

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

И. о. декана факультета энергетики и систем
управления

_____ /А.В. Бурковский/
21 февраля _____ 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Электроэнергетические системы и сети»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электроснабжение

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2025

Автор программы _____ П.А. Сороченко

Заведующий кафедрой
Электромеханических
систем и электроснабжения _____ А.В. Тикунов

Руководитель ОПОП _____ Н.В. Ситников

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование у обучающихся профессиональных компетенций основанных на знаниях о структуре, составе и принципах функционирования электроэнергетических систем и сетей.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- формирование представлений о принципах функционирования различных схем электропитающих систем и электрических сетей;
- изучение методов расчёта электропитающих систем и электрических сетей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен выполнять инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций, кабельных и воздушных линий электропередачи

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать основы теории расчета режимов электроэнергетических систем (ЭЭС)
	уметь определять расчетными методами параметры режимов работы (ЭЭС)
	владеть практическими методиками расчета режимов работы ЭЭС

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		

Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	180 5	180 5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	10	10
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа	161	161
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	180 5	180 5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные сведения об электроэнергетических системах и	Основные понятия и определения Основные сведения о развитии	4	6	6	8	24

	сетях	энергосистем Общая характеристика электрических сетей Классификация электрических сетей Основные сведения о развитии электрических сетей энергосистем					
2	Воздушные линии электропередач	Основные сведения Общая характеристика воздушных линий и основные элементы Опоры воздушных линий Провода воздушных линий Грозозащитные тросы Изоляторы воздушных линий Линейная арматура Краткие сведения по эксплуатации воздушных линий	4	6	6	8	24
3	Кабельные линии электропередач	Основные сведения Конструкции кабельных линий Маркировка кабелей Прокладка кабельных линий Токопроводы, шинопроводы и внутренние проводки	4	6	6	8	24
4	Линии электропередач как элемент электрической сети	Основные сведения Погонные параметры воздушных и кабельных линий переменного тока Схемы замещения линий электропередачи Режимные характеристики линии	2	6	6	10	24
5	Характеристики и параметры узлов нагрузки электрической сети	Понятие узла комплексной нагрузки Параметры и схемы замещения трансформаторного оборудования понижающих подстанций Характеристики графиков нагрузки Статические характеристики составляющих комплексной нагрузки Представление нагрузок в расчётных схемах электрических сетей	2	6	6	10	24
6	Рабочие режимы энергосистем	Задачи регулирования режимов Показатели качества электрической энергии Связь баланса мощности с характеристиками качества электроэнергии Регулирование активной и реактивной нагрузок генераторов	2	6	6	10	24
Итого			18	36	36	54	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные сведения об электроэнергетических системах и сетях	Основные понятия и определения Основные сведения о развитии энергосистем Общая характеристика электрических сетей Классификация электрических сетей Основные сведения о развитии электрических сетей энергосистем	1	-	2	26	30
2	Воздушные линии электропередач	Основные сведения Общая характеристика воздушных линий и основные элементы Опоры воздушных линий Провода воздушных линий Грозозащитные тросы	2	-	2	26	30

		Изоляторы воздушных линий Линейная арматура Краткие сведения по эксплуатации воздушных линий					
3	Кабельные линии электропередач	Основные сведения Конструкции кабельных линий Маркировка кабелей Прокладка кабельных линий Токопроводы, шинопроводы и внутренние проводки	1	-	-	26	28
4	Линии электропередач как элемент электрической сети	Основные сведения Погонные параметры воздушных и кабельных линий переменного тока Схемы замещения линий электропередачи Режимные характеристики линии	-	-	-	26	26
5	Характеристики и параметры узлов нагрузки электрической сети	Понятие узла комплексной нагрузки Параметры и схемы замещения трансформаторного оборудования понижающих подстанций Характеристики графиков нагрузки Статические характеристики составляющих комплексной нагрузки Представление нагрузок в расчётных схемах электрических сетей	-	-	-	28	28
6	Рабочие режимы энергосистем	Задачи регулирования режимов Показатели качества электрической энергии Связь баланса мощности с характеристиками качества электроэнергии Регулирование активной и реактивной нагрузок генераторов	-	2	-	27	29
Итого			4	2	4	161	171

