

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

А.В. Лейфа

« 18 »

мая

20 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«Специальный курс электрических сетей»

Направление подготовки 13.03.02 — Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) образовательной программы Электроэнергетика

Квалификация выпускника «Бакалавр»

Год набора: 2020

Форма обучения: Очная

Курс 4 Семестр 7,8

Зачёт 7 семестр, экзамен 8 семестр

Общая трудоемкость дисциплины 288 (акад. час.), 8 (з.е.)

Составитель: А.А. Казакул, доцент, канд. техн. наук

Факультет Энергетический
Кафедра Энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 28.02.2018 №144.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики
«15» мая 2020 г., протокол № 10

И.о.заведующего кафедрой _____  Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление
_____ Н.А. Чалкина
« ____ » _____ 20 ____ г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра
_____ Н.В. Савина
« ____ » _____ 20 ____ г.,

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека
_____ О.В. Петрович
« ____ » _____ 20 ____ г.

СОГЛАСОВАНО

Центр информационных и образовательных технологий
_____ 
« ____ » _____ 20 ____ г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цель дисциплины (модуля): формирование систематизированных знаний в области электрических сетей электроэнергетических систем, приобретение студентами навыков их проектирования, развитие культуры экономически целесообразного выбора проектируемого варианта схемы сети, расчета режимов сложных систем, регулирования частоты и напряжения в энергосистемах, освоение методов расчета потерь электрической энергии и мероприятий по их снижению.

Задачи дисциплины (модуля):

- Изучение режимов работы, эксплуатации и характеристик различных элементов электроэнергетической системы – синхронных генераторов (компенсаторов, двигателей), батарей статических конденсаторов и шунтирующих реакторов, трансформаторов и др.
- Получение знаний в области регулирования напряжения и реактивной мощности, регулирования частоты в электроэнергетических системах.
- Изучение методов расчетов установившихся режимов сложных электроэнергетических систем, в том числе и с помощью промышленных программно-вычислительных комплексов.
- Овладение методами технических и экономических расчетов, на основе которых выбираются схемные решения для объектов энергосистем и определяются оптимальные параметры режимов.
- Формирование системных и профессиональных компетенций по расчету и снижению потерь электроэнергии в электрических сетях, по применению энергосберегающих технологий, по разработке мероприятий по снижению потерь энергии, улучшению качества электрической энергии, оценки экономичности работы сетей.
- Изучение современных устройств, внедряемых в ЭЭС мира.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования для направления подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника направленность (профиль) образовательной программы «Электроэнергетика» предусматривает изучение дисциплины «Специальный курс электрических сетей» в части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1 ПК-1 - Выполняет сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности
	ИД-2 ПК-1 - Выбирает и реализует типовые проектные решения для объектов профессиональной деятельности
	ИД-3 ПК-1 - Разрабатывает конкурентно-способные варианты технических решений и выбирает экономически целесообразный при проектировании объектов профессиональной деятельности
	ИД-4 ПК-1 - Определяет параметры электрооборудования и режимов объектов

	профессиональной деятельности, учитывая технические ограничения и требования по безопасности, при их проектировании ИД-5_{ПК-1} - Выбирает методы и способы регулирования параметров режимов объектов профессиональной деятельности ИД-6_{ПК-1} - Участвует в разработке частей документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования объектов профессиональной деятельности ИД-7_{ПК-1} - Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации объектов профессиональной деятельности
ПК-2. Способен определять параметры оборудования, рассчитывать режимы работы и участвовать в ведении режимов объектов профессиональной деятельности	ИД-1_{ПК-2} - Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности ИД-2_{ПК-2} - Рассчитывает и анализирует режимы объектов профессиональной деятельности ИД-3_{ПК-2} - Обеспечивает заданные параметры режимов работы оборудования и систем объектов профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 акад. часа.

№	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)				Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	КЭ			
1	Модуль 1. Устройства, методы и способы регулирования напряжения. Тема 1. Введение. Основные способы повышения эффективности функционирования электрических систем.	7	6	2				15	Входной контроль. блиц-опрос на лекции; опрос на практике,
2	Тема 2. Устройства регулирования напряжения и реактивной мощности на электрических станциях и в электрических сетях.	7	6	4				15	блиц-опрос на лекции; опрос на практике, защита индивидуального домашнего задания
3	Модуль 2. Компенсация реактивной мощности. Тема 3. Методические и нормативно-правовые акты по КРМ.	7	6	4				15	блиц-опрос на лекции; опрос на практике, защита индивидуального домашнего задания
4	Тема 4. Способы моделирования устройств компенсации реактивной мощности при расчёте установившихся режимов	7	4	2				15	блиц-опрос на лекции; опрос на практике, защита индивидуального домашнего задания
5	Модуль 3. Режимы работы нейтралей в электрических сетях. Тема 5. Характеристика особенностей режимов работы нейтралей в электрических сетях.	7	6	2				15	блиц-опрос на лекции;
6	Тема 6. Технические устройства обеспечивающие работу нейтралей	7	4	2				15	опрос на практике, защита индивидуального домашнего задания
7	Модуль 4. Выбор схем распределительных устройств ПС и	8	6	4				15	блиц-опрос на лекции;

№	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)				Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	КЭ			
	электрических станций при проектировании ЭЭС Тема 7. Выбор схем распределительных устройств ПС при проектировании ЭЭС								
8	Тема 8. Выбор схем распределительных устройств электрических станций при проектировании ЭЭС	8	6	4				15	опрос на практике, защита индивидуального домашнего задания
9	Модуль 5. Характеристика методов выбора оптимального варианта развития ЭЭС. Тема 8. Порядок определения капитальных затрат и издержек	8	6	4				15	блиц-опрос на лекции;
10	Тема 9. Оценка дисконтированных затрат и эффектов от реализации инвестиционных проектов	8	6	4				17,8	опрос на практике, защита индивидуального домашнего задания
8	Экзамен	7				0,3	35,7		
9	Зачёт	8				0,2			
	ИТОГО		56	40		0,5	35,7	152,8	

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, КЭ – контроль на экзамене.

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Модуль 1. Устройства, методы и способы регулирования напряжения. Тема 1. Введение. Основные способы повышения эффективности функционирования электрических систем.	Введение. Характеристика структуры и содержание курса. Основные понятия и определения. Задачи курса и его связь с другими дисциплинами. Требования к электроэнергетическим системам и принципы их построения. Регулирование напряжения в электрических сетях, компенсация реактивной мощности (КРМ), снижение потерь
2	Тема 2. Устройства регулирования напряжения и реактивной мощности на электрических станциях и в электрических сетях.	Методы и способы регулирования напряжения. Типы АРВ. Сущность встречного регулирования напряжения. Регулирование напряжения на электростанциях, районных подстанциях. Принцип работы устройств РПН и ПБВ. Расчет и выбор напряжения отключения и номера отпайки устройств РПН (ПБВ). Регулирование напряжения изменением сопротивления сети и изменением потоков мощности. Регулирование напряжения и реактивной мощности как задача оптимизации режима. Сравнение способов регулирования напряжения. Применение синхронных компенсаторов и синхронных двигателей; батарей статических конденсаторов, шунтирующих реакторов, статических тиристорных компенсаторов; силовых трансформаторов, автотрансформаторов и линейных регуляторов
3	Модуль 2. Компенсация реактивной мощности Тема 3. Методические и нормативно-правовые акты по КРМ.	Особенности реактивной мощности. Причины, приводящие к необходимости КРМ. Назначение КРМ. Постановка задачи компенсации реактивной мощности в электрических системах и сетях потребителей. Затраты на потери мощности и энергии. Затраты на компенсирующие устройства. Показатели эффективности применения компенсирующих устройств. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки. Методические и нормативно-технические документы по КРМ. Методика системного подхода к задаче компенсации реактивной мощности. Расчет оптимальных значений реактивной мощности, передаваемой потребителю. Выбор и расстановка компенсирующих устройств.
4	Тема 4. Способы моделирования устройств компенсации реактивной мощности при расчёте установившихся режимов	Способы моделирования генераторов при расчётах электрических режимов. Модель $P_U = \text{const}$, $P_Q = \text{const}$, $U_\delta = \text{const}$. PQ-диаграммы. Моделирование устройств РПН, ПБВ. Моделирование БСК, СТК, УШР для расчётов установившихся режимов. Определение требуемой мощности для поддержания требуемого уровня напряжения.
5	Модуль 3. Режимы работы нейтралей в электрических сетях. Тема 5. Характеристика особенностей режимов работы нейтралей в электрических сетях.	Режимы работы сетей в разных странах. Согласно ПУЭ. Достоинства и недостатки каждой системы. Компенсация емкостного тока замыкания на землю. Типовая инструкция компенсации емкостного тока замыкания на землю в электрических сетях 6-35 кВ. Способы заземления нейтрали через резистор. Низкоомное резистивное заземление нейтрали. Высокоомное резистивное заземление нейтрали. Комбинированное заземление нейтрали. Общие принципы организации работы РЗА при различных режимах работы нейтрали. Режимы работы нейтралей в энергосистемах Дальнего Востока. Неполнофазные режимы работы в сетях 110 кВ.
6	Тема 6. Технические устройства обеспечивающие работу нейтралей	Резисторы для низкоомного заземления нейтралей. Резисторы для высокоомного заземления нейтралей. ДГР – принцип работы, маркировка

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
7	Модуль 4. Выбор схем распределительных устройств ПС и электрических станций при проектировании ЭЭС Тема 7. Выбор схем распределительных устройств ПС при проектировании ЭЭС	Основное назначение схем электрических соединений энергообъектов. Основные требования, предъявляемые к схемам. Типовые схемы электрических соединений подстанций. Схемы с однократным принципом подключения присоединений. Схемы с двукратным принципом подключения присоединений. Рассмотрение НТД, определяющих принципы формирования схем электрических соединений ПС. Анализ надежности схем электрических соединений. Типизация и унификация главных схем электрических соединений подстанций. Указания по применению схем со сборными шинами и одним выключателем на присоединение. Указания по применению схем для КРУЭ. Указания по применению схем распределительных устройств 10(6) кВ. Факторы, влияющие на выбор схемы РУВН ПС. Алгоритмы выбора схем для РУ
8	Тема 8. Выбор схем распределительных устройств электрических станций при проектировании ЭЭС	Описание принципов формирования схем электрических соединений различных электрических станций.
9	Модуль 5. Характеристика методов выбора оптимального варианта развития ЭЭС. Тема 9. Порядок определения капитальных затрат и издержек	Описываются методы сравнения вариантов развития ЭЭС. Приводится порядок определения капитальных вложений и издержек при проектировании элементов ЭЭС.
10	Тема 10. Оценка дисконтированных затрат и эффектов от реализации инвестиционных проектов	Характеристика и нормативное обоснование применения метода дисконтированных затрат для выбора наилучшего варианта. Приводятся эффекты, достигаемые при развитии ЭЭС.

5.2 Практические занятия

Практические занятия проводятся с целью закрепления знаний, полученных при изучении теоретического курса. На практических занятиях каждому студенту выдаются индивидуальные задания, которые выполняются как на занятиях, так и во внеаудиторное время.

Должны быть рассмотрены:

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Тема 1. Введение. Основные способы повышения эффективности функционирования электрических систем.	Расчёт структуры потерь активной и реактивной мощности с использованием ПБК RastrWin .
2	Тема 2. Устройства регулирования напряжения и реактивной мощности на электрических станциях и в электрических сетях.	Расчёты и анализ нормальных и послеаварийных режимов участков Амурской, Хабаровской, Приморской энергосистем с целью выявления «слабых» мест с точки зрения напряжения, реактивной мощности и потерь электроэнергии.
3	Модуль 2. Компенсация реактивной мощности	Оптимизация режима по реактивной мощности, коэффициенту трансформации и напряжению в ПБК RastrWin

4	Тема 4. Способы моделирования устройств компенсации реактивной мощности при расчёте установившихся режимов	Применение различных способов моделирования устройств регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности.
5	Модуль 3. Режимы работы нейтралей в электрических сетях. Тема 5. Характеристика особенностей режимов работы нейтралей в электрических сетях.	Расчет емкостных токов замыкания на землю в сетях 6-35 кВ энергосистем Дальнего Востока
6	Тема 6. Технические устройства обеспечивающие работу нейтралей	Выбор технических устройств для компенсации емкостных токов замыкания на землю
7	Модуль 4. Выбор схем распределительных устройств ПС и электрических станций при проектировании ЭЭС Тема 7. Выбор схем распределительных устройств ПС при проектировании ЭЭС	Разработка вариантов РУ для ПС различных классов номинального напряжения
8	Тема 8. Выбор схем распределительных устройств электрических станций при проектировании ЭЭС	Разработка вариантов РУ для электрических станций
9	Модуль 5. Характеристика методов выбора оптимального варианта развития ЭЭС. Тема 9. Порядок определения капитальных затрат и издержек	Расчёт технико-экономических показателей сравниваемых вариантов
10	Тема 10. Оценка дисконтированных затрат и эффектов от реализации инвестиционных проектов	Определение дисконтированных затрат для различных вариантов развития ЭЭС. Расчёт ЧДД.

6 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в академических часах
1	Модуль 1. Устройства, методы и способы регулирования напряжения. Тема 1. Введение. Основные способы повышения эффективности функционирования электрических систем.	подготовка к блиц-опросу на лекции; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение;	15
2	Тема 2. Устройства регулирования напряжения и реактивной мощности на электрических станциях и в электрических сетях.	подготовка к блиц-опросу на лекции; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение;	15
3	Модуль 2. Компенсация реактивной мощности Тема 3. Методические и нормативно-правовые акты по КРМ.	подготовка к блиц-опросу на лекции; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение;	15
4	Тема 4. Способы моделирования устройств компенсации реактивной мощности при расчёте установившихся режимов	подготовка к блиц-опросу на лекции; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение;	15
5	Модуль 3. Режимы работы нейтралей в электрических сетях.	подготовка к блиц-опросу на лекции; подготовка к практическому занятию;	15

	Тема 5. Характеристика особенностей режимов работы нейтралей в электрических сетях.	проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	
6	Тема 6. Технические устройства обеспечивающие работу нейтралей	подготовка к блиц-опросу на лекции; подготовка к практическому занятию; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	15
7	Модуль 4. Выбор схем распределительных устройств ПС и электрических станций при проектировании ЭЭС Тема 7. Выбор схем распределительных устройств ПС при проектировании ЭЭС	подготовка к блиц-опросу на лекции; подготовка к практическому занятию; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	15
8	Тема 8. Выбор схем распределительных устройств электрических станций при проектировании ЭЭС	подготовка к практическому занятию; подготовка к практическому занятию; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	15
9	Модуль 5. Характеристика методов выбора оптимального варианта развития ЭЭС. Тема 9. Порядок определения капитальных затрат и издержек	проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	15
10	Тема 10. Оценка дисконтированных затрат и эффектов от реализации инвестиционных проектов	подготовка к блиц-опросу на лекции; подготовка к практическому занятию; проработка материала, вынесенного на самостоятельное изучение	17,2

7 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Специальный курс электрических сетей» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются и компьютерные технологии, электронные формы обучения, с привлечением к преподаванию мультимедийной техники и интерактивной доски, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции, расчёты послеаварийных электрических режимов электрических сетей различных классов номинального напряжения.

В рамках дисциплины предусмотрено обзорное изучение современных устройств повышения эффективности работы ЭЭС.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

8 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, индивидуальные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств.

Примерный перечень вопросов к экзамену:

Вопросы к экзамену

7 семестр

1. Основные способы повышения эффективности функционирования ЭЭС (регулирование напряжения в узлах нагрузки и у источников питания, компенсация реактивной мощности (КРМ), снижение потерь электроэнергии и улучшение ее качества.
2. Характеристика устройств регулирования напряжения и реактивной мощности в зависимости от вида регулирования и способа управления.
3. Регулирование напряжения и реактивной мощности с помощью синхронных генераторов, синхронных компенсаторов и синхронных двигателей.
4. Регулирование напряжения и реактивной мощности с помощью батарей статических конденсаторов, шунтирующих реакторов, статических тиристорных компенсаторов.
5. Назначение, методы и способы регулирования напряжения.
6. Сущность встречного регулирования напряжения.
7. Регулирование напряжения на электростанциях, районных подстанциях.
8. Регулирование напряжения с помощью силовых трансформаторов, линейных регуляторов и автотрансформаторов.
9. Принцип работы устройств РПН и ПБВ.
10. Расчет и выбор напряжения отклонения и номера отпайки устройства РПН.
11. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети и изменением потоков мощности.
12. Типовая система регулирования напряжения в сети. Связь между режимом напряжения, распределением реактивной мощности и экономичностью работы сети.
13. Регулирование напряжения и реактивной мощности как задача оптимизации режима.
14. Методы и способы регулирования напряжения на иерархических уровнях АСДУ.
15. Сравнение способов регулирования напряжения.
16. Особенности реактивной мощности. Причины, приводящие к необходимости КРМ. Компенсация реактивной мощности в эл. системах и сетях потребителей.
17. Выбор и расстановка компенсирующих устройств из условия баланса реактивной мощности в энергосистеме.
18. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки.
19. Выбор и расстановка компенсирующих устройств из условия равенства коэффициентов мощности на отдельных подстанциях.
20. Выбор и расстановка компенсирующих устройств из условия снижения потерь мощности и электроэнергии, а также регулирования напряжения.
21. Системный подход к задаче компенсации реактивной мощности.
22. Способы моделирования генераторов при расчетах электрических режимов.
23. Моделирование устройств РПН, ПБВ.
24. Моделирование БСК, СТК, УШР для расчетов установившихся режимов.
25. Способы определения требуемой мощности для поддержания требуемого уровня напряжения.
26. Режимы работы сетей в РФ согласно ПУЭ.
27. Достоинства и недостатки изолированной нейтрали.
28. Достоинства и недостатки заземления нейтрали через резистор
29. Порядок расчета емкостного тока замыкания на землю.
30. Общие принципы организации работы РЗА при различных режимах работы нейтрали.

31. Ограничения при неполнофазных режимах работы в сетях 110 кВ.

8 семестр

1. Основные требования, предъявляемые к схемам РУ
2. Обоснование надежности схем
3. Указания по применению блочных схем
4. Указания по применению мостиковых схем, схем «заход-выход» и «треугольник»
5. Указания по применению схем четырехугольника и шестиугольника
6. Указания по применению схем со сборными шинами и одним выключателем на присоединение
7. Указания по применению схем со сборными шинами с двумя и «полутора» выключателями на присоединение
8. Указания по применению схем для КРУЭ
9. Указания по применению схем распределительных устройств 10(6) кВ
10. Указания по применению схем РУ 20 кВ
11. Указания по применению схем подключения компенсирующих устройств
12. Указания по установке измерительных трансформаторов
13. Указания по установке ограничителей перенапряжений
14. Структура капиталовложений при развитии электрических сетей.
15. Порядок расчета капитальных вложений по укрупненным показателям при строительстве ПС
16. Порядок расчета капитальных вложений по укрупненным показателям при строительстве ВЛ?
17. Определение издержек при оценке вариантов развития электросетевого хозяйства
18. Система показателей, характеризующих эффективность энергетического производства.
19. Оценка эффектов при реализации разных вариантов развития электрических сетей
20. Приведенные затраты.
21. Расчёт дисконтированных затрат
22. Оценка ЧДД
23. Индекс доходности.
24. Срок окупаемости.
25. ВНД.
26. Учёт инфляции в технико-экономических расчётах.
27. Сравнение вариантов с разными сроками службы с использованием ЧДД.

9 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) литература:

1. Фадеева Г.А. Проектирование распределительных электрических сетей [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Фадеева, В.Т. Федин. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2009. — 365 с. — 978-985-06-1597-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20124.html>
2. Короткевич М.А. Эксплуатация электрических сетей [Электронный ресурс] : учебник / М.А. Короткевич. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2005. — 364 с. — 985-06-1035-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20272.html>
3. Савина, Наталья Викторовна. Электрические сети в примерах и расчетах [Текст] : учеб. пособие: рек. ДВ УМЦ / Н. В. Савина, Ю. В. Мясоедов, Л. Н. Дудченко ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 1999. - 238 с.
4. Левин В.М. Диагностика и эксплуатация оборудования электрических сетей. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Левин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 116 с. — 978-5-7782-1597-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45084.html>
5. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 360 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-04321-1. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/0708239C-0BAF-4AB2-9959-ED70AFE42F7E.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов
1.	RastrWin3 Базовый комплекс	10 лиц. По договору №0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013
2.	RastrWin3 Оптимизация режима	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014
3.	RastrWin3 Коммутационные модели	
4.	RastrWin3 ТКЗ	
5.	Операционная система MS Windows 7 Pro, Операционная система MS Windows XP SP3	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года
6.	Mathcad Education – University Edition	25 паб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
2	ЭБС IPRbooks http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
3	ЭБС ЮРАЙТ https://www.biblio-online.ru/	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Адрес	Название, краткая характеристика
1	http://duma.gov.ru	Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации
2	https://minobrnauki.gov.ru/	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
3	http://fgosvo.ru/	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.
4	http://www.edu.ru/index.php	Российское образование. Федеральный портал
5	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
6	http://pravo.fso.gov.ru/	Официальный интернет-портал правовой информации Государственная система правовой информации
7	https://www.consultant.ru/	База данных законодательства РФ «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ
8	http://rospotrebnadzor.ru	Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
9	http://www.gosuslugi.ru	Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)
10	http://old.infosport.ru/xml/t/default.xml	Национальная информационная сеть «Спортивная Россия».
11	http://www.gks.ru/	Федеральная служба государственной статистики: Официальный сайт с базами данных
12	http://new.fips.ru/	Федеральный институт промышленной собственности
13	https://scholar.google.ru/	Google Scholar —поисковая система по полным

№	Адрес	Название, краткая характеристика
		текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
14	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
15	http://www.humanities.edu.ru/	Федеральный портал "Социально-гуманитарное и политологическое образование"
16	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН)
17	http://www.philosophy