нагрузки.
22.Необходимость расчета электрических нагрузок, расчетные нагрузки.
23.Способы выравнивания групповых графиков нагрузок.
24.Алгоритм расчета нагрузок по методу упорядоченных диаграмм.
25.Времена включения, максимума нагрузок и максимальных потерь.
26.Перегрузочная способность силовых трансформаторов.
27.Режимы работы электрооборудования в системах электроснабжения.
28.Простые и сложные короткие замыкания.
29.Основные конструктивные элементы силовых трансформаторов.
30.Навесное оборудование силовых трансформаторов в зависимости от их номинальной мощности.
31.Способы охлаждения силовых трансформаторов.
32.Размеренный ряд мощностей силовых трансформаторов.

33.Принципиальное конструктивное отличие проводов и кабелей.
34.Стандартные сечения жил проводов и кабелей.
35.Выбор уставок предохранителей и автоматических выключателей.
36.Выбор токоведущих частей электроустановок.
37.Постоянная времени нагрева электрооборудования и токоведущих частей.
38.Средние, среднеквадратические и пиковые нагрузки, их назначение и физический смысл.
39.Среднее значение нагрузки за наиболее загруженную смену, за скользящий отрезок времени.
40.Среднее значение, дисперсия, стандарт, автокорреляционная функция индивидуального графика нагрузки.
41.Среднее значение, дисперсия, корреляционные моменты, корреляционная функция группового графика нагрузки.
42.Методы расчета электрических нагрузок (перечислить).
43.Метод расчета электрических нагрузок по удельным нормам расхода электрической энергии.
44.Расчет электрических нагрузок по методу коэффициента спроса.
45.Определение потерь электроэнергии в токоведущих частях.
46.Определение потерь электроэнергии в силовых трансформаторах.
ТЕМА 5, 6
47.Сущность компенсации реактивной мощности.
48.Внешнее и внутреннее электроснабжение предприятий.
49.Радиальные, магистральные и смешанные схемы распределительных сетей.
50.Показатели и нормы качества электроэнергии.
51.Влияние показателей качества электроэнергии на ее потери и работу электрооборудования.
52.Особенности применения методов контурных токов и узловых потенциалов для расчетов ВГ.
53.Схемы питания главных цепей, оборудование КПП.
54.Требования к системам электроснабжения установок электролиза.
55.Применение метода внутреннего (естественного) симметрирования в системах электроснабжения ЭТУ.
56.Основные термины и понятия, используемые в теории внутреннего симметрирования.
57.Принципы внутреннего симметрирования.
58.Применение ЭВМ для расчетов несинусоидальности в СЭС.
59.Алгоритм вычисления с использованием калькулятора модулей симметричных составляющих и показателей несимметрии напряжений по их фазным и междуфазным значениям.
60.Оптимизация группового режима однофазных приемников электроэнергии внутренним симметрированием.

5.3. Темы и вопросы для оценивания плановых работ

Учебным планом не предусмотрено.

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

6.1. Рекомендуемая литература

Л2.1	Шлейников В. Б. Электроснабжение цеха промышленного предприятия [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2012. - 115 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270270
Л3.1	Надтока И.И. Электроснабжение промышленных предприятий и городов [Электронный ресурс]:методические указания к самостоятельной работе студентов. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 12 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=12e690bbcc7f392217861412d4b9182abf&i=12&t=pdf&d=1
Л1.1	Стрельников Н. А. Электроснабжение промышленных предприятий [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. - 100 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228801
Л3.2	Надтока И.И., Кужеков С.Л. Электроснабжение промышленных предприятий и городов [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ. - Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2013. - 87 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=123d02347ffb705d97fb92d4d219fd4f0c&i=12&t=pdf&d=1
Л1.2	Яшков В. А., Сибикин М. Ю., Сибикин Ю. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Электронный ресурс]:учебник. - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2014. - 337 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429427
Л2.2	Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий [Электронный ресурс]:учебное пособие. - М.: КНОРУС, 2013. - 368 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=12112b42c89172192895422fb954e48e37&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	Компас 2017
6.3.4	Kaspersky Endpoint Security

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)

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: 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"

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
«09» 06 2021г.

Б1.В.04 Теория автоматического управления и электрический привод

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:	**144часов / 4 з.е.**

Каменск-Шахтинский, 2021г.

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Теория автоматического управления и электрический привод** 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 09.06.2021г.

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 целостного представления о математическом описании систем автоматического управления, о критериях устойчивости и построении систем с необходимым качеством регулирования, а также формирование у студентов знаний об электроприводе и электрооборудовании производственных процессов, применении автоматизации для управления электроустановками для последующей успешной профессиональной деятельности.

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	
Недель	16 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	3,15	3,15	3,15	3,15
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	51,15	51,15	51,15	51,15
Сам. работа	57,2	57,2	57,2	57,2
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-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

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. Введение. Принципы управления. Алгоритмы управления. Основные законы управления					

1.1	Общие сведения о системах автоматического управления. Понятие о системе управления и ее элементах. Объекты управления. Управляющие и возмущающие воздействия, управляемые координаты, неконтролируемые параметры. Примеры систем автоматического управления. Основные задачи теории автоматического управления. Принципы разомкнутого управления, компенсации возмущения, управление с обратной связью. Понятие об основных алгоритмах управления. Системы стабилизации, системы программного управления, следящие системы, системы с поиском экстремума (показателя качества функционирования системы), системы оптимального управления, адаптивные системы, системы управления с искусственным интеллектом. Пропорциональный, дифференциальный, интегральный законы управления и их сочетания. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
1.2	Инструктаж по технике безопасности, ознакомление с порядком выполнения и защиты лабораторных работ /Лаб/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
1.3	Составление функциональной и структурной схемы системы. /Пр/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2	0
1.4	Системы стабилизации, системы программного управления, следящие системы, системы с поиском экстремума (показателя качества функционирования системы), системы оптимального управления, адаптивные системы, системы управления с искусственным интеллектом. /Ср/	5	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
	Раздел 2. Функциональная и структурная схемы систем автоматического управления. Эквивалентные преобразования структурных схем САУ					
2.1	Понятие о САУ как о системе, состоящей из совокупности отдельных элементов (динамических звеньев). Принципиальная, функциональная и структурная схемы САУ. Уравнения звеньев. Линеаризация уравнения звена. Дифференциальное уравнение звена. Статическая характеристика звена. Преобразование Лапласа. Передаточная функция звена. Эквивалентные преобразования структурных схем САУ для последовательно, параллельно соединенных звеньев, для звеньев охваченных обратными связями. Переносы точек съема и сумматоров при эквивалентных преобразованиях САУ. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
2.2	Исследование автоматических систем с различными принципами управления /Лаб/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
2.3	Составление передаточных функций, получение статической характеристики системы. /Пр/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
	Раздел 3. Частотные функции и характеристики динамических звеньев и САУ. Основные динамические звенья и их характеристики					

