

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД и МП

\_\_\_\_\_ Игнатенко В.И.

## Электроэнергетические системы и сети

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Электроэнергетики и автоматики</b>
Учебный план	13.03.02_бак_очн_ЭЭ-2025+.plx Направление подготовки: Электроэнергетика и электротехника
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>8 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	288	Виды контроля в семестрах: экзамены 6 зачеты 5 курсовые проекты 5
в том числе:		
аудиторные занятия	94	
самостоятельная работа	140	
часов на контроль	54	

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		6 (3.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Неделя	10		16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	10	10	32	32	42	42
Лабораторные	10	10			10	10
Практические	10	10	32	32	42	42
Итого ауд.	30	30	64	64	94	94
Контактная работа	30	30	64	64	94	94
Сам. работа	24	24	116	116	140	140
Часы на контроль	18	18	36	36	54	54
Итого	72	72	216	216	288	288

Программу составил(и):

*Канд.техн.наук Доцент Петров Алексей Михайлович* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Электроэнергетические системы и сети**

разработана в соответствии с ФГОС:

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

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электроэнергетики и автоматике**

Протокол от г. №

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент А.М.Петров

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент А.М.Петров \_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент А.М.Петров

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент А.М.Петров \_\_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент А.М.Петров

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент А.М.Петров \_\_\_\_\_ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент А.М.Петров

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент А.М.Петров \_\_\_\_\_ 2029 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры  
**Электроэнергетики и автоматики**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2029 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент А.М.Петров

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Целью курса «Электроэнергетические системы и сети» является формирование у студентов навыков по изучению методик расчета электрических режимов и методов определения параметров различных устройств, устанавливаемых в электрических сетях для снижения потерь мощности и энергии, изучению основ технико-экономического анализа и выбора конфигурации сети.
1.2	Задачами изучения дисциплины является овладение методами технических и экономических расчетов, на основе которых выбираются конкретные схемные, параметрические, конструктивные и режимные решения для указанных выше источников питания и питающих электрических сетей.

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» относится к базовой части Б1 и основывается на знании студентами ряда дисциплин направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:	
2.1.2	- разделов «Электричество и магнетизм» и «Электромагнитное поле» курса физики;	
2.1.3	- разделов «Линейная и векторная алгебра», «Дифференциальное и интегральное исчисления», «Теория функций комплексного переменного» курса высшей математики;	
2.1.4	- разделов: «Численные методы анализа», «Алгоритмизация и программирование» и «Программное обеспечение и технология программирования» курса информатики;	
2.1.5	- разделов «Нелинейные электрические цепи постоянного тока» и «Нелинейные электрические цепи переменного тока» курса теоретических основ электротехники.	
2.1.6		
2.1.7	Теоретические основы электротехники	
2.1.8	Математика	
2.1.9	Физика	
2.1.10	Информационные технологии	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Курс «Электроэнергетические системы и сети» позволяет приступить к изучению профессиональных дисциплин:	
2.2.2	"Электрические станции и подстанции"; "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем"; "Электробезопасность электроустановок в районах Крайнего Севера";	
2.2.3	Электрические станции и подстанции	
2.2.4	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	
2.2.5	Электробезопасность электроустановок в районах Крайнего Севера	

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****ПК-2.1: Демонстрирует способность организации технологии обслуживания и ремонта систем электроснабжения**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**ПК-2.2: Демонстрирует способность применения методов и технических средства испытаний и диагностики систем электроснабжения**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**ПК-2.3: Демонстрирует понимание взаимосвязи задач технологии эксплуатации и проектирования систем электроснабжения**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**ПК-1.1: Демонстрирует знание правила проектирования, исполнения производственной программы (в части планирования технических воздействий), а также технологии производства работ оборудования систем электроснабжения**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**ПК-1.2: Демонстрирует умение планировать производственную деятельность, ремонты оборудования систем электроснабжения**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**ПК-1.3: Демонстрирует способность технического обоснования проектов ввода объектов нового строительства и технологического присоединения к электрическим сетям, реновации в части систем электроснабжения**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**ОПК-2.1: Демонстрирует умение разрабатывать алгоритмы, пригодные для практического применения**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**ОПК-2.2: Демонстрирует способность разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**ОПК-2.3: Демонстрирует способность самостоятельно разрабатывать компьютерные программы, пригодные для практического применения**

