

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Е.И.Луковникова

20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04 Электроэнергетические системы и сети

Закреплена за кафедрой Электроэнергетики и электротехники

Учебный план bz130302_20_ЭЭ.plx

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация Бакалавр

Форма обучения заочная

Общая трудоемкость 10 ЗЕТ

Виды контроля на курсах:

Курсовой проект 3, Экзамен 3

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	З		Итого	
	уч	сп		
Вид занятий				
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	24	24	24	24
В том числе инт.	10	10	10	10
Итого ауд.	44	44	44	44
Контактная работа	44	44	44	44
Сам. работа	307	307	307	307
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	360	360	360	360

Программу составил(и):
к.т.н., доц., Струмяк Анатолий Владимирович
Рабочая программа дисциплины



Электроэнергетические системы и сети

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)
составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
утвержденного приказом ректора от 27.09.2020 протокол № .

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электроэнергетики и электротехники

Протокол от 20.04.2020 г. № 8

Срок действия программы: 2020-2024 уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю. Н.



Председатель МКФ

старший преподаватель Ульянов А.Д.

26.11.06 2020 г. ✓11

Ответственный за реализацию ОПОП



(подпись)

Булатов Ю.Н.

(ФИО)

Директор библиотеки

Солн

(подпись)

Солн И.Ф.

(ФИО)

№ регистрации

1046
(методический отдел)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Ознакомление студентов с технико-экономическими основами проектирования электрических сетей, критериями и алгоритмами выбора оптимального варианта, основами расчета режима сложных электрических сетей, мероприятиями по снижению потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях, особыми режимами электрических сетей.
1.2	Подготовка студентов к самостоятельной работе по проектированию и расчету режимов работы электрических сетей в условиях реального производства при работе в электрических сетях энергосистем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.04
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Знания, полученные по дисциплинам Физика; Высшая математика; Теоретические основы электротехники.	
2.1.2	Теоретические основы электротехники	
2.1.3	Общая энергетика	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Приемники и потребители электрической энергии	
2.2.2	Электрические машины	
2.2.3	Электрические станции и подстанции	
2.2.4	Электроника	
2.2.5	Переходные процессы в электроэнергетических системах	
2.2.6	Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем	
2.2.7	Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий	
2.2.8	Электроснабжение	
2.2.9	Основы АСУ электроустановок электрических станций и подстанций	
2.2.10	Техника высоких напряжений	
2.2.11	Электромагнитная совместимость	

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

ПК-3: Способность осуществлять деятельность в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта кабельных и воздушных линий электропередачи	
Индикатор 1	ПК-3.3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи
Индикатор 2	ПК-3.4 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи
Индикатор 3	ПК-3.5 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи
ПК-4: Способность планировать и контролировать деятельность в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций электрических сетей	
Индикатор 1	ПК-4.3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования подстанций электрических сетей
Индикатор 2	ПК-4.4 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования подстанций электрических сетей, составляет конкурентно-способные варианты технических решений
Индикатор 3	ПК-4.5 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования подстанций электрических сетей

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- о взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи;
3.1.2	- методы сбора и анализа данных для проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи;
3.1.3	- разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования линий электропередачи;
3.1.4	- способы проектирования подстанций электрических сетей;
3.1.5	- способы сбора и анализа данных для проектирования подстанций электрических сетей;
3.1.6	- разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования подстанций электрических сетей;

3.2	Уметь:
3.2.1	- связывать задачи эксплуатации и проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи;
3.2.2	- выполнять сбор и анализ данных для проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи;
3.2.3	- подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования линий электропередачи;
3.2.4	- решать задачи проектирования подстанций электрических сетей;
3.2.5	- составлять конкурентно-способные варианты технических решений;
3.2.6	- подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования подстанций электрических сетей;
3.2.7	
3.3	Владеть:
3.3.1	- эксплуатации и проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи;
3.3.2	- сбора и анализа данных для проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи;
3.3.3	- подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования линий электропередачи;
3.3.4	- решения задач проектирования подстанций электрических сетей;
3.3.5	- составления конкурентно-способных вариантов технических решений;
3.3.6	- подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений для проектирования подстанций электрических сетей;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Общие сведения об электроэнергетических системах						
1.1	Лек	Структурная схема производства, передачи и распределения электроэнергии Условное обозначение основных элементов сети Назначение, классификация и номинальные напряжения электрических сетей	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
1.2	Пр	Составление вариантов конфигурации электрической сети	3	2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
1.3	Лаб	Регулирование напряжения электропередачи с помощью продольной и поперечной компенсации	3	0,8	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
1.4	Ср	Общие сведения об электроэнергетических системах	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 2. Линии электропередачи переменного и постоянного тока						