3.1	Амплитудно-частотная, фазочастотная, амплитудно-фазочастотная характеристики. Вещественно частотная характеристика (ВЧХ), мнимая частотная характеристика (МЧХ). Логарифмические амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики (ЛАЧХ и ЛФЧХ). Асимптотические ЛАЧХ и ЛФЧХ и их применение. Понятие об усилительных, дифференцирующих и интегрирующих звеньях. Апериодические звенья первого и второго порядков. Колебательное звено. Идеальное и реальное (инерционное) дифференцирующие звенья. Идеальное и реальное (инерционное) интегрирующие звенья. Звено с запаздыванием. Примеры динамических звеньев в системах электроснабжения и в других областях техники. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
3.2	Исследование качества регулирования замкнутых автоматических систем. /Лаб/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
3.3	Определение устойчивости системы. /Пр/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
3.4	Понятие об усилительных, дифференцирующих и интегрирующих звеньях. Апериодические звенья первого и второго порядков. Колебательное звено. Идеальное и реальное (инерционное) дифференцирующие звенья. Идеальное и реальное (инерционное) интегрирующие звенья. Звено с запаздыванием. /Ср/	5	10	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
	Раздел 4. Устойчивость линейных систем автоматического управления. Качество переходного процесса линейных САУ					
4.1	Понятие об устойчивости САУ. Характеристическое уравнение САУ. Оценка устойчивости САУ и вида переходного процесса по корням характеристического уравнения. Критерий устойчивости Найквиста для амплитудно-фазовой частотной характеристики и для логарифмических амплитудной и фазовой частотных характеристик САУ. Оценка устойчивости САУ по критерию Найквиста на примере САУ, состоящей из трех последовательно соединенных апериодических звеньев. Приведение неустойчивой САУ к устойчивому состоянию по АЛАЧХ и ЛФЧХ. Показатели качества процесса регулирования. Степень устойчивости и степень колебательности. Оценка качества процесса по АЧХ замкнутой системы. Оценка качества процесса по АФЧХ и ЛАЧХ, ЛФЧХ разомкнутой системы. Запас устойчивости по модулю и по фазе. Интегральные оценки качества процесса. Построение переходного процесса по вещественной частотной характеристике замкнутой системы. Пример оценки качества САУ. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
4.2	Построение переходного процесса. /Пр/	5	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
4.3	Приведение неустойчивой САУ к устойчивому состоянию по АЛАЧХ и ЛФЧХ. /Ср/	5	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3	0
	Раздел 5. Механика электропривода					

5.1	Электропривод – определение, состав и его основные элементы. Статические нагрузки электропривода. Типовые зависимости статических моментов рабочих машин. Зависимости статического момента от скорости. Влияние сухого и вязкого трения. Приведение инерционных масс от поступательного к вращательному движению и наоборот. Приведение инерционных масс к одной оси. Приведение статических моментов и усилий. Учет потерь в передачах. Уравнения движения для поступательно и вращательно движущихся масс. Уравнение движения электропривода. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
5.2	Реактивные моменты (силы). Активные моменты (силы). Нагрузочные диаграммы и тахограммы. /Ср/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
5.3	Приведение моментов сопротивления, инерционных масс и параметров движения к одной оси. Общие понятия, применение основных расчетных формул. /Пр/	5	1	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
5.4	Расчет и построение нагрузочных тахограмм и диаграмм электропривода. Общие понятия и методика построения нагрузочных диаграмм и тахограмм. /Пр/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
	Раздел 6. Электромеханические свойства электрических двигателей					
6.1	Электромеханическая и механическая характеристики двигателей. Режимы преобразования энергии и ограничения. Классификация механических характеристик. Жесткость механических характеристик. Статическая устойчивость работы электропривода. Выбор базовых значений при введении относительных единиц. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0

6.2	Двигатели постоянного тока независимого возбуждения. Их разновидности и особенности их применения в электроприводах. Уравнения электромеханической и механической характеристик. Естественные и искусственные характеристики двигателей при различных способах управления. Расчет пусковых сопротивлений аналитическим и графическим методами. Форсированный и нормальный режимы пуска. Механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения в относительных единицах. Схемы включения, механические и электромеханические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения в тормозных режимах. Расчет тормозных сопротивлений. Двигатели постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения. Области их применения в электроприводах. Механические и электромеханические характеристики. Расчет пусковых сопротивлений и построение искусственных характеристик графическим методом. Тормозные режимы двигателей постоянного тока с последовательным и смешанным возбуждением. Расчет тормозных сопротивлений. Асинхронные двигатели. Их разновидности и особенности применения в электроприводах. Уравнения электромеханической и механической характеристик. Построение искусственных характеристик асинхронного двигателя. Расчет пусковых сопротивлений. Схемы включения, механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя в тормозных режимах. Расчет тормозных режимов. Синхронные двигатели. Области их применения в электроприводах. Механические и электромеханические характеристики. Угловая характеристика. Способы пуска. Влияние тока возбуждения на энергетические характеристики синхронного электропривода. Механические и электромеханические характеристики. /Ср/	5	6	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
6.3	Механические и электромеханические характеристики электродвигателя постоянного тока /Лаб/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
6.4	Механические и электромеханические характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором /Лаб/	5	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
6.5	Расчёт пусковых и тормозных сопротивлений. Назначение пусковых и тормозных сопротивлений, режимы работы электродвигателя при пуске. /Пр/	5	1	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
	Раздел 7. Энергетика электропривода					

7.1	Энергетическая эффективность электропривода. Баланс мощностей и энергетические характеристики электропривода. Нагрев и охлаждение электродвигателя. Постоянная нагрева. Потери энергии в установившихся и переходных процессах электропривода. Классификация режимов работы электропривода. Нагрев и охлаждение электродвигателей при длительном режиме работы. Уравнение нагрева. Расчет мощности двигателя для длительного режима по методу средних потерь. Метод эквивалентных величин. Выбор мощности электродвигателя для кратковременного и повторно-кратковременного режимов работы. Пересчет мощности электродвигателя на стандартную продолжительность включения. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
7.2	Выбор электрических двигателей. Общие положения, выбор электродвигателей при продолжительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы. /Пр/	5	1	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
	Раздел 8. Регулирование координат электропривода					
8.1	Основные показатели регулирования координат электропривода. Управление скоростью двигателя постоянного тока. Управление скоростью асинхронного двигателя. /Лек/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
8.2	Регулирование скорости вращения двигателя постоянного тока параллельного (независимого) возбуждения. Регулирование скорости вращения изменением сопротивления в цепи якоря. Регулирование скорости вращения изменением тока возбуждения. Регулирование скорости вращения изменением напряжения на якоре (система генератор-двигатель). Регулирование скорости вращения изменением напряжения на якоре (тиристорный преобразователь). Регулирование скорости вращения изменением напряжения на якоре (широтно-импульсные преобразователи). Регулирование скорости вращения при шунтировании якоря. Регулирование скорости вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения. Регулирование скорости вращения изменением сопротивления в якорной цепи. Регулирование скорости вращения изменением подводимого напряжения. Способы регулирования скорости двигателя постоянного тока смешанного возбуждения. /Ср/	5	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0