<b>Знать:</b>
<b>Уметь:</b>
<b>Владеть:</b>

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1 Знать:</b>
3.1.1 – основные свойства и физическую сущность процессов, происходящих в электрических и магнитных цепях;
3.1.2 – основные методы и алгоритмы исследования и расчета электрических и магнитных цепей;
<b>3.2 Уметь:</b>
3.2.1 – осуществлять выбор наиболее рациональных вариантов схем электрической сети и электроснабжения потребителей с помощью технико-экономических расчетов;
3.2.2 – производить расчет характерных режимов работы электрических сетей и систем и определять оптимальные режимы работы сетей электроснабжения;
3.2.3 – осуществлять контроль и оценку промежуточных и конечных результатов проводимых исследований и математических расчетов;
<b>3.3 Владеть:</b>
3.3.1 первичными навыками и основными методами практического использования современных компьютеров для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета, современной научной литературой, навыками ведения физического эксперимента; знаниями об основных направлениях развития электро-энергетики; рациональными приемами поиска и использования научно-технической информации.

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

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Семестр 5						

1.1	Предмет, задачи и структура курса. Связь с другими дисциплинами. /Лек/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.2	Источники питания и принцип формирования схем электроснабжения /Лек/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.3	Источники питания и принцип формирования схем электроснабжения /Пр/	5	3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.4	Проектирование механической части воздушных линий электропередачи: изыскания трасс воздушных линий; выбор материала и типа опор и установка их по профилю трассы; определение критических пролетов и монтажных стрел провеса; выбор и расчет грозозащитного троса; защита проводов и тросов от вибрации /Ср/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.5	Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-20 и расчет параметров элементов электрических сетей и систем /Лек/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.6	Выбор схем понижающих подстанций 35-220/6-20 и расчет параметров элементов электрических сетей и систем /Пр/	5	3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.7	Современные конструкции распределительных устройств: обзор современных типов ячеек 35-220/6-10 кВ комплектных распределительных устройств отечественного и зарубежного производства, выключателей и др. коммутационного оборудования; обзор современных источников оперативного тока. /Ср/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.8	Выбор количества и мощности трансформаторов на приемных подстанциях. /Ср/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	

1.9	Режимы работы нейтралей /Ср/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.10	Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров систем электроснабжения промышленных предприятий /Лек/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.11	Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров систем электроснабжения промышленных предприятий /Пр/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.12	Выбор конструктивного исполнения и номинальных параметров систем электроснабжения промышленных предприятий /Ср/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.13	Выбор и обоснование оптимального варианта электрической сети /Ср/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.14	Снятие статических и динамических характеристик нагрузки для исследования устойчивости автономной электрической системы /Лаб/	5	5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.15	статические и динамические характеристики нагрузки устойчивости автономной электрической системы /Ср/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.16	Регулирование напряжения в электрических сетях с помощью рпн трансформаторов /Лаб/	5	5	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.17	Регулирование напряжения в электрических сетях с помощью рпн трансформаторов /Ср/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	

1.18	Технико-экономические расчеты электрических сетей и систем /Лек/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.19	Технико-экономические расчеты электрических сетей и систем /Пр/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.20	Нормирование и планирование потерь электроэнергии: схемные и режимные мероприятия по снижению потерь электроэнергии; принцип и назначение нормирования и планирования потерь в распределительных сетях промышленных предприятий. /Ср/	5	2	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.21	Техникоэкономические расчеты электрических сетей и систем /Ср/	5	3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
1.22	Анализ и обоснование схем электрической сети /Ср/	5	3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
<b>Раздел 2. Семестр 6</b>							
2.1	Электрический расчет основных режимов работы электрической сети /Лек/	6	10	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.2	Электрический расчет основных режимов работы электрической сети /Пр/	6	8	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.3	Электрический расчет основных режимов работы электрической сети /Ср/	6	23	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.4	Расчет линий электропередачи по данным конца и нача-ла. П - образные и Т - образные схемы замещения линий электропередачи. Расчет двух- и трехобмоточных транс-форматоров, автотрансформаторов /Ср/	6	23	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	

2.5	Управление параметрами режима электрических сетей и систем /Лек/	6	11	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.6	Управление параметрами режима электрических сетей и систем /Пр/	6	8	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.7	Анализ современных средств компенсации реактивной мощности. Выбор мощности и размещение компенсиру-ющих устройств. Статические характеристики нагрузки. Регулирующий эффект нагрузки /Ср/	6	23	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.8	Анализ режимов работы сети. Выбор средств регулирования напряжения /Пр/	6	8	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.9	Анализ режимов работы сети. Выбор средств регулирования напряжения /Ср/	6	23	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.10	Повышение пропускной способности линий электропередачи /Лек/	6	11	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.11	Повышение пропускной способности линий электропередачи /Пр/	6	8	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	
2.12	Конструктивное исполнение криогенных линий. Электрические схемы электропередач повышенной пропускной способности /Ср/	6	24	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Список контрольных вопросов к зачету

1. Какие провода имеют преимущественное применение на ВЛ электропередачи?
2. Из каких материалов изготавливают ВЛ электропередачи?
3. Какие внешние воздействия испытывают провода и опоры ВЛ электропередачи?
4. Какие негативные явления возникают в проводах ВЛ под действием ветра?