2.1	Лек	Особенности линий электропередачи переменного и постоянного тока Сравнение способов передачи электроэнергии на постоянном и переменном токе	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
2.2	Пр	Расчет потоков мощности в электрической сети	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
2.3	Лаб	Регулирование напряжения в электрической сети с помощью трансформаторов	3	0,8	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
2.4	Ср	Линии электропередачи переменного и постоянного тока	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 3. Понижающие и преобразовательные подстанции						
3.1	Лек	Классификация и назначение подстанций Понижающие и повышающие подстанции Преобразовательные подстанции Способы присоединения подстанций к сети Схемы электрических соединений подстанций	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
3.2	Пр	Выбор номинального напряжения участков сети	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
3.3	Лаб	Исследование кольцевой сети 110 кв	3	0,8	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
3.4	Ср	Понижающие и преобразовательные подстанции	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 4. Характеристики оборудования линий и подстанций						
4.1	Лек	Типы опор воздушных линий электропередачи, провода и тросы, линейная арматура. Типы трансформаторов, назначение, классификация: двухобмоточные, трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	

4.2	Пр	Выбор сечения проводов участков сети	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
4.3	Лаб	Анализ работы магистральной линии электропередачи 220 кв	3	0,8	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
4.4	Ср	Характеристики оборудования линий и подстанций	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 5. Типы конфигураций электрических сетей						
5.1	Лек	Магистральные и радиальные сети, разомкнутые и замкнутые сети Режимы работы нейтрали электрических сетей	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
5.2	Пр	Расчет потерь напряжения и потерь мощности в электрической сети	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
5.3	Лаб	Исследование потерь активной мощности в трансформаторах	3	0,8	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
5.4	Ср	Типы конфигураций электрических сетей	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 6. Электрические нагрузки узлов электрических сетей						

6.1	Лек	Графики электрических нагрузок, основные показатели графиков электрических нагрузок Время использования максимальных нагрузок Время максимальных потерь Расчет потерь мощности и энергии в ЛЭП Методы графического интегрирования, среднеквадратичного тока и времени максимальных потерь Потери мощности на корону Потери мощности при равномерно распределенной нагрузке Расчет потерь мощности и энергии в двухобмоточных, трехобмоточных и автотрансформаторах Задание нагрузок и генераторов при расчете установившихся режимов Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
6.2	Пр	Выбор схем первичных соединений подстанций	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
6.3	Ср	Электрические нагрузки узлов электрических сетей	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 7. Схемы замещения линий, трансформаторов и автотрансформаторов						
7.1	Лек	Расчет параметров элементов схемы замещения линии электропередачи. Расщепление фазных проводов Транспозиция проводов Параметры двухобмоточного трансформатора Параметры трехобмоточного трансформатора Автотрансформатор в электрических сетях Векторная диаграмма напряжений и токов ЛЭП Падение и потеря напряжения Векторная диаграмма линии с несколькими нагрузками	3	4	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
7.2	Пр	Выбор числа и мощности трансформаторов	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	