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1: Моделирование изменения нагрузки одноцепной воздушной ЛЭП

Лабораторная работа №2: Моделирование явления недостаточной компенсации и перекомпенсации реактивной мощности нагрузки. Влияние реактивной мощности на номинальные параметры системы

Лабораторная работа №3: П-образная схема замещения ЛЭП. Моделирование аварийных ситуаций воздушных линий.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	знать основы теории расчета режимов электроэнергетических систем (ЭЭС)	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь определять расчетными методами параметры режимов работы (ЭЭС)	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть практическими методиками расчета режимов работы ЭЭС	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения, 8 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	знать основы теории расчета режимов электроэнергетических систем (ЭЭС)	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь определять расчетными методами параметры режимов работы (ЭЭС)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть практическими методиками расчета	Решение прикладных задач в конкретной	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход решения	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

	режимов работы ЭЭС	предметной области	получены верные ответы	всех, но не получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
--	--------------------	--------------------	------------------------	--	-------------------	--

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

Вопрос 1: Какая автоматика резервирует отказы выключателей в электроустановках 110 кВ и выше?

Варианты ответа: а) АПВ б) АВР в) АРВ г) УРОВ

Вопрос 2: Какого срока давности должны быть пломбы государственной поверки на вновь устанавливаемых трехфазных счетчиках электроэнергии?

Варианты ответа: а) Не более 5 лет б) **Не более 12 месяцев**
в) Не более 2 лет г) Не более 3 лет

Вопрос 3: На каких ВЛ устанавливаются фиксирующие приборы для определения мест повреждений?

Варианты ответа: а) На ВЛ 220 кВ и выше б) На ВЛ 220 кВ и выше длиной более 20 км в) **На ВЛ 110 кВ и выше длиной более 20 км** г) На ВЛ 110 кВ и выше

Вопрос 4: Какие надписи должен иметь аппарат защиты на напряжение до 1 кВ?

Варианты ответа: а) Значения номинального напряжения, максимального тока КЗ, уставки расцепителя б) Значения номинального тока и напряжения аппарата в) **Значения номинального тока аппарата, уставки расцепителя и номинального тока плавкой вставки** г) Значения номинального напряжения и максимального пускового тока

Вопрос 5: Для какого электрооборудования должны быть выполнены маслоприемники, маслоотводы и маслосборники для предотвращения растекания масла и распространения пожара при его повреждении?

Варианты ответа: а) Для маслонаполненных силовых трансформаторов (реакторов) и баковых выключателей 110 кВ и выше б) Для баковых выключателей 220 кВ в) **Для маслонаполненных силовых трансформаторов (реакторов) с количеством масла более 1 тонны в единице** г) Для маслонаполненных силовых трансформаторов (реакторов) с массой масла более 5 тонн в единице (одном баке)

Вопрос 6: Какие меры применяются для защиты при косвенном прикосновении от поражения электрическим током в случае повреждении

изоляции?

Варианты ответа: а) По отдельности или в сочетании зануление, защитное отключение, уравнивание потенциалов, выравнивание потенциалов, двойная или усиленная изоляция, сверхнизкое (малое) напряжение, защитное электрическое разделение цепей, изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки б) По отдельности или в сочетании заземление, зануление, защитное отключение, разделительный трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция, выравнивание потенциалов в) ***По отдельности или в сочетании защитное заземление, автоматическое отключение питания, уравнивание потенциалов, выравнивание потенциалов, двойная или усиленная изоляция, сверхнизкое (малое) напряжение, защитное электрическое разделение цепей, изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки** г) Заземление, защитные отключения

Вопрос 7: Каков уровень частоты, снижение ниже которого должно быть полностью исключено автоматическим ограничением снижения частоты?