8.3	Регулирование скорости вращения асинхронного двигателя путем введения добавочного сопротивления в роторную цепь. Регулирование скорости вращения изменением питающего напряжения. Регулирование скорости вращения путем изменения числа пар полюсов. Регулирование скорости вращения асинхронных двигателей с фазным ротором в каскадных схемах. Принцип частотного регулирования скорости асинхронных двигателей. Преобразователи частоты. Схема замещения, векторная диаграмма и механические характеристики асинхронного двигателя при питании его от преобразователя частоты. Частотное регулирование при различных функциональных зависимостях U/f. Регулирование с поддержанием постоянства потокосцепления статора (компенсация). Регулирование с поддержанием постоянства главного потокосцепления . Регулирование с поддержанием постоянства потокосцепления ротора . Понятие о векторном управлении асинхронным двигателем. Сопоставление систем векторного и скалярного	5	8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
8.4	Переходные процессы в асинхронных двигателях при различных способах пуска /Лаб/	5	4	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
	Раздел 9. Принципы управления в электроприводе					
9.1	Принципы автоматизации пуском, торможением и реверсом электродвигателей постоянного тока и асинхронных в функции скорости, времени, тока. /Ср/	5	11,2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
9.2	Разработка схем автоматического управления электродвигателями. Принципы автоматического управления пуском и торможением электродвигателей. Типовые узлы схем управления пуском и торможением двигателями постоянного тока с параллельным возбуждением и асинхронным с фазным ротором. /Пр/	5	1	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5Л3.2	0
	Раздел 10. Контроль					
10.1	Самостоятельная работа по подготовке к экзамену во время экзаменационной сессии /Экзамен/	5	35,65	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Л3.2 Л3.3	0
	Раздел 11. Иная контактная работа					
11.1	Групповые консультации в семестре /ИКР/	5	0,8	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3		0
11.2	Групповые консультации перед экзаменом /ИКР/	5	2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3		0
11.3	Сдача экзамена /ИКР/	5	0,35	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3		0

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости

1 аттестация.

1. Примеры объектов управления.
2. Принцип разомкнутого управления.

3. Принцип компенсации возмущения.
4. Управление с обратной связью.
5. Система стабилизации.
6. Система программного управления.
7. Следящие системы.
8. Системы с поиском экстремума.
9. Системы оптимального управления.
10. Адаптивные системы.
11. Системы управления с искусственным интеллектом.
12. Пропорциональный закон управления.
13. Дифференциальный закон управления.
14. Интегральный закон управления.
15. Сочетания пропорционального, дифференциального и интегрального законов управления.
16. Принципиальная, функциональная и структурная схемы САУ.
17. Дифференциальное уравнение звена САУ.
18. Передаточная функция звена.
19. Эквивалентные преобразования структурных схем САУ.
20. Амплитудно-частотная характеристика САУ.
21. Фазочастотная характеристика.
22. Амплитудно-фазочастотная характеристика.
23. Вещественно частотная характеристика (ВЧХ).
24. Мнимая частотная характеристика (МЧХ).
25. Логарифмические амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики (ЛАЧХ и ЛФЧХ).
26. Асимптотические ЛАЧХ и ЛФЧХ и их применение.
27. Понятие о безынерционных усилительных звеньях.
28. Понятие о дифференцирующих звеньях.
29. Понятие об интегрирующих звеньях.
30. Апериодические звенья первого и второго порядков.
31. Колебательное звено.
32. Звено с запаздыванием.
33. Примеры динамических звеньев в системах электроснабжения и в других областях техники.
34. Понятие об устойчивости САУ.
35. Характеристическое уравнение САУ. Оценка устойчивости САУ и вида переходного процесса по корням характеристического уравнения.
36. Критерий устойчивости Найквиста для амплитудно-фазовой частотной характеристики.
37. Критерий устойчивости Найквиста для логарифмических амплитудной и фазовой частотных характеристик САУ.
38. Приведение неустойчивой САУ к устойчивому состоянию по АЛАЧХ и ЛФЧХ.
39. Показатели качества процесса регулирования. Степень устойчивости, динамическая ошибка регулирования, время регулирования.
40. Оценка качества процесса по ВЧХ замкнутой системы.
41. Оценка качества процесса по АФЧХ и ЛАЧХ, ЛФЧХ разомкнутой системы.
42. Запас устойчивости по амплитуде и по фазе.
43. Построение переходного процесса по вещественной частотной характеристике замкнутой системы.

2 аттестация

1. Понятие электропривода. Описание функциональной схемы электропривода.
2. Основные элементы передаточных устройств в электроприводе.
3. Приведение инерционных масс и параметров движения к одной оси. Привести пример.
4. Статические нагрузки электропривода. Приведение моментов сопротивления к одной оси без учета и с учетом потерь в механических передачах. Привести пример.
5. Уравнение движения электропривода.
6. Построение нагрузочной диаграммы и тахограммы электропривода. Привести пример.
7. Статическая устойчивость электропривода.
8. Режимы преобразования энергии и ограничения.
9. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения. Уравнения и характеристики.
10. Тормозные режимы работы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
11. Механические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в относительных единицах.
12. Графический и аналитический методы расчёта пусковых и регулировочных сопротивлений двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
13. Расчёт тормозных сопротивлений двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
14. Механические характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
15. Тормозные режимы работы двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
16. Механические характеристики двигателя постоянного тока с смешанным возбуждением.
17. Асинхронный электродвигатель. Уравнения и характеристики.