5. Каким образом выполняется защита ВЛ от прямых попаданий молнии в провода?
6. Какие преимущества и недостатки имеют кабельные линии по сравнению с воздушными?
7. Какие факторы влияют на величину активного сопротивления линии электропередачи?
8. От чего зависит индуктивное сопротивление линии электропередачи?
9. Для чего на ВЛ применяют транспозицию проводов?
10. Какое явление, возникающее на ВЛ электропередачи, вызывает дополнительные потери активной мощности?
11. Какая схема замещения применяется для моделирования линии электропередачи?
12. Из какого допущения можно исходить с целью получения упрощенных выражений для расчета параметров схемы замещения линии электропередачи?
13. В каких случаях возможно применение более простых схем замещения линии электропередачи?
14. Какие схемы замещения применяются для моделирования трансформаторов?
15. Какие данные необходимы для вычисления активного сопротивления схемы замещения трансформатора?
16. Из какого допущения исходят при выводе формулы для реактивного сопротивления схемы замещения трансформатора?

Список контрольных вопросов к экзамену:

1. От чего зависят потери холостого хода трансформатора?
2. Как получают напряжения короткого замыкания каждой обмотки в отдельности для схемы замещения трехобмоточного трансформатора?
3. В чем принципиальное различие между автотрансформатором и обычным трансформатором?
4. Что такое типовая мощность автотрансформатора?
5. На какую мощность рассчитывается обмотка низшего напряжения автотрансформатора?
6. С какой целью в электрических сетях устанавливают трансформаторы с расщепленной обмоткой низшего напряжения?
7. Где применяются П-образные схемы замещения трансформаторов?
8. В чем принципиальное отличие П-образных схем замещения линии электропередачи и трансформатора?
9. Как моделируются трехобмоточные трансформаторы?
10. Что собой представляет график электрической нагрузки?
11. Что такое график нагрузки по продолжительности?
12. Дайте определение понятия «число часов использования максимума нагрузки».
13. Каким образом получают графики нагрузки на практике?
14. Что собой представляют статические характеристики нагрузки?
15. Что такое «регулирующий эффект нагрузки»?
16. Какие виды нейтралей существуют для трехфазных электрических сетей?
17. Какую опасность для людей представляют сети с напряжением до 1000 В с изолированной нейтралью при замыкании одной из фаз на землю?
18. В каких случаях в сетях с напряжением свыше 1000 В выполняют глухое заземление нейтрали?
19. В каких случаях трехфазные электрические сети должны работать с компенсированной нейтралью?
20. Что такое «сеть с эффективно заземленной нейтралью»?
21. Какие токи в схеме замещения линии электропередачи называются зарядными?
22. Каков алгоритм построения векторной диаграммы токов и напряжений в схеме замещения линии электропередачи при заданных токе и напряжении в конце линии?
23. Какой вывод можно сделать из взаимного расположения векторов по концам линии и при сравнении величин (модулей) напряжений по концам линий?
24. Как определяются потери мощности в линии электропередачи?
25. Как определяется зарядная мощность линии электропередачи?
26. Как определяются падения напряжения в линии электропередачи?
27. Какие данные должны быть известны при расчете линии электропередачи?
28. Как определяется коэффициент полезного действия линии электропередачи?
29. От чего зависит пропускная способность линии электропередачи?
30. Какие ограничения имеются на величину мощности, передаваемой по линии электропередачи?
31. Какова последовательность вычислений при расчете радиально-магистральных сетей?
32. Как определить приближенное потокораспределение мощностей в линии с двухсторонним питанием?
33. Какова последовательность вычислений при расчете мощностей в линии с двухсторонним питанием?
34. Какая точка в сети называется «точкой токораздела»?
35. Какие составляющие входят в баланс активных и реактивных мощностей в ЭЭС?
36. Какие отклонения частоты в ЭЭС допускаются государственным стандартом и почему?
37. Что происходит с частотой в ЭЭС при снижении генерируемой активной (реактивной) мощности?
38. Что происходит с напряжением на шинах станции при снижении генерируемой активной (реактивной) мощности?
39. Какую мощность изменяют на электростанции, чтобы регулировать напряжение на шинах станции?
40. Как осуществляется первичное регулирование частоты на электростанциях?
41. Как осуществляется вторичное регулирование частоты в ЭЭС методом ведущей станции по частоте?
42. Каким требованиям должна отвечать электростанция, выбираемая в ЭЭС в качестве ведущей станции?
43. Каким образом производится восстановление частоты в ЭЭС при отсутствии достаточного резерва мощности?
44. Какие электроприемники в основном потребляют реактивную мощность?
45. От чего зависит величина реактивной мощности, потребляемой электроприемниками?
46. Какое назначение имеют компенсирующие устройства в ЭЭС?

47. Как определяется располагаемая реактивная мощность синхронного ком-пенсатора и двигателя?
48. Как рассчитать рабочую реактивную мощность конденсаторной батареи?
49. Какой принцип заложен в статических тиристорных компенсаторах?
50. Какие методы регулирования напряжения существуют в электрических се-тях?
51. Какие средства регулирования напряжения имеются в электрических се-тях?
52. Что такое принцип «встречного регулирования напряжения»?
53. Какие ограничения должны быть выполнены при регулировании напря-жения на электростанциях?
54. Что представляет собой регулятор напряжения РПН, устанавливаемый на трансформаторах?
55. В чем различия функционирования устройств РПН и ПБВ?
56. Как подобрать рабочее ответвление на устройстве РПН для поддержания желаемого напряжения на шинах низшего напряжения трансформатора?
57. Какие особенности имеются в трехобмоточных трансформаторах для ре-гулирования напряжения?
58. Как регулируется напряжение на автотрансформаторах?
59. За счет чего можно изменять потери напряжения на участке электрической сети?
60. На какие составляющие делят технические потери в электрических сетях?
61. Что такое «время максимальных потерь» и от чего оно зависит?
62. Как записать формулу для вычисления полных годовых потерь электро-энергии?
63. На какие группы делятся мероприятия по снижению потерь электроэнер-гии?
64. Каким образом осуществляется снижение потерь мощности путем оптими-зации режима по напряжению и реактивной мощности?
65. Как можно объяснить снижение общих потерь в трансформаторах на под-станции при отключении одного из них?
66. Какие вопросы решаются при проектировании схемы электрической сети?
67. Как выбирается конфигурация схемы проектируемой электрической сети?
68. Какие существуют типы конфигураций схем электрических сетей?
69. Как определить полные затраты на сооружение и эксплуатацию электри-ческих сетей?
70. По какому критерию выбираются мощности трансформаторов понижаю-щих подстанций?
71. Какие дополнительные факторы следует учитывать при выборе трансфор-маторов на понижающих подстанциях?
72. Какие подстанции называют тупиковыми и транзитными?
73. Какие потери мощности зависят от нагрузки, а какие не зависят?

## 5.2. Темы письменных работ

Курсовой проект выполняется на тему: «Проектирование системы электроснабжения промышленного района»

## 5.3. Фонд оценочных средств

1. От чего зависят потери холостого хода трансформатора?
2. Как получают напряжения короткого замыкания каждой обмотки в от-дельности для схемы замещения трехобмоточного трансформатора?
3. В чем принципиальное различие между автотрансформатором и обычным трансформатором?
4. Что такое типовая мощность автотрансформатора?
5. На какую мощность рассчитывается обмотка низшего напряжения авто-трансформатора?
6. С какой целью в электрических сетях устанавливают трансформаторы с расщепленной обмоткой низшего напряжения?
7. Где применяются П-образные схемы замещения трансформаторов?
8. В чем принципиальное отличие П-образных схем замещения линии электропередачи и трансформатора?
9. Как моделируются трехобмоточные трансформаторы?
10. Что собой представляет график электрической нагрузки?

## 5.4. Перечень видов оценочных средств

контрольные вопросы для проведения текущего контроля. Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. Отчет о практической работе. Отчет по самостоятельной работе. Отчет по лабораторным работам. Курсовой проект.

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

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Норильский индустр. ин-т; сост. О. И. Кирилина	Электропитающие системы и электрические сети: метод. указания к практическим занятиям и самостоятельным работам для студентов спец. 140211.65 "Электроснабжение"; 230201.65 "Информационные системы и технологии в энергетике" всех форм обучения	Норильск: НИИ, 2013	28
Л1.2	Идельчик В.И.	Электрические системы и сети: Учебник для студентов электроэнерг. спец.	М.: Энергоатомиздат, 1989	49

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.3	Норильский индустр. ин-т; сост. О. И. Кирилина	Электропитающие системы и электрические сети: метод. указания к лабораторной работе "Регулирование напряжения в электрических сетях с помощью РПН трансформаторов" для студентов спец. 140211 "Электроснабжение" всех форм обучения	Норильск: НИИ, 2010	1
Л1.4	Норильский индустр. ин-т; сост. О. И. Кирилина	Электропитающие системы и электрические сети: метод. указания к лабораторной работе "Снятие статических и динамических характеристик нагрузки для исследования устойчивости автономной электрической системы" для студентов спец. 140211.65 "Электроснабжение" всех форм обучения	Норильск: НИИ, 2011	1

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Кирилина О. И.	Электропитающие системы и электрические сети: курс лекций	Норильск: НИИ, 2010	45
Л2.2	Лыкин А.В.	Электрические системы и сети: учеб. пособие для вузов	М.: Логос, 2008	1
Л2.3	Блок В.М.	Электрические сети и системы: Учеб. пособие для электроэнерг. спец. вузов	М.: Высш. шк., 1986	69
Л2.4	Трунковский Л.Е.	Электрические сети промышленных предприятий	М.: Энергоатомиздат, 1991	1

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Солдаткина Л. А.	Электрические сети и системы: учеб. пособие для вузов	М.: Энергия, 1978	23

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.2	MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.3	MS Office Standard 2007 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.4	Mathlab R2010b (Номер лицензии 622090 от 23.12.2009)
6.3.1.5	MathCAD 15 (Заказ №2564794 от 25.02.2010)
6.3.1.6	AutoCAD 11

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Онлайн платформа ЗГУ ( <a href="https://learn.norvuz.ru/">https://learn.norvuz.ru/</a> )
6.3.2.2	Электронная библиотека ЗГУ ( <a href="http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp">http://biblio.norvuz.ru/MarcWeb2/Default.asp</a> )
6.3.2.3	Электронно-библиотечная система Лань ( <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> )
6.3.2.4	Цифровая библиотека IPRsmart ( <a href="https://www.iprbookshop.ru">https://www.iprbookshop.ru</a> )

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

7.1	Аудитория, в которой проводится занятия должна быть оснащена мультимедийным оборудованием (компьютер с
7.2	доступом в «Интернет», проектор, колонки).
7.3	В случае проведения процедуры сдачи зачетов с применением дистанционных образовательных технологий
7.4	должно быть дополнительно обеспечено оборудование (видеокамера, микрофоны и проч.) для фиксации хода
7.5	проведения аттестационного испытания.
7.6	Для подготовки обучающимся предоставляются помещения для самостоятельной работы, оснащенные
7.7	компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной
7.8	информационно-образовательной среде университета.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины  
 Важным условием успешного освоения дисциплины является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса.

Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день. Его наличие позволит подчинить свободное время целям учебы, трудиться более успешно и эффективно. С вечера всегда надо распределять работу на завтрашний день. В конце каждого дня целесообразно подвести итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине они произошли. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана. Все задания к практическим работам, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса, что способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Система обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций и лабораторных), работа над которыми обладает определенной спецификой.

#### Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля текущий (опрос, контрольные работы); защита практических работ; промежуточный (зачет).

Практические работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических работ для подготовки к ним необходимо разобрать лекцию по соответствующей теме, проработать дополнительную литературу и источники. 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; работа над темами для самостоятельного изучения; участие в работе студенческих научных конференций; подготовка к зачету.

#### Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

#### Подготовка к лабораторным работам

Подготовку к каждому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении лабораторных работ и самостоятельных работ.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи Экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к Экзамену следует

систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

#### Методические указания для преподавателей

Рекомендуемые средства, методы обучения, способы учебной деятельности, применение которых для освоения конкретных модулей рабочей учебной программы наиболее эффективно:

– обучение теоретическому материалу рекомендуется основывать на основной и дополнительной литературе, изданных типографским или электронным способом конспектах лекций; рекомендуется в начале семестра ознакомить студентов с программой дисциплины, перечнем теоретических вопросов для текущего промежуточного и итогового контроля знаний, что ориентирует и поощрит студентов к активной самостоятельной работе;

- рекомендуется проводить лекционные занятия с использованием мультимедийной техники (проектора). На первом занятии до студентов должны быть доведены требования к освоению разделов дисциплины, правила выполнения и сдачи лабораторной работы, индивидуального задания (проверочной работы) (ИЗ/ПР), перечень рекомендуемой литературы.

Желательно провести обзор тем, которые будут изучены в течение семестра с тем, чтобы студенты более осознанно подходили к выполнению самостоятельной работы и выполнения ИЗ/ПР. Также часть занятий проводятся в активной и интерактивной форме.

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются индивидуальная, парная и групповая работа, используется проектная работа, ролевые игры, осуществляется работа с документами и различными источниками информации и т.д.

Интерактивные методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.