Варианты ответа: а) 46 Гц б) **45 Гц** в) 45 Гц в течение 30 сек г) 47 Гц

Вопрос 8: Распределительные устройства какого напряжения должны быть оборудованы оперативной блокировкой?

Варианты ответа: а) **РУ напряжением выше 1 кВ** б) РУ напряжением 6 кВ и выше в) РУ напряжением 35 кВ и выше г) Все РУ

Вопрос 9: В какой цвет должны окрашиваться проводники защитного заземления и нулевые защитные проводники в электроустановке?

Варианты ответа: а) В зеленый цвет по всей длине с черными продольными полосами б) В голубой цвет в) В черный цвет г) В голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах д) **Продольные полосы желтого и зеленого цветов**

Вопрос 10: Допускается ли в электропомещениях с установками до 1 кВ применение изолированных и неизолированных токоведущих частей без защиты от прикосновения?

Варианты ответа: а) Допускается во всех случаях б) Не допускается, это запрещено Правилами устройства электроустановок в) **Допускается, если при нормальном обслуживании нет опасности прикосновения к ним** г) Допускается, если в помещениях может находиться только оперативный персонал

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Вопрос 1: Для какого диапазона напряжений электроустановок действуют ПУЭ в части релейной защиты?

Варианты ответа: а) Для всех напряжений 0,4 кВ и выше б) Для всех

напряжений 1 кВ и выше **в) Для напряжений от 1 кВ до 500 кВ** г) Для напряжений от 1 кВ до 750 кВ

Вопрос 2: Допускается ли действие релейной защиты при повреждении электрооборудования только на сигнал?

Варианты ответа: а) Не допускается, это запрещено Правилами устройства электроустановок б) Допускается во всех случаях **в) Допускается, если повреждение этого элемента непосредственно не нарушает работу электрической системы** г) Допускается при наличии постоянного оперативного персонала

Вопрос 3: Допускается ли неселективное действие релейной защиты?

Варианты ответа: а) Не допускается б) **Допускается, при использовании упрощенных главных электрических схем с отделителями в цепях линий или трансформаторов, отключающими поврежденный элемент в бестоковую паузу, а также если это необходимо, для обеспечения ускорения отключения КЗ** в) Допускается при наличии быстродействующих защит г) Допускается для обеспечения дальнего резервирования

Вопрос 4: От каких повреждений в трансформаторе не предусмотрены устройства релейной защиты?

Варианты ответа: а) Многофазных замыканий в обмотках и на выводах б) Однофазных замыканий на землю в обмотке и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью в) Витковых замыканий в обмотках г) **Однофазных замыканий на землю в сетях 3-10 кВ с изолированной нейтралью**

Вопрос 5: Для каких целей предназначено освещение безопасности?

Варианты ответа: а) **Для продолжения работы, при аварийном отключении рабочего освещения** б) Для временного продолжения работы до останова оборудования, при аварийном отключении рабочего освещения в) Для эвакуации г) Как временное при пуско-наладочных работах и испытаниях оборудования

Вопрос 6: Каков режим работы нейтрали сетей 220 кВ и выше?

Варианты ответа: а) С изолированной нейтралью б) С эффективно заземленной нейтралью **в) С глухозаземленной нейтралью** г) С нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор

Вопрос 7: Каков режим работы нейтрали сетей 2-35 кВ?

Варианты ответа: а) С эффективно заземлённой нейтралью б) С глухозаземлённой нейтралью **в) С изолированной нейтралью или с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор** г) С нейтралью заземляемой через конденсатор

Вопрос 8: Сколько категорий надежности электроприемников существует?

Варианты ответа: а) Одна категория б) Две категории **в) Три категории** г) Четыре категории

Вопрос 9: Сколько стационарных заземлителей, как правило, должна иметь секция (система) шин РУ 35 кВ и выше?

Варианты ответа: а) Один стационарный заземлитель **б) Два стационарных заземлителя** в) Три стационарных заземлителя г) Зависит от типа схемы РУ

Вопрос 10: Допускается ли применение тросовых молниеотводов на ОРУ 35 кВ и выше?