20. Динамическое торможение с независимым возбуждением в асинхронных двигателях. Схемы включения обмоток статора. Механические характеристики.
21. Синхронный электродвигатель. Механическая, угловая и пусковая характеристики.
22. Классификация режимов работы электродвигателей по продолжительности включения.
23. Выбор электродвигателей при продолжительном режиме работы.
24. Выбор электродвигателей при кратковременном режиме работы.
25. Выбор электродвигателей при повторно-кратковременном режиме работы.
26. Основные показатели регулирования координат в электроприводе.
27. Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
28. Регулирование скорости вращения электродвигателя в системе Г-Д.
29. Система ТП-Д. Механические и электромеханические характеристики.
30. Регулирование скорости электродвигателя в системе ШИП-Д.
31. Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Регулирование скорости асинхронного электропривода добавочным сопротивлением в цепи ротора. Схема включения, механические характеристики. Достоинства и недостатки.
32. Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Регулирование скорости асинхронного электропривода изменением числа пар полюсов. Схема включения, механические характеристики. Достоинства и недостатки.
33. Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Регулирование скорости асинхронного электропривода изменением напряжения статора. Схема включения, механические характеристики. Достоинства и недостатки.
34. Регулирование скорости асинхронного двигателя в асинхронно-вентильном электромеханическом каскаде. Принцип работы, механические характеристики. Преимущества и недостатки.
35. Регулирование скорости асинхронного двигателя в асинхронно-вентильном каскаде. Принцип работы, механические характеристики. Преимущества и недостатки.
36. Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Принцип частотного регулирования скорости АД.
37. Преобразователи частоты с непосредственной связью, с звеном постоянного тока. Автономные инверторы тока и напряжения. Достоинства и недостатки.
38. Схема замещения и механические характеристики асинхронного двигателя при питании его от преобразователя частоты.
39. Частотное регулирование при различных функциональных зависимостях U/f. Механические характеристики в двух зонах регулирования. Функциональные схемы разомкнутой и замкнутой систем управления. Достоинства и недостатки.
40. Регулирование с поддержанием постоянства потокосцепления статора (IR-компенсация). Зависимости потока при изменении нагрузки и частоты питающего напряжения. Механические характеристики. Функциональные схемы системы управления. Достоинства и недостатки.
41. Регулирование с поддержанием постоянства главного потокосцепления и потокосцепления ротора. Зависимости потокосцеплений. Механические характеристики. Достоинства и недостатки.
42. Понятие о векторном управлении АД. Сопоставление систем векторного и скалярного управления АД.
43. Принципы автоматического управления пуском и торможением электродвигателей.

5.2. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену.

1. Примеры объектов управления.
2. Принцип разомкнутого управления.
3. Принцип компенсации возмущения.
4. Управление с обратной связью.
5. Система стабилизации.
6. Система программного управления.
7. Следящие системы.
8. Системы с поиском экстремума.
9. Системы оптимального управления.
10. Адаптивные системы.
11. Системы управления с искусственным интеллектом.
12. Пропорциональный закон управления.
13. Дифференциальный закон управления.
14. Интегральный закон управления.
15. Сочетания пропорционального, дифференциального и интегрального законов управления.
16. Принципиальная, функциональная и структурная схемы САУ.
17. Дифференциальное уравнение звена САУ.
18. Передаточная функция звена.
19. Эквивалентные преобразования структурных схем САУ.
20. Амплитудно-частотная характеристика САУ.
21. Фазочастотная характеристика.
22. Амплитудно-фазочастотная характеристика.
23. Вещественно-частотная характеристика (ВЧХ)

24. Мнимая частотная характеристика (МЧХ).
25. Логарифмические амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики (ЛАЧХ и ЛФЧХ).
26. Асимптотические ЛАЧХ и ЛФЧХ и их применение.
27. Понятие о безынерционных усилительных звеньях.
28. Понятие о дифференцирующих звеньях.
29. Понятие об интегрирующих звеньях.
30. Апериодические звенья первого и второго порядков.
31. Колебательное звено.
32. Звено с запаздыванием.
33. Примеры динамических звеньев в системах электроснабжения и в других областях техники.
34. Понятие об устойчивости САУ.
35. Характеристическое уравнение САУ. Оценка устойчивости САУ и вида переходного процесса по корням характеристического уравнения.
36. Критерий устойчивости Найквиста для амплитудно-фазовой частотной характеристики.
37. Критерий устойчивости Найквиста для логарифмических амплитудной и фазовой частотных характеристик САУ.
38. Приведение неустойчивой САУ к устойчивому состоянию по АЛАЧХ и ЛФЧХ.
39. Показатели качества процесса регулирования. Степень устойчивости, динамическая ошибка регулирования, время регулирования.
40. Оценка качества процесса по ВЧХ замкнутой системы.
41. Оценка качества процесса по АФЧХ и ЛАЧХ, ЛФЧХ разомкнутой системы.
42. Запас устойчивости по амплитуде и по фазе.
43. Построение переходного процесса по вещественной частотной характеристике замкнутой системы.
44. Понятие электропривода. Описание функциональной схемы электропривода.
45. Основные элементы передаточных устройств в электроприводе.
46. Приведение инерционных масс и параметров движения к одной оси. Привести пример.
47. Статические нагрузки электропривода. Приведение моментов сопротивления к одной оси без учета и с учетом потерь в механических передачах. Привести пример.
48. Уравнение движения электропривода.
49. Построение нагрузочной диаграммы и тахограммы электропривода. Привести пример.
50. Статическая устойчивость электропривода.
51. Режимы преобразования энергии и ограничения.
52. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения. Уравнения и характеристики.
53. Тормозные режимы работы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
54. Механические характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в относительных единицах.
55. Графический и аналитический методы расчёта пусковых и регулировочных сопротивлений двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
56. Расчёт тормозных сопротивлений двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
57. Механические характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
58. Тормозные режимы работы двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
59. Механические характеристики двигателя постоянного тока с смешанным возбуждением.
60. Асинхронный электродвигатель. Уравнения и характеристики.
61. Расчет пусковых сопротивлений асинхронного электродвигателя.
62. Асинхронный двигатель в режиме противовключения и рекуперативного торможения. Механические характеристики. Расчет тормозных сопротивлений в режиме противовключения.
63. Динамическое торможение с независимым возбуждением в асинхронных двигателях. Схемы включения обмоток статора. Механические характеристики.
64. Синхронный электродвигатель. Механическая, угловая и пусковая характеристики.
65. Классификация режимов работы электродвигателей по продолжительности включения.
66. Выбор электродвигателей при продолжительном режиме работы.
67. Выбор электродвигателей при кратковременном режиме работы.
68. Выбор электродвигателей при повторно-кратковременном режиме работы.
69. Основные показатели регулирования координат в электроприводе.
70. Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
71. Регулирование скорости вращения электродвигателя в системе Г-Д.
72. Система ТП-Д. Механические и электромеханические характеристики.
73. Регулирование скорости электродвигателя в системе ШИП-Д.
74. Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Регулирование скорости асинхронного электропривода добавочным сопротивлением в цепи ротора. Схема включения, механические характеристики. Достоинства и недостатки.
75. Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Регулирование скорости асинхронного электропривода изменением числа пар полюсов. Схема включения, механические характеристики. Достоинства и недостатки.
76. Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Регулирование скорости асинхронного электропривода изменением напряжения статора. Схема включения, механические характеристики. Достоинства и недостатки.
77. Регулирование скорости асинхронного двигателя в асинхронно-вентильном электромеханическом каскаде. Принцип работы, механические характеристики. Преимущества и недостатки.
78. Регулирование скорости асинхронного двигателя в асинхронно-вентильном каскаде. Принцип работы, механические

характеристики. Преимущества и недостатки.
79. Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Принцип частотного регулирования скорости АД.
80. Преобразователи частоты с непосредственной связью, с звеном постоянного тока. Автономные инверторы тока и напряжения. Достоинства и недостатки.
81. Схема замещения и механические характеристики асинхронного двигателя при питании его от преобразователя частоты.
82. Частотное регулирование при различных функциональных зависимостях U/f. Механические характеристики в двух зонах регулирования. Функциональные схемы разомкнутой и замкнутой систем управления. Достоинства и недостатки.
83. Регулирование с поддержанием постоянства потокосцепления статора (IR-компенсация). Зависимости потока при изменении нагрузки и частоты питающего напряжения. Механические характеристики. Функциональные схемы системы управления. Достоинства и недостатки.
84. Регулирование с поддержанием постоянства главного потокосцепления и потокосцепления ротора. Зависимости потокосцеплений. Механические характеристики. Достоинства и недостатки.
85. Понятие о векторном управлении АД. Сопоставление систем векторного и скалярного управления АД.
86. Принципы автоматического управления пуском и торможением электродвигателей.

5.3. Темы и вопросы для оценивания плановых работ

Учебным планом не предусмотрено.

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

6.1. Рекомендуемая литература

Л3.1	Гузий В.Г. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]:методические указания к самостоятельной работе студентов бакалавриата направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника». - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 8 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=12e3c449ef725ab6a5026296bfa249cdfa&i=12&t=pdf&d=1
Л2.1	Киво А.М. Электрический привод [Электронный ресурс]:методические указания к самостоятельной работе студентов бакалавриата направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника». - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 12 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=1264d8c9ce6a94ad423f2ca6a85c1458fd&i=12&t=pdf&d=1
Л1.1	Федосенков Б. А. Теория автоматического управления: классические и современные разделы [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2018. - 322 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=495195
Л3.2	Электрический привод: лабораторный практикум [Электронный ресурс]:практикум. - Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. - 152 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458956
Л2.2	Ким Д. П. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Москва: Физматлит, 2007. - 312 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69278
Л1.2	Подчукаев В. А. Теория автоматического управления (аналитические методы) [Электронный ресурс]:. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 395 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59345
Л1.3	Москаленко В. В. Электрический привод:учебное пособие. - Москва: Мастерство, 2000. - 365 с.
Л2.3	Цветкова О. Л. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]:учебник. - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2016. - 207 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443415
Л3.3	Барметов Ю. П., Балашова Е. А., Битюков В. К. Теория автоматического управления. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]:. - Воронеж: ВГУИТ, 2017. - 204 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/106781
Л1.4	Онищенко Г. Б. Электрический привод:учебник для вузов. - Москва: Академия, 2006. - 288 с.
Л2.4	Кузнецов А. Ю. Электрический привод и электрооборудование в АПК [Электронный ресурс]:практикум. - Новосибирск: Золотой колос, 2016. - 73 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458686
Л1.5	Онищенко Г. Б. Электрический привод:учебник для вузов. - Москва: Академия, 2008. - 288 с.
Л2.5	Электрический привод и электрооборудование в АПК [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Новосибирск: Золотой колос, 2014. - 68 с. – Режим доступа: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278156

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

6.3.1	MATHLAB
6.3.2	Компас 3D
6.3.3	Simulink
6.3.4	Microsoft Windows 7, Microsoft Windows 8, Microsoft Windows 10
6.3.5	Microsoft Office 2010,2013,2016 Professional

6.4. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

6.4.1	eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека (НЭБ)
6.4.2	Электронная библиотека НТБ ЮРГПУ(НПИ)
6.4.3	ЭБС ЛАНЬ

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: доска – 1 шт; технические средства обучения – проектор – 1 шт
7.2	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы обучающихся : Специализированная мебель: Стол – 11шт; стул – 1шт; лавка – 10 шт; доска – 1 шт

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
«09» 06 2021 г.

Б1.В.05 Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах

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:	**180 часов / 5 з.е.**

Каменск-Шахтинский, 2021г.

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) **Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах** 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 знаний по моделированию электроэнергетических систем (ЭЭС) и их элементов, по методам анализа статической и динамической устойчивости ЭЭС, асинхронных режимов, переходных процессов в узлах нагрузок, а также способов улучшения и обеспечения устойчивости ЭЭС.

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	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			
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

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
Недель	16 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Практические	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	76,4	76,4	76,4	76,4
Часы на контроль	35,65	35,65	35,65	35,65
Итого	180	180	180	180

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	Интеракт.
	Раздел 1. Тема 1. Введение					
1.1	Предмет изучения дисциплины. Основные понятия и определения: электроэнергетическая система (ЭЭС), электрическая сеть, режим, параметры режима и параметры системы. Виды режимов. Требования, предъявляемые к установившимся и переходным режимам. Понятие устойчивости ЭЭС. Статическая и динамическая устойчивость. Возможные последствия нарушения устойчивости ЭЭС. /Лек/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.2	Л1.1	0
1.2	Последствия нарушения устойчивости электрических систем /Ср/	5	9,2	ПК-3.1	Л1.1	0
	Раздел 2. Тема 2. Описание переходных процессов в ЭЭС					
2.1	Описание переходных процессов в синхронных генераторах, в нагрузках, в системах возбуждения, в первичных двигателях и в системах регулирования скорости. Моделирование электрической сети при расчётах устойчивости. Математическая модель ЭЭС. /Лек/	5	6	ПК-3.1 ПК-3.2	Л1.1	0
2.2	Составить схему замещения ЭЭС и определить её параметры /Пр/	5	2	ПК-3.3	Л3.1	0
2.3	Моделирование электрической сети при расчётах устойчивости /Ср/	5	12	ПК-3.1 ПК-3.2	Л1.1	0
	Раздел 3. Тема 3. Характеристики мощности и статическая устойчивость					
3.1	Характеристики мощности и статическая устойчивость простейшей ЭЭС с неявнополюсными и явнополюсными генераторами при отсутствии и наличии регулирования возбуждения. Характеристики мощности сложных ЭЭС. Характеристики мощности и статическая устойчивость асинхронных и синхронных двигателей, комплексных нагрузок узлов. /Лек/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.2	Л1.1	4
3.2	Определение пределов передаваемой мощности /Пр/	5	6	ПК-3.3	Л3.1	0
3.3	Характеристики мощности и статическая устойчивость синхронных двигателей /Ср/	5	12	ПК-3.1 ПК-3.2	Л1.1	0
	Раздел 4. Тема 4. Анализ статической устойчивости ЭЭС с помощью линеаризованных уравнений					
4.1	Анализ статической устойчивости сложной ЭЭС методом малых колебаний. Вычисление коэффициентов и корней характеристического уравнения. Алгебраические и частотные критерии /Лек/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1	0
4.2	Анализ статической устойчивости ЭЭС методом малых колебаний /Пр/	5	6	ПК-3.2	Л3.1	8
4.3	Вычисление коэффициентов и корней характеристического уравнения /Ср/	5	12,2	ПК-3.1 ПК-3.2	Л1.1	0
	Раздел 5. Тема 5. Режимы, предельные по статической устойчивости					