7.3	Ср	Схемы замещения линий, трансформаторов и автотрансформаторов	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 8. Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей в нормальных и послеаварийных режимах						
8.1	Лек	Расчет напряжений в линии по току и мощности нагрузки Расчет режима электрической сети в два этапа Расчетные нагрузки подстанций Определение напряжения на стороне низкого напряжения подстанций Расчет сети с разными номинальными напряжениями Расчет кольцевой сети Расчет сети с двухсторонним питанием при разном напряжении питающих пунктов Расчёт замкнутых сетей методом контурных мощностей Метод узловых напряжений Метод преобразования сети	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
8.2	Пр	Капитальные вложения в сеть. Ежегодные эксплуатационные издержки. Оценка надежности электроснабжения.	3	2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	2	Технология проблемного обучения
8.3	Ср	Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей в нормальных и послеаварийных режимах	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 9. Качество электроэнергии в электрических сетях						
9.1	Лек	Основные показатели качества электроэнергии Влияние пониженного качества электроэнергии на работу электроприёмников Несимметрия в электрических сетях и способы ее снижения Несинусоидальность в электрических сетях Средства компенсации высших гармоник Колебания напряжения и мероприятия по их снижению	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
9.2	Пр	Технико-экономическое сравнение вариантов электрической сети	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	

9.3	Ср	Качество электроэнергии в электрических сетях	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 10. Регулирование напряжения в электроэнергетической системе						
10.1	Лек	Встречное регулирование напряжения Регулирование напряжения на подстанциях с помощью трансформаторов Трансформаторы с ПБВ и с РПН Выбор регулировочных ответвлений двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов Регулирование напряжения на электростанциях Компенсация реактивной мощности Устройства регулирования реактивной мощности Продольная компенсация сопротивления линии Сравнение способов регулирования напряжения	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
10.2	Пр	Компенсация реактивной мощности Выбор мощности компенсирующих устройств и их оптимальное размещение в электрических сетях Устройства регулирования реактивной мощности Составление расчетной схемы замещения сети Расчет нормальных и послеаварийных режимов Регулирование напряжения в электрической сети	3	2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
10.3	Ср	Регулирование напряжения в электроэнергетической системе	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 11. Балансы активной и реактивной мощности электроэнергетических систем						
11.1	Лек	Баланс активной мощности и его связь с частотой Статические характеристики нагрузки и турбины по частоте Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением Статические характеристики нагрузки по напряжению	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	1	Технология проблемного обучения

11.2	Пр	Способы регулирования частоты в энергосистеме Избыток и дефицит активной мощности в энергосистеме Регулирование частоты вращения турбины	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
11.3	Ср	Балансы активной и реактивной мощности электроэнергетических систем	3	6	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
	Раздел	Раздел 12. Проектирование электрических сетей питающих энергосистем						
12.1	Лек	Выбор конфигурации и номинального напряжения электрических сетей Капиталовложения в элементы энергосистем Ежегодные эксплуатационные издержки Стоимость потерь электроэнергии Сравнение вариантов электрических сетей Выбор конфигурации сети с учетом надежности Основные показатели надежности Методика определения ущерба от перерыва электроснабжения Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции Экономические режимы работы трансформаторов Выбор схемы электрических соединений подстанции Выбор сечения проводов по экономической плотности тока Выбор сечения проводов по экономическим токовым интервалам	3	2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	1	Технология проблемного обучения
12.2	Пр	Программно-вычислительные комплексы для расчета режимов на ЭВМ Подготовка исходных данных для расчёта режимов на ЭВМ Оптимизация напряжений в электрической сети.	3	10	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	6	Технология проблемного обучения
12.3	Ср	Проектирование электрических сетей питающих энергосистем Расчеты основных режимов на ЭВМ и регулирование напряжения	3	201	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	

12.4	КП	1. Выбор вариантов электрической сети и их предварительный расчет. 1.1. Расчетные данные по нагрузкам. 1.2. Варианты конфигурации электрической сети. 1.3. Расчет потоков мощности. 1.4. Выбор номинального напряжения и сечения проводов участков электрической сети. 1.5. Расчет потерь мощности и напряжения в нормальном и послеаварийных режимах. 1.6. Составление принципиальной схемы сети, выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях. 1.7. Выбор схемы первичных соединений подстанций 2. Технико-экономическое сравнение вариантов сети. 2.1. Определение капитальных затрат на сооружение сети. 2.2. Определение годовых эксплуатационных издержек. 2.3. Сравнение вариантов. 3. Электрический расчет основных режимов выбранного варианта сети. 3.1. Выбор мощности компенсирующих устройств. 3.2. Составление расчетной схемы замещения сети. 3.3. Расчет режима максимальных нагрузок. 3.4. Расчет режима минимальных нагрузок. 3.5. Расчет послеаварийного режима. 4. Регулирование напряжения в сети.	3	7	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	
12.5	Экзамен	Сдача экзамена по дисциплине.	3	2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Л3.3	0	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология проблемного обучения (постановка научной и учебной задачи перед обучающимися, в процессе решения задачи обучающиеся учатся самостоятельно находить необходимую информацию, способы решения, осуществляется развитие познавательной активности, творческого мышления и иных личных качеств)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

1. Структурная схема производства, передачи и распределения электроэнергии
2. Условное обозначение основных элементов сети
3. Назначение, классификация и номинальные напряжения электрических сетей
4. Особенности линий электропередачи переменного и постоянного тока
5. Сравнение способов передачи электроэнергии на постоянном и переменном токе
6. Классификация и назначение подстанций

7. Понижающие и повышающие подстанции
8. Преобразовательные подстанции
9. Способы присоединения подстанций к сети
10. Схемы электрических соединений подстанций
11. Типы опор воздушных линий электропередачи, провода и тросы, линейная арматура.
12. Типы трансформаторов, назначение, классификация: двухобмоточные, трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы
13. Магистральные и радиальные сети, разомкнутые и замкнутые сети
14. Режимы работы нейтрали электрических сетей
15. Графики электрических нагрузок, основные показатели графиков электрических нагрузок
16. Время использования максимальных нагрузок
17. Время максимальных потерь
18. Расчет потерь мощности и энергии в ЛЭП
19. Методы графического интегрирования, среднеквадратичного тока и времени максимальных потерь
20. Потери мощности на корону
21. Потери мощности при равномерно распределенной нагрузке
22. Расчет потерь мощности и энергии в двухобмоточных, трехобмоточных и автотрансформаторах
23. Задание нагрузок и генераторов при расчете установившихся режимов
24. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте
25. Расчет параметров элементов схемы замещения линии электропередачи.
26. Расщепление фазных проводов
27. Транспозиция проводов
28. Параметры двухобмоточного трансформатора
29. Параметры трехобмоточного трансформатора
30. Автотрансформатор в электрических сетях
31. Векторная диаграмма напряжений и токов ЛЭП
32. Падение и потеря напряжения
33. Векторная диаграмма линии с несколькими нагрузками
34. Расчет напряжений в линии по току и мощности нагрузки
35. Расчет режима электрической сети в два этапа
36. Расчетные нагрузки подстанций
37. Определение напряжения на стороне низкого напряжения подстанций
38. Расчет сети с разными номинальными напряжениями
39. Расчет кольцевой сети
40. Расчет сети с двухсторонним питанием при разном напряжении питающих пунктов
41. Расчёт замкнутых сетей методом контурных мощностей
42. Метод узловых напряжений
43. Метод преобразования сети
44. Основные показатели качества электроэнергии
45. Влияние пониженного качества электроэнергии на работу электроприёмников
46. Несимметрия в электрических сетях и способы ее снижения
47. Несинусоидальность в электрических сетях
48. Средства компенсации высших гармоник
49. Колебания напряжения и мероприятия по их снижению
50. Встречное регулирование напряжения
51. Регулирование напряжения на подстанциях с помощью трансформаторов
52. Трансформаторы с ПБВ и с РПН
53. Выбор регулировочных ответвлений двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов
54. Регулирование напряжения на электростанциях
55. Компенсация реактивной мощности
56. Устройства регулирования реактивной мощности
57. Продольная компенсация сопротивления линии
58. Сравнение способов регулирования напряжения
59. Баланс активной мощности и его связь с частотой
60. Статические характеристики нагрузки и турбины по частоте
61. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением
62. Статические характеристики нагрузки по напряжению
63. Способы регулирования частоты в энергосистеме
64. Избыток и дефицит активной мощности в энергосистеме
65. Регулирование частоты вращения турбины
66. Основы компенсации реактивных нагрузок
67. Компенсация реактивной мощности
68. Выбор мощности компенсирующих устройств и их оптимальное размещение в электрических сетях
69. Устройства регулирования реактивной мощности
70. Выбор конфигурации и номинального напряжения электрических сетей
71. Капиталовложения в элементы энергосистем
72. Ежегодные эксплуатационные издержки
73. Стоимость потерь электроэнергии

74. Сравнение вариантов электрических сетей
75. Выбор конфигурации сети с учетом надежности
76. Основные показатели надежности
77. Методика определения ущерба от перерыва электроснабжения
78. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции
79. Экономические режимы работы трансформаторов
80. Выбор схемы электрических соединений подстанции
81. Выбор сечения проводов по экономической плотности тока
82. Выбор сечения проводов по экономическим токовым интервалам
83. Программно-вычислительные комплексы для расчета режимов на ЭВМ
84. Подготовка исходных данных для расчёта режимов на ЭВМ
85. Оптимизация напряжений в электрической сети.

6.2. Темы письменных работ

Курсовой проект по теме "Проектирование районной электрической сети"

Проект включает в себя разделы:

Введение.

1. Выбор вариантов электрической сети и их предварительный расчет.

1.1. Расчетные данные по нагрузкам.

1.2. Варианты конфигурации электрической сети.

1.3. Расчет потоков мощности.

1.4. Выбор номинального напряжения и сечения проводов участков электрической сети.

1.5. Расчет потерь мощности и напряжения в нормальном и послеаварийных режимах.

1.6. Составление принципиальной схемы сети, выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях.

1.7. Выбор схемы первичных соединений подстанций

2. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети.

2.1. Определение капитальных затрат на сооружение сети.

2.2. Определение годовых эксплуатационных издержек.

2.3. Сравнение вариантов.

3. Электрический расчет основных режимов выбранного варианта сети.

3.1. Выбор мощности компенсирующих устройств.

3.2. Составление расчетной схемы замещения сети.

3.3. Расчет режима максимальных нагрузок.

3.4. Расчет режима минимальных нагрузок.

3.5. Расчет послеаварийного режима.

4. Регулирование напряжения в сети.

Заключение.

6.3. Фонд оценочных средств

1. Структурная схема производства, передачи и распределения электроэнергии
2. Условное обозначение основных элементов сети
3. Назначение, классификация и номинальные напряжения электрических сетей
4. Особенности линий электропередачи переменного и постоянного тока
5. Сравнение способов передачи электроэнергии на постоянном и переменном токе
6. Классификация и назначение подстанций
7. Понижающие и повышающие подстанции
8. Преобразовательные подстанции
9. Способы присоединения подстанций к сети
10. Схемы электрических соединений подстанций
11. Типы опор воздушных линий электропередачи, провода и тросы, линейная арматура.
12. Типы трансформаторов, назначение, классификация: двухобмоточные, трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы
13. Магистральные и радиальные сети, разомкнутые и замкнутые сети
14. Режимы работы нейтрали электрических сетей
15. Графики электрических нагрузок, основные показатели графиков электрических нагрузок
16. Время использования максимальных нагрузок
17. Время максимальных потерь
18. Расчет потерь мощности и энергии в ЛЭП
19. Методы графического интегрирования, среднеквадратичного тока и времени максимальных потерь
20. Потери мощности на корону
21. Потери мощности при равномерно распределенной нагрузке
22. Расчет потерь мощности и энергии в двухобмоточных, трехобмоточных и автотрансформаторах
23. Задание нагрузок и генераторов при расчете установившихся режимов
24. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте
25. Расчет параметров элементов схемы замещения линии электропередачи.
26. Расщепление фазных проводов
27. Транспозиция проводов
28. Параметры двухобмоточного трансформатора

29. Параметры трехобмоточного трансформатора
30. Автотрансформатор в электрических сетях
31. Векторная диаграмма напряжений и токов ЛЭП
32. Падение и потеря напряжения
33. Векторная диаграмма линии с несколькими нагрузками
34. Расчет напряжений в линии по току и мощности нагрузки
35. Расчет режима электрической сети в два этапа
36. Расчетные нагрузки подстанций
37. Определение напряжения на стороне низкого напряжения подстанций
38. Расчет сети с разными номинальными напряжениями
39. Расчет кольцевой сети
40. Расчет сети с двухсторонним питанием при разном напряжении питающих пунктов
41. Расчёт замкнутых сетей методом контурных мощностей
42. Метод узловых напряжений
43. Метод преобразования сети
44. Основные показатели качества электроэнергии
45. Влияние пониженного качества электроэнергии на работу электроприёмников
46. Несимметрия в электрических сетях и способы ее снижения
47. Несинусоидальность в электрических сетях
48. Средства компенсации высших гармоник
49. Колебания напряжения и мероприятия по их снижению
50. Встречное регулирование напряжения
51. Регулирование напряжения на подстанциях с помощью трансформаторов
52. Трансформаторы с ПБВ и с РПН
53. Выбор регулировочных ответвлений двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов
54. Регулирование напряжения на электростанциях
55. Компенсация реактивной мощности
56. Устройства регулирования реактивной мощности
57. Продольная компенсация сопротивления линии
58. Сравнение способов регулирования напряжения
59. Баланс активной мощности и его связь с частотой
60. Статические характеристики нагрузки и турбины по частоте
61. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением
62. Статические характеристики нагрузки по напряжению
63. Способы регулирования частоты в энергосистеме
64. Избыток и дефицит активной мощности в энергосистеме
65. Регулирование частоты вращения турбины
66. Основы компенсации реактивных нагрузок
67. Компенсация реактивной мощности
68. Выбор мощности компенсирующих устройств и их оптимальное размещение в электрических сетях
69. Устройства регулирования реактивной мощности
70. Выбор конфигурации и номинального напряжения электрических сетей
71. Капиталовложения в элементы энергосистем
72. Ежегодные эксплуатационные издержки
73. Стоимость потерь электроэнергии
74. Сравнение вариантов электрических сетей
75. Выбор конфигурации сети с учетом надежности
76. Основные показатели надежности
77. Методика определения ущерба от перерыва электроснабжения
78. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции
79. Экономические режимы работы трансформаторов
80. Выбор схемы электрических соединений подстанции
81. Выбор сечения проводов по экономической плотности тока
82. Выбор сечения проводов по экономическим токовым интервалам
83. Программно-вычислительные комплексы для расчета режимов на ЭВМ
84. Подготовка исходных данных для расчёта режимов на ЭВМ
85. Оптимизация напряжений в электрической сети.

6.4. Перечень видов оценочных средств

Вопросы к экзамену.
Курсовой проект.

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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
--	---------	----------	---------------	--------	-----------

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Герасименко А.А., Федин В.Т.	Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие для вузов	Ростов-на-Дону: Феникс, 2008	70	
Л1. 2	Игнатьев И.В., Струмяляк А.В.	Проектирование районной электрической сети: методические указания к выполнению курсового проекта	Братск: БрГУ, 2014	113	
Л1. 3	Струмяляк А.В.	Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2014	71	
Л1. 4	Струмяляк А.В., Яковкина Т.Н.	Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2019	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Струмяляк%20А.В.%20Электроэнергетические%20системы%20и%20сети.Учеб.пособие.2019.PDF
Л1. 5	Струмяляк А.В.	Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2014	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Струмяляк%20А.В.%20Электроэнергетические%20системы%20и%20сети.Уч.пособие.2014.pdf

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Веников В.А., Идельчик В.И., Лисеев М.С.	Регулирование напряжения в электроэнергетических системах: учебное пособие	Москва: Энергоатомизда т, 1985	10	
Л2. 2	Идельчик В.И.	Электрические системы и сети: Учебник для студентов электроэнергетических специальностей	Москва: Энергоатомизда т, 1989	139	

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Струмяляк А.В.	Передача и распределение электроэнергии: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 2008	99	
Л3. 2	Струмяляк А.В.	Передача и распределение электроэнергии: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 2013	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Струмяляк%20А.В.Передача%20и%20распределение%20электроэнергии.Уч.пособие.2013.pdf

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
ЛЗ. 3	Струмяляк А.В.	Передача и распределение электроэнергии: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 2008	1	http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Струмяляк%20А.В.Передача%20и%20распределение%20электроэнергии.Уч.пособие.2008.pdf

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	
7.3.1 Перечень программного обеспечения	
7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.3	Архиватор 7-Zip
7.3.1.4	Adobe Reader
7.3.1.5	doPDF
7.3.1.6	Струмяляк А.В. Исследование режимов работы электрической сети (Vector 6.9 v.1.00) (программа для ЭВМ)
7.3.2 Перечень информационных справочных систем	
7.3.2.1	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.2	«Университетская библиотека online»
7.3.2.3	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.4	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.5	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
7.3.2.6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.7	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
7.3.2.8	
7.3.2.9	Национальная электронная библиотека НЭБ

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1111	Лаборатория электрических сетей и систем	Учебная мебель 1. Стенд ЭЭ1-Л-С-Р (Электроэнергетические сети) 2. Стенд ЭЭ1-С-С-Р (Электроэнергетические сети и системы) 3. Стенд ЭЭ1-ОРСК-Н-К (Качество электроэнергии в электрических сетях) 4. Аппаратно-программный комплекс АПК «VECTOR-69» 5. Металлографический цифровой комплекс МЕТ 1МТ 6. Комплект приборов для исследования электромагнитных полей и электромагнитной обстановки 7. Комплект приборов для исследования качества электроэнергии и параметров электрических сетей 8. Портативный цифровой рефлектометр РЕЙС-105М1 9. Планшетный ПК Acer Iconica Tab A501 10" 10. Принтер лазерный HP LaserJet 1200 11. Монитор TFT 17" LG 12. Системный блок P4-640 13. Системный блок Celeron 2,66
------	--	---

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

Дисциплина Электроэнергетические системы и сети направлена на ознакомление студентов с технико-экономическими основами проектирования электрических сетей, критериями и алгоритмами выбора оптимального варианта, основами расчета режима сложных электрических сетей, мероприятиями по снижению потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях, особыми режимами электрических сетей..

Изучение дисциплины Электроэнергетические системы и сети включает:

- ☐ лекции,
- ☐ практические занятия,
- ☐ лабораторные работы,
- ☐ курсовой проект,
- ☐ самостоятельную работу,
- ☐ экзамен,
- ☐ зачет.

В ходе освоения раздела 1 «Общие сведения об электроэнергетических системах» студенты должны уяснить:

- что такое электроэнергетические системы;
- какие элементы применяются при моделировании электроэнергетических систем;
- какие классы напряжения используются в отечественных электроэнергетических системах.

В ходе освоения раздела 2 «Линии электропередачи переменного и постоянного тока» студенты должны уяснить:

- особенности передачи энергии на переменном и постоянном токе;
- области применения электропередач переменного и постоянного тока;

В ходе освоения раздела 3 «Понижающие и преобразовательные подстанции» студенты должны уяснить:

- основные типы подстанций;
- структурная схема понижающих и преобразовательных подстанций и их назначение.

В ходе освоения раздела 4 «Характеристики оборудования линий и подстанций» студенты должны уяснить:

- основные типы оборудования линий и подстанций;
- классификация параметров основного силового оборудования линий и подстанций;

В ходе освоения раздела 5 «Типы конфигураций электрических сетей» студенты должны уяснить:

- основные типы конфигураций электрических сетей;
- достоинства и недостатки этих типов;

В ходе освоения раздела 6 «Электрические нагрузки узлов электрических сетей» студенты должны уяснить:

- методы моделирования генераторов и электрических нагрузок узлов электрической сети для расчёта электрических режимов;
- характеристики графиков электрических нагрузок и связанные с ними методы расчёта потерь мощности и энергии;

В ходе освоения раздела 7 «Схемы замещения линий, трансформаторов и автотрансформаторов» студенты должны уяснить:

- виды схем замещения, применяемых для расчёта электрических режимов;
- методы расчёта параметров схем замещения линий и трансформаторов.

В ходе освоения раздела 8 «Расчет режимов линий электропередачи и электрических сетей в нормальных и послеаварийных режимах» студенты должны уяснить:

- основные методы расчёта электрических режимов электроэнергетических систем;
- способы моделирования нормальных и послеаварийных режимов.

В ходе освоения раздела 9 «Качество электроэнергии в электрических сетях» студенты должны уяснить:

- основные показатели качества электрической энергии;
- влияние качества электроэнергии на работу энергосистемы;
- способы повышения качества электроэнергии.

В ходе освоения раздела 10 «Регулирование напряжения в электроэнергетической системе» студенты должны уяснить:

- основные средства регулирования напряжения в электроэнергетической системе;
- цели и задачи регулирования напряжения;
- достоинства и недостатки различных способов регулирования напряжения.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется особо обратить внимание на вопросы проектирования электрических сетей энергосистем.

При подготовке к зачету и экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: структурная схема производства, передачи и распределения электроэнергии; условное обозначение основных элементов сети; назначение, классификация и номинальные напряжения электрических сетей; особенности линий электропередачи переменного и постоянного тока; сравнение способов передачи электроэнергии на постоянном и переменном токе; классификация и назначение подстанций; понижающие и повышающие подстанции; преобразовательные подстанции; способы присоединения подстанций к сети; схемы электрических соединений подстанций; типы опор воздушных линий электропередачи, провода и тросы, линейная арматура; типы трансформаторов, назначение, классификация: двухобмоточные, трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы; магистральные и радиальные сети, разомкнутые и замкнутые сети; режимы работы нейтрали электрических сетей; графики электрических нагрузок, основные показатели графиков электрических нагрузок; время использования максимальных нагрузок; время максимальных потерь; расчет потерь мощности и энергии в ЛЭП; методы графического интегрирования, среднеквадратичного тока и времени максимальных потерь; потери мощности на корону; потери мощности при равномерно распределенной нагрузке; расчет потерь мощности и энергии в двухобмоточных, трехобмоточных и автотрансформаторах; задание нагрузок и генераторов при расчете установившихся режимов; статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте; расчет параметров элементов схемы замещения линии электропередачи; расщепление фазных проводов; транспозиция проводов; параметры двухобмоточного трансформатора; параметры трехобмоточного трансформатора; Автотрансформатор в электрических сетях; векторная диаграмма напряжений и токов ЛЭП; падение и потеря напряжения; векторная диаграмма линии с несколькими нагрузками; расчет напряжений в линии по току и мощности нагрузки; расчет режима электрической сети в два этапа; расчетные нагрузки подстанций; определение напряжения на стороне низкого напряжения подстанций; расчет сети с разными номинальными напряжениями; расчет кольцевой сети; расчет сети с двухсторонним питанием при разном напряжении питающих пунктов; расчет замкнутых сетей методом контурных мощностей; метод узловых напряжений; метод преобразования сети; основные показатели качества электроэнергии; влияние пониженного качества электроэнергии на работу электроприёмников; несимметрия в электрических сетях и способы ее снижения; несинусоидальность в электрических сетях; средства компенсации высших гармоник; колебания напряжения и мероприятия по их снижению; встречное регулирование напряжения; регулирование напряжения на подстанциях с помощью трансформаторов; трансформаторы с ПБВ и с РПН; выбор регулировочных ответвлений двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов; регулирование напряжения на электростанциях; компенсация реактивной мощности; устройства регулирования реактивной мощности; продольная компенсация сопротивления линии; сравнение способов регулирования напряжения.

В процессе проведения практических занятий и лабораторных работ происходит закрепление практических навыков

исследования, моделирования и проектирования электроэнергетических систем электроснабжения. Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала по рекомендации преподавателя. В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснить все непонятные моменты. Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы. Предусмотрено проведение аудиторных занятий в интерактивной форме (в виде «лекции-дискуссии», «лекции-беседы», «лекции с текущим контролем» при проведении лекций в сочетании с внеаудиторной работой. Для выполнения курсового проекта студенту выдается индивидуальное задание, согласно которому требуется выполнить проектирование электрической сети напряжением 35—220 кВ для электроснабжения пяти нагрузочных узлов (А, Б, В, Г, Д) от районной подстанции (ИП). В задании указывается географическое расположение питающей подстанции и пунктов потребления энергии, задается наибольшая зимняя нагрузка потребителей и их коэффициент мощности.