Варианты ответа: а) Не допускается б) Допускается на всей территории ОРУ в) Допускается только над ошиновкой, если зоны защиты стержневых молниеотводов не закрывают всю территорию ОРУ г) Допускается только над секциями и шинами

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Вопрос 1: Допускается ли на открытом воздухе совмещенная прокладка на общих опорах гибких токопроводов напряжением выше 1 кВ и технологических трубопроводов?

Варианты ответа: а) Не допускается б) Допускается во всех случаях в) Допускается, если токопроводы располагаются выше трубопроводов г) Допускается, если обеспечивается безопасность ремонта трубопроводов

Вопрос 2: При каком количестве силовых кабелей до 35 кВ, идущих в одном направлении, рекомендуется производить их прокладку в туннелях, по эстакадам и в галереях?

Варианты ответа: а) При количестве силовых кабелей более 10 б) При количестве силовых кабелей более 15 в) При количестве силовых кабелей более 20 г) При количестве силовых кабелей более 6

Вопрос 3: При каких условиях для ограничения несимметрии тока и напряжений выполняется один полный цикл транспозиции?

Варианты ответа: а) При напряжении ВЛ 35 кВ и выше и длине ВЛ более 30 км б) При напряжении ВЛ 220 кВ и выше в) При длине ВЛ более 100 км и напряжении ВЛ 110 кВ и выше г) При длине ВЛ более 150 км и напряжении ВЛ 35 кВ и выше

Вопрос 4: При каких условиях изолированное крепление грозозащитного троса на ВЛ 150 кВ и ниже требуется выполнять только на металлических и железобетонных анкерных опорах?

Варианты ответа: а) При отсутствии организации каналов высокочастотной связи на тросе, а также если не предусмотрена плавка гололеда б) При прохождении линии по населённой местности в) При пересечении с автомобильными дорогами г) При пересечении с железными дорогами

Вопрос 5: Каким должен быть угол пересечения ВЛ с электрифицированной железной дорогой?

Варианты ответа: а) Не нормируется б) Угол пересечения должен быть не менее 65° в) Угол пересечения должен быть не менее 55° г) Угол пересечения должен быть 90°

Вопрос 6: Какие требования по включению трансформаторов на номинальную нагрузку в зависимости от температуры окружающего воздуха в соответствии с "ПТЭ электростанций и сетей РФ" указаны неверно?

Варианты ответа: а) Включение трансформаторов с системами охлаждения М и Д на номинальную нагрузку допускается при любой отрицательной температуре наружного воздуха б) Включение трансформаторов с системами охлаждения ДЦ и Ц на номинальную нагрузку допускается при значениях температуры окружающего воздуха не ниже 25° в) При включении трансформаторов с системами охлаждения ДЦ и Ц при температурах ниже 25°C трансформатор должен быть прогрет включением на нагрузку около 0,3 номинальной без запуска системы циркуляции масла до достижения температуры верхних слоев масла $+15^\circ\text{C}$, после чего должна быть включена

система циркуляции масла г) В аварийных условиях допускается включение трансформаторов с системами охлаждения ДЦ и Ц на полную нагрузку независимо от температуры окружающего воздуха

Вопрос 7: Какая периодичность осмотров оборудования РУ без отключения от сети указана неверно?

Варианты ответа: а) На объектах с постоянным дежурством персонала - не реже 1 раза в смену б) На объектах с постоянным дежурством персонала - не реже 1 раза в сутки **в) На объектах без постоянного дежурного персонала – не реже 1 раза в месяц** г) В трансформаторных и распределительных пунктах – не реже 1 раза в 6 месяцев д) В темное время суток для выявления разрядов, коронирования - не реже 1 раза в месяц

Вопрос 8: Какое из перечисленных требований при эксплуатации резервуаров воздушных выключателей и других аппаратов высокого напряжения указано неверно?