5.1	Определение пределов передаваемой мощности и критических напряжений узлов методом утяжеления режима. Анализ статической устойчивости ЭЭС путём преобразования схемы. Программное обеспечение для определения предельно допустимых режимов. /Лек/	5	2	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1	2
5.2	Методика и программное обеспечение для определения предельно допустимых режимов /Ср/	5	10	ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1	0
	Раздел 6. Тема 6. Переходные процессы при больших возмущениях. Динамическая устойчивость ЭЭС					
6.1	Общая характеристика задачи. Динамическая устойчивость простейшей ЭЭС. Энергетические соотношения, характеризующие движение ротора генератора. Способ площадей. Динамическая устойчивость сложной ЭЭС. Методы численного интегрирования систем дифференциальных уравнений. /Лек/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1	4
6.2	Анализ динамической устойчивости ЭЭС при двухфазном КЗ на землю /Пр/	5	6	ПК-3.2	Л3.1	0
6.3	Анализ динамической устойчивости ЭЭС при однофазном КЗ на землю на линии с ОАПВ /Пр/	5	6	ПК-3.2	Л3.1	0
6.4	Методы численного интегрирования систем дифференциальных уравнений /Ср/	5	10	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1	0
	Раздел 7. Тема 7. Асинхронные режимы и результирующая устойчивость					
7.1	Общая характеристика асинхронных режимов Возникновение асинхронного режима. Зада-чи, возникающие при исследовании асинхронных режимов. Определение параметров асинхронных режимов. Ресинхронизация генераторов. /Лек/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1	2
	Раздел 8. Тема 8. Изменение частоты и мощности в энергосистемах					
8.1	Статические характеристики мощности нагрузочных и генерирующих узлов по частоте. Баланс мощности в системе при изменении частоты. Неустойчивость частоты. /Лек/	5	2	ПК-3.3	Л1.1	0
	Раздел 9. Тема 9. Переходные процессы в узлах нагрузок					
9.1	Кратковременные перерывы питания и их последствия. Характерные режимы двигателей. Характеристика противоаварийных мероприятий. /Лек/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1	0
9.2	Проверить статическую устойчивость нагрузки /Пр/	5	6	ПК-3.2	Л3.1	0
	Раздел 10. Тема.10. Средства обеспечения устойчивости ЭЭС					
10.1	Обеспечение устойчивости ЭЭС за счёт генерирующих узлов, трансформаторов, линий электропередачи. Применение вставок постоянного тока, асинхронизированных синхрон-ных генераторов. Мероприятия эксплуатационного характера. /Лек/	5	4	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1	0
10.2	Применение вставок постоянного тока, асинхронизированных синхронных генераторов, мероприятий эксплуатационного характера /Ср/	5	11	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1	0
	Раздел 11. Иная контактная работа					
11.1	Сдача экзамена /ИКР/	5	0,35	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3		0
11.2	Групповые консультации в семестре /ИКР/	5	1,6	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1	0
11.3	Групповые консультации перед экзаменом /ИКР/	5	2	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1	0
	Раздел 12. Контроль					
12.1	Самостоятельная работа по подготовке к экзамену во время экзаменационной сессии /Экзамен/	5	35,65	ПК-3.1 ПК-3.3	Л1.1 Л3.1	0

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости

Контрольные вопросы для текущего контроля успеваемости

1. Что такое обобщённый вектор тока (напряжения, потокосцепления)?
2. Системы координат, применяемые при анализе переходных режимов ЭЭС.
3. Взаимная система относительных единиц.
4. Какие обмотки имеет генератор в продольной и поперечной осях ?
5. Полные уравнения напряжений генератора в системе относительных единиц.
6. Уравнения потокосцеплений генератора в системе относительных единиц.
7. Что обозначено символом delta ?
8. Уравнение абсолютного движения ротора генератора. Охарактеризовать величины, входящие в это уравнение.
9. Уравнение относительного движения ротора генератора, записанное через моменты. Охарактеризовать величины, входящие в это уравнение.
10. Уравнение относительного движения ротора генератора, записанное через мощности, точное и приближённое.
11. Выражение электромагнитного момента генератора в d,q-переменных.
12. Что не учитывает модель генератора с ЭДС E'' ?
13. Какие допущения принимаются при моделировании генератора переходной ЭДС ?
14. Какие допущения принимаются при моделировании генератора ЭДС E'=const ?
15. Запишите модель турбогенератора с переходной ЭДС.
16. Напишите уравнение относительного движения ротора двигателя.
17. Охарактеризуйте основные модели синхронных двигателей, для исследования переходных процессов.
18. Охарактеризуйте основные модели асинхронных двигателей, для исследования переходных процессов.
19. Моделирование комплексных нагрузок узлов при исследовании переходных процессов в ЭЭС.
20. Моделирование электрической сети при исследовании устойчивости ЭЭС.
21. Структурная схема системы регулирования возбуждения генераторов с АРВ пропорционального типа.
22. Структурная схема системы регулирования возбуждения генераторов с АРВ сильного действия.
23. Математическая модель паровой турбины для исследования переходных процессов. Характеристика параметров модели.
24. Математическая модель системы регулирования скорости паровой турбины и основные элементы этой системы.
25. Статическая характеристика регулируемой паровой турбины.
26. Общий вид и размерность системы уравнений, описывающей переходные процессы в ЭЭС.
27. Простейшая ЭЭС с неявнополюсными генераторами и её векторная диаграмма токов и напряжений.
28. Характеристика активной мощности, отдаваемой генераторами, работающими в простейшей системе. Предел передаваемой мощности. Условие существования
установившегося режима. Практический критерий статической устойчивости.
29. Векторная диаграмма токов и напряжений простейшей ЭЭС с явнополюсными генераторами. Характеристика активной мощности.
30. Приближённый учет действия систем регулирования возбуждения генераторов при расчётах установившихся режимов.
31. Характеристики активных и реактивных мощностей генераторов, работающих в сложной системе и процедура их получения.
32. Характеристика мощности асинхронного двигателя, вытекающая из его Г-образной схемы замещения. Максимальная мощность. Прямые критерии устойчивости.
Критическое напряжение.
33. Статические характеристики мощности комплексных нагрузок узлов по напряжению. Регулирующие эффекты комплексной нагрузки.
34. Определение критического напряжения узла нагрузки в двухмашинной системе по критерию dE/dU>0.
35. Метод малых колебаний. Последовательность анализа устойчивости ЭЭС методом малых колебаний.
36. Получение линеаризованной системы уравнений в стандартной форме, описывающей переходный режим ЭЭС при малых возмущениях.
37. Характеристический определитель, характеристический полином, характеристическое уравнение.
38. Каковы должны быть корни характеристического уравнения, чтобы ЭЭС была устойчивой?
39. Перечислите возможные методы анализа корней характеристического уравнения.
40. Критерий Гурвица.
41. Метод D-разбиения.
42. Определение пределов передаваемой мощности методом утяжеления режима. Общая характеристика метода.
43. Способы утяжеления режима при определении пределов передаваемой мощности.
44. Определение предела передаваемой мощности методом утяжеления режима с контролем знака Якобиана системы уравнений установившегося режима.
45. Определение методом утяжеления режима критических напряжений узлов.
46. Преобразование схемы сложной ЭЭС к звездообразному виду.
47. Определение критического напряжения узла по звездообразной модели ЭЭС.
48. Требуемые в нормальных режимах ЭЭС запасы статической устойчивости по мощности и напряжению.
49. Динамическая устойчивость ЭЭС. Этапы анализа динамической устойчивости и их характеристика.
50. Формирование математической модели ЭЭС для исследования динамической устойчивости.
51. Определение начальных условий.
52. Что такое возмущающие и управляющие воздействия?
53. По каким параметрам можно сделать заключение о динамической устойчивости большой ЭЭС?
54. Энергетические соотношения, характеризующие движение ротора генератора, работающего в простейшей системе.

Метод площадей.
55. Что такое асинхронный режим генератора?
56. Как изменяется во времени угол delta, напряжение и активная мощность на выводах генератора в асинхронном режиме? Центр качаний в простейшей системе.
57. Процесс возникновения асинхронного режима в простейшей системе.
58. Задачи исследования асинхронных режимов.
59. Определение параметров переходного асинхронного режима. Основные трудности.
60. Синхронная и асинхронная составляющая мощности (момента) генератора в переходном режиме. Коэффициент демпфирования.
61. Процесс ресинхронизации генератора, работающего в простейшей системе.
62. Условия ресинхронизации генератора. Как заставить генератор войти в синхронизм?
63. Статические характеристики мощности генерирующих узлов по частоте.
64. Статические характеристики мощности нагрузок по частоте.
65. Баланс мощности в системе для произвольного значения частоты.
66. Лавина частоты и причины её возникновения.
67. Чем опасны перерывы питания нагрузок узлов ЭЭС ?
68. Зависимость ущерба у потребителей от времени перерыва питания.
69. Особенности режима пуска асинхронного двигателя. Пусковые схемы.
70. Самоотключение двигателей.
71. Самозапуск группы двигателей.
72. Процесс останова группы двигателей.
73. В чём проявляется эффективность применения автоматического регулирования возбуждения генераторов?
74. Какое влияние оказывают демпферные обмотки генераторов в переходных режимах?
75. Что такое импульсная разгрузка паровых турбин? Для чего она применяется?
76. Электрическое торможение генераторов. Для чего оно применяется?
77. Для чего на длинных линиях применяются переключательные пункты?
78. Что такое УПК и для чего она применяется?
79. Как и для чего на длинных линиях создаются узлы с опорными напряжениями?
80. Для чего на линиях применяется автоматическое повторное включение?
81. Для чего применяется отключение части генераторов в переходном режиме?
82. Для чего применяется отключение части нагрузки в переходном режиме?

Вопросы для оценивания умений

1. Векторная диаграмма токов и напряжений в простейшая ЭЭС с неявнополюсными генераторами.
2. Характеристика активной мощности, отдаваемой генераторами, работающими в простейшей системе.
3. Предел передаваемой мощности. Условие существования установившегося режима.
4. Практический критерий статической устойчивости.
5. Приближённый учет действия систем регулирования возбуждения генераторов при расчётах установившихся режимов.
6. В чём состоит эффект автоматического регулирования возбуждения генераторов ?
7. Что такое статические характеристики комплексных нагрузок узлов ЭЭС ?
8. Что такое критическое напряжение узла нагрузки ?
9.Как можно реализовать отключение части нагрузки в переходном режиме?
10. Как получить характеристическое уравнение?

Вопросы для оценивания навыков

1. Определение запаса статической устойчивости нагрузки узла. Какой он должен быть ?
2. Последовательность анализа устойчивости ЭЭС методом малых колебаний.
3. Как проверяется статическая устойчивость ЭЭС по корням характеристического уравнения ?
4. По каким параметрам и как делается заключение о динамической устойчивости ЭЭС ?
5. Оценка динамической устойчивости ЭЭС по методу площадей.
6. Как можно уменьшить индуктивное сопротивление линии?
7. Преобразование схемы сложной ЭЭС к звездообразному виду.
8. Определение статической устойчивости генераторов с использованием практического критерия.

5.2. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Какие обмотки имеет генератор в продольной и поперечной осях ?
2. Полные уравнения напряжений генератора в системе относительных единиц.
3. Уравнения потокосцеплений генератора в системе относительных единиц.
4. Что обозначено символом delta ?
5. Уравнение абсолютного движения ротора генератора. Охарактеризовать величины, входящие в это уравнение.
6. Уравнение относительного движения ротора генератора, записанное через моменты. Охарактеризовать величины, входящие в это уравнение.
7. Уравнение относительного движения ротора генератора, записанное через мощности, точное и приближённое.
8. Выражение электромагнитного момента генератора в d,q-переменных.
9. Что не учитывает модель генератора с ЭДС E" ?
10. Какие допущения принимаются при моделировании генератора переходной ЭДС ?
11. Какие допущения принимаются при моделировании генератора ЭДС E'=const ?
12. Запишите модель турбогенератора с переходной ЭДС.
13. Напишите уравнение относительного движения ротора двигателя.
14. Охарактеризуйте основные модели синхронных двигателей, для исследования переходных процессов.

15. Охарактеризуйте основные модели асинхронных двигателей, для исследования переходных процессов.
16. Моделирование комплексных нагрузок узлов при исследовании переходных процессов в ЭЭС.
17. Моделирование электрической сети при исследовании устойчивости ЭЭС.
18. Структурная схема системы регулирования возбуждения генераторов с АРВ пропорционального типа.
19. Структурная схема системы регулирования возбуждения генераторов с АРВ сильного действия.
20. Математическая модель паровой турбины для исследования переходных процессов. Характеристика параметров модели.
21. Математическая модель системы регулирования скорости паровой турбины и основные элементы этой системы.
22. Статическая характеристика регулируемой паровой турбины.
23. Общий вид и размерность системы уравнений, описывающей переходные процессы в ЭЭС.
24. Простейшая ЭЭС с неявнополюсными генераторами и её векторная диаграмма токов и напряжений.
25. Характеристика активной мощности, отдаваемой генераторами, работающими в простейшей системе. Предел передаваемой мощности. Условие существования
установившегося режима. Практический критерий статической устойчивости.
26. Векторная диаграмма токов и напряжений простейшей ЭЭС с явнополюсными генераторами. Характеристика активной мощности.
27. Приближённый учет действия систем регулирования возбуждения генераторов при расчётах установившихся режимов.
28. Характеристики активных и реактивных мощностей генераторов, работающих в сложной системе и процедура их получения.
29. Характеристика мощности асинхронного двигателя, вытекающая из его Г-образной схемы замещения. Максимальная мощность. Прямые критерии устойчивости.
Критическое напряжение.
30. Статические характеристики мощности комплексных нагрузок узлов по напряжению. Регулирующие эффекты комплексной нагрузки.
31. Определение критического напряжения узла нагрузки в двухмашинной системе по критерию dE/dU>0.
32. Метод малых колебаний. Последовательность анализа устойчивости ЭЭС методом малых колебаний.
33. Получение линеаризованной системы уравнений в стандартной форме, описывающей переходный режим ЭЭС при малых возмущениях.
34. Характеристический определитель, характеристический полином, характеристическое уравнение.
35. Каковы должны быть корни характеристического уравнения, чтобы ЭЭС была устойчивой?
36. Перечислите возможные методы анализа корней характеристического уравнения.
37. Критерий Гурвица.
38. Метод D-разбиения.
39. Определение пределов передаваемой мощности методом утяжеления режима. Общая характеристика метода.
40. Способы утяжеления режима при определении пределов передаваемой мощности.
41. Определение предела передаваемой мощности методом утяжеления режима с контролем знака Якобиана системы уравнений установившегося режима.
42. Определение методом утяжеления режима критических напряжений узлов.
43. Преобразование схемы сложной ЭЭС к звездообразному виду.
44. Определение критического напряжения узла по звездообразной модели ЭЭС.
45. Требуемые в нормальных режимах ЭЭС запасы статической устойчивости по мощности и напряжению.
46. Динамическая устойчивость ЭЭС. Этапы анализа динамической устойчивости и их характеристика.
47. Формирование математической модели ЭЭС для исследования динамической устойчивости.
48. Определение начальных условий.
49. Что такое возмущающие и управляющие воздействия?
50. По каким параметрам можно сделать заключение о динамической устойчивости большой ЭЭС?
51. Энергетические соотношения, характеризующие движение ротора генератора, работающего в простейшей системе. Метод площадей.
52. Что такое асинхронный режим генератора?
53. Как изменяется во времени угол delta, напряжение и активная мощность на выводах генератора в асинхронном режиме? Центр качаний в простейшей системе.
54. Процесс возникновения асинхронного режима в простейшей системе.
55. Задачи исследования асинхронных режимов.
56. Определение параметров переходного асинхронного режима. Основные трудности.
57. Синхронная и асинхронная составляющая мощности (момента) генератора в переходном режиме. Коэффициент демпфировани
58. Процесс ресинхронизации генератора, работающего в простейшей системе.
59. Условия ресинхронизации генератора. Как заставить генератор войти в синхронизм?
60. Статические характеристики мощности генерирующих узлов по частоте.
61. Статические характеристики мощности нагрузок по частоте.
62. Баланс мощности в системе для произвольного значения частоты.
63. Лавина частоты и причины её возникновения.
64. Чем опасны перерывы питания нагрузок узлов ЭЭС ?
65. Зависимость ущерба у потребителей от времени перерыва питания
66. Особенности режима пуска асинхронного двигателя. Пусковые схемы.
67. Самоотключение двигателей.
68. Самозапуск группы двигателей.
69. Процесс останова группы двигателей.

70. В чём проявляется эффективность применения автоматического регулирования возбуждения генераторов?
71. Какое влияние оказывают демпферные обмотки генераторов в переходных режимах?
72. Что такое импульсная разгрузка паровых турбин? Для чего она применяется?
73. Электрическое торможение генераторов. Для чего оно применяется?
74. Для чего на длинных линиях применяются переключательные пункты?
75. Что такое УПК и для чего она применяется?
76. Как и для чего на длинных линиях создаются узлы с опорными напряжениями?
77. Для чего на линиях применяется автоматическое повторное включение?
78. Для чего применяется отключение части генераторов в переходном режиме?
79. Для чего применяется отключение части нагрузки в переходном режиме?

5.3. Темы и вопросы для оценивания плановых работ

Учебным планом не предусмотрено.

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

6.1. Рекомендуемая литература

Л3.1	Кравченко В.Ф. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]:учебно-методическое пособие к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника». - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2017. - 45 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=12e0902dd964687102368c1f882a203925&i=12&t=pdf&d=1
Л1.1	Кравченко В.Ф. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]:учебное пособие. - Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2013. - 171 с. – Режим доступа: http://lib.npi-tu.ru/_scripts/show_book2.php?s=125d549b70fdbc80fbf257a7719204e9b0&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 Windows Server 2016
6.3.3	Microsoft Office 2010,2013,2016 Professional
6.3.4	AutoCAD 2010
6.3.5	CorelDRAW Graphics Suite X3 Classroom License MULTI 15+1
6.3.6	AutoCAD 7 (учебная версияна 20 п.м.)
6.3.7	Simulink

6.4. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

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, помещение для самостоятельной работы обучающихся, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, лаборатория : Специализированная мебель: стол – 8 шт; стул – 18 шт; лавка – 7 шт, доска – 1 шт, экран - 1 шт., проектор - 1 шт.; технические средства обучения: персональные компьютеры – 8 шт; доступ к сети «Интернет»
7.3	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, семинарского типа, помещение для самостоятельной работы обучающихся, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации : Специализированная мебель: стол – 19 шт; лавка – 19 шт; доска – 1 шт.