Варианты ответа: а) Резервуары воздушных выключателей и других аппаратов должны удовлетворять положениям правил устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением б) Гидравлические испытания резервуаров воздушных выключателей должны проводиться в тех случаях, когда при осмотре обнаруживаются дефекты, вызывающие сомнение в достаточной прочности резервуаров **в) Внутренний осмотр резервуаров воздушных выключателей и других аппаратов должен производиться не реже 1 раза в 2 года** г) Внутренние поверхности резервуаров должны иметь антикоррозийное покрытие

Вопрос 9: Какое из перечисленных требований при эксплуатации конденсаторной установки указано неверно?

Варианты ответа: а) Работа конденсаторной установки запрещается, если токи в фазах различаются более чем на 10% б) Осмотр конденсаторной установки без отключения должен производиться не реже 1 раза в 3 месяца в) Повторное включение конденсаторной установки допускается не ранее чем через 1 мин. после отключения г) Включение конденсаторной установки, отключившейся действием защит, разрешается после выяснения и устранения причины ее отключения

Вопрос 10: Какое количество соединителей допускается на каждом проводе или тросе пересекающей ВЛ в пролете пересечения ее с другими ВЛ и линиями связи?

Варианты ответа: а) Не более 1 соединителя б) Не более 2 соединителей в) Не более 3 соединителей г) Не регламентируется

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Понятия: энергетическая система, электроэнергетическая система, электрическая станция, электрическая сеть.
2. Общие сведения об электроэнергетических системах.
3. Классификация электрических сетей.
4. Стандартный ряд номинальных напряжений и наибольшие рабочие значения напряжений.
5. Преимущества объединённых энергосистем.
6. Линии электропередачи переменного и постоянного тока.
7. Дальние линии электропередачи переменного тока.
8. Дальние линии электропередачи постоянного тока.
9. Понижающие и преобразовательные подстанции, распределительные подстанции, переключательные пункты.
10. Системообразующие сети, пример.
11. Питающие сети, пример.
12. Распределительные сети, пример.
13. Типы конфигураций электрических сетей.
14. Способы присоединения подстанций к электрической сети.
15. Схемы электрических соединений подстанций.
16. Конструктивные элементы ВЛЭП и их назначение.
17. Транспозиция проводов, и с какой целью она применяется.
18. Высота опоры, длина пролёта, стрела провеса.
19. Количество изоляторов в гирляндах на ВЛЭП различных номинальных напряжений.
20. Ориентировочные значения длин пролётов ВЛЭП разных классов номинальных напряжений.
21. Конструктивное исполнение проводов. Требования к материалу, из которого изготавливаются провода.
22. Марки проводов. Области применения проводов различных марок.
23. Марки грозозащитных тросов и области их применения.
24. Виды и типы опор. Их назначение.
25. Конструктивное исполнение деревянных опор, область их применения.
26. Конструктивное исполнение железобетонных опор, область их

применения.

27. Конструктивное исполнение металлических опор, область их применения.

28. Унификация конструкций металлических и железобетонных опор. Шифры опор.

29. Расположение проводов на опоре.

30. Классификация линейных изоляторов, их конструктивное исполнение.

31. Виды линейной арматуры, её назначение.

32. Классификация кабелей.

33. Кабели напряжением до 1 кВ.

34. Кабели напряжением 3 – 10 кВ.

35. Кабели напряжением 20, 35 кВ.

36. Маслонаполненные кабели низкого давления.

37. Маслонаполненные кабели высокого давления.

38. Газоизолированные линии и газонаполненные кабели.

39. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена.

40. Принцип формирования марок кабелей. Маркировка кабелей, примеры.

41. Кабельная арматура, её назначение.

42. Прокладка кабелей.

43. Схемы замещения ВЛЭП и их параметры.

44. Схемы замещения кабельных линий, их параметры.

45. Каталогные данные трансформаторов, основные понятия и определения.

46. Схема соединения обмоток автотрансформатора. Распределение токов при работе автотрансформатора в понижающем режиме.

47. Типовая и номинальная мощности автотрансформаторов.

48. Схема замещения двухобмоточного трансформатора и её параметры.

49. Схема замещения трансформатора с расщепленной обмоткой и её параметры.

50. Схема замещения трёхобмоточного трансформатора, её параметры.

51. Схема замещения автотрансформатора, её параметры.

52. Определение потерь мощности в двухобмоточном трансформаторе.

53. Определение потерь мощности в трёхобмоточном трансформаторе и автотрансформаторе.

54. Приведенная и расчётная нагрузка узла.

55. Падение и потеря напряжения.

56. Расчёт режима линий при заданном токе нагрузки по данным «конца».

57. Расчёт режима линий при заданном токе нагрузки по данным «начала».

58. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при расчёте режима линии.

59. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «конца».
60. Расчёт режимов разомкнутых сетей по данным «начала».
61. Построение векторных диаграмм токов и напряжений при расчёте режимов разомкнутых сетей.
62. Определение потоков мощности на головных участках в простых замкнутых сетях и в сетях с двухсторонним питанием.
63. Расчёт кольцевых сетей.
64. Понятие «точка потокораздела». Расчет простой замкнутой сети с двумя точками потокораздела?
65. Расчёт режимов сетей с двухсторонним питанием.
66. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции с двухобмоточными трансформаторами.
67. Определение напряжения на сторонах среднего и низшего напряжений подстанции с трёхобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами.
68. Расчёт сетей с различными номинальными напряжениями.
69. Регулирование напряжения в электрической сети.
70. Выбор ответвлений РПН в двухобмоточных трансформаторах
71. Выбор ответвлений РПН в трехобмоточных трансформаторах
72. Выбор ответвлений РПН в автотрансформаторах.
73. Линейные регуляторы и область их применения. Выбор ответвлений линейных регуляторов.
74. Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей в послеаварийных режимах.
75. Особенности расчёта режимов в однородных электрических сетях.
76. Определение наибольшей потери напряжения.
77. Особенности расчёта режима сетей с равномерно распределённой нагрузкой.
78. Статические и динамические характеристики нагрузок, понятия и физическая сущность.
79. Статические характеристики осветительной нагрузки.
80. Статические характеристики асинхронных и синхронных двигателей.
81. Обобщённые статические нагрузки по напряжению и частоте комплексной нагрузки
82. Каковы средние значения погонных реактивных параметров ВЛ с нерасщеплённой фазой?
83. На какое число составляющих обычно расщепляются фазы ВЛ 330-1150 кВ?
84. К каким изменениям погонных параметров ВЛ приводит расщепление её фазы?
85. К каким изменениям векторных диаграмм токов и напряжений линии приводит уменьшение нагрузки на её приёмном конце?
86. Как отличаются векторные диаграммы напряжений при задании параметров в начале и в конце линии?

87. В чём отличие понятий «падение напряжения» и «потеря напряжения»?
88. Запишите и поясните уравнение баланса активной мощности
89. Какова величина потерь активной мощности в электрической сети?
90. Какова величина потерь мощности собственных нужд электростанций?
91. Какова причина изменения частоты в ЭЭС?
92. Каковы нормально- и предельно допустимые отклонения частоты в ЭЭС?
93. Что такое статическое и астатическое регулирование частоты?
94. Какие коэффициенты статизма имеют реальные регуляторы частоты?
95. Что такое первичное и вторичное регулирование частоты?
96. Каков критерий оптимального распределения активной мощности между агрегатами электростанций?
97. Запишите и поясните уравнение баланса реактивной мощности
98. Дайте характеристику составляющим уравнения баланса реактивной мощности
99. Назовите источник реактивной мощности
100. Какова величина потерь реактивной мощности в линиях ЭЭС?
101. Преимущества объединения электрических сетей в электроэнергетические системы
102. Продольная компенсация реактивной мощности в ЭЭС
103. Принципиальная схема автотрансформатора. Преимущества.
104. Понятия типовой и номинальной мощности автотрансформатора.
105. Перечислить организационные мероприятия по снижению потерь энергии в электрических сетях.
106. Оптимизация конфигурации сети.
107. Синхронный компенсатор как источник реактивной мощности.
108. Маркировка силового кабеля.
109. Расчёт разомкнутой питающей сети по данным конца.
110. Поперечная компенсация реактивной мощности
111. Понятие встречного регулирования напряжения
112. Регулирование напряжения с помощью генераторов
113. Регулирование напряжения с помощью трансформаторов с ПБВ
114. Схемы замещения ЛЭП
115. Расчёт параметров схемы замещения ЛЭП
116. Шкала номинальных напряжений. Область применения номинальных напряжений.
117. Расчет разомкнутой питающей сети по данным начала.
118. Классификация изоляторов. Область применения.
119. Примеры линейной арматуры.
120. Последовательность расчёта питающей сети с двухсторонним питанием.
121. Схема замещения трехобмоточного трансформатора.

122. Назначение и область применения линейных регуляторов.
123. Понятия потери и падения напряжения.
124. Продольная и поперечная составляющая падения напряжения.
125. Схема замещения автотрансформаторов.
126. Конструкция силового кабеля.
127. Перечислить технические мероприятия по снижению потерь энергии в электрических сетях.
128. Конденсаторные батареи как источник реактивной мощности.
129. Классификация электрических сетей.
130. Перечислить основные конструктивные элементы ВЛЭП.
131. Перечислить технические мероприятия по снижению потерь энергии в электрических сетях.
132. Конденсаторные батареи как источник реактивной мощности.
133. Перечислить основные конструктивные элементы ВЛЭП.
134. Классификация опор.
135. Классификация проводов ВЛЭП.
136. Почему реактивная проводимость кабельной линии больше, чем у воздушной ЛЭП того же класса напряжения и сечения?
137. По каким параметрам производится выбор и проверка сечений проводов ВЛЭП?
138. Для какой цели выполняется расщепление проводов ВЛЭП?
139. Определение времени максимальных потерь τ .
140. Какие параметры учитываются при определении номинальной мощности трансформатора
141. Какая изоляция трансформатора испытывается измерением сопротивлением изоляции
142. Результаты каких испытаний позволяют оценить степень увлажнённости изоляции
143. Какие показатели характеризуют качество электроэнергии?
144. Напряжение на зажимах электродвигателя снизилось на 10%, что произойдёт с электродвигателем?
145. Допускается ли перегрузка 20...35 кВ:
146. Допустимая температура нагрева голого провода ВЛ (воздушных линий) при допустимом токе нагрузки и нормируемой температуре окружающей среды
147. На каких элементах устанавливаются плавкие предохранители в 3-х фазной 4-проводной цепи?
148. Причины появления «жучков» в работающем трансформаторе
149. Какой режим работы нейтрали автотрансформатора применяется
150. Какие параметры учитываются при определении номинальной мощности трансформатора
151. Какая изоляция трансформатора испытывается измерением сопротивлением изоляции
152. Результаты каких испытаний позволяют оценить степень увлажнённости изоляции

153. Какие показатели характеризуют качество электроэнергии.
154. Расскажите о влиянии напряжения на работу потребителей
155. Допускается ли перегрузка кабелей 20...35 кВ
156. На каких элементах устанавливаются плавкие предохранители
157. Причины появления «жучков» в трансформаторе
158. Какой режим работы нейтрали автотрансформатора применяется
159. Назовите требования, предъявляемые к релейной защите
160. Способы выбора сечения проводов
161. Назовите способы уменьшения потерь электроэнергии
162. Назовите отличие трансформатора от автотрансформатора
163. Что такое электротехнические и осветительные установки?
164. Приведите основные требования, предъявляемые к системе электроснабжения промышленных предприятий
165. Какие уровни электроснабжения промышленных предприятий вы знаете?
166. Дайте понятие ударного тока КЗ, периодическая и апериодическая составляющие
167. Приведите особенности расчета токов КЗ в высоковольтных и низковольтных сетях.
168. Назовите потребителей реактивной мощности и средства компенсации реактивной мощности
169. Дайте понятие расчетных нагрузок промышленных предприятий
170. Дайте понятие: графики нагрузок электроприемников, показатели, характеризующие приемники электроэнергии и их графики нагрузки
171. Объясните режимы работы электроприемников (продолжительный, повторно-кратковременный, кратковременный)
172. Как выбираются компенсирующие устройства?
173. Объясните режимы работ систем электроснабжения (нормальный установившийся, нормальный переходный, аварийный переходный, послеаварийный установившийся)
174. Как характеризуются электроприемники по бесперебойности электроснабжения?
175. Перечислите напряжения электрических сетей и электроприемников, где применяются?
176. Назовите типы электрических станций и их назначение.
177. Перечислите методы определения расчетных нагрузок и приведите примеры.
178. Как определяется расчетная нагрузка методом упорядоченных диаграмм?
179. Как классифицируются помещения по окружающей среде?
180. Какие требования предъявляют к цеховым электрическим сетям, структура цеховых сетей?
181. Объясните назначение, конструкцию, разновидность шинопроводов.
182. Особенности ТЭК России

183. Объясните назначение, конструкцию, основные характеристики предохранителей

184. Объясните назначение, конструкцию, основные характеристики автоматических воздушных выключателей

185. Как выбирается сечение проводов, кабелей и шин во внутрицеховых электрических сетях?

186. Какие режимы перегрузок электрических сетей требующие защиты от перегрузок?

187. Как производится выбор аппаратов защиты цеховых электрических сетей?

188. Как производится согласование уставок токов срабатывания защитного аппарата с проводником защищаемой сети?

189. Как производится расчет и выбор электрических сетей по потере напряжения?

190. Назовите режимы нейтрали электрических сетей

191. Как производится выбор эл.сети по экономической плотности тока?

192. Приведите системы питания промышленных предприятий

193. Где устанавливаются цеховые КТП, приведите схемы цеховых КТП

194. Как производится выбор места, числа и мощности цеховых ТП?

195. Что такое картограмма нагрузок?

196. Перечислите основное электрооборудование трансформаторных подстанций предприятий.

197. Объясните назначение и устройство защитных заземлений и занулений

198. Какие тарифы на электроэнергию вы знаете?

199. Какова величина потерь реактивной мощности в трансформаторах?

200. Каковы причины лавины напряжения?

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные сведения об электроэнергетических системах и сетях	ПК-3	Тест
2	Воздушные линии электропередач	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ
3	Кабельные линии электропередач	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ
4	Линии электропередач как элемент электрической сети	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ
5	Характеристики и параметры узлов нагрузки электрической сети	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ
6	Рабочие режимы энергосистем	ПК-3	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Королев, Н.И.

Электрические сети и системы. - 2-е изд., перераб. и доп. - Воронеж : Научная книга, 2007. - 121 с.

Лыкин А.В. Электрические системы и сети : учебник / Лыкин А.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 363 с. — ISBN 978-5-7782-3037-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91589.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader;
- Internet explorer;
- DIALux;
- AutoCAD;
- Компас-График LT;
- SMath Studio.

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

- ФГУП «Стандартинформ». Адрес ресурса: <http://www.gostinfo.ru/catalog/gostlist/>
- Электроцентр Адрес ресурса: <http://electrocentr.info/>
- Netelectro Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления.

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

- Marketelectro Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

– Чертежи.ru Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

– БАЗА ДАННЫХ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ и ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ URL: <https://online-electric.ru/dbase.php>

– База данных ГОСТов по энергетике. Адрес ресурса: <https://www.ruscable.ru/doc/docgost/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учреждение имеет необходимую материально-техническую базу для осуществления образовательной деятельности.

Материально технические условия, созданные в учреждении, обеспечивают реализацию образовательных программ, соответствуют санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, требованиям ФГОС.

Образовательный процесс осуществляется в 2-х отдельно стоящих зданиях, закрепленных за учреждением на праве оперативного управления.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» .

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета параметров электрических сетей. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить

	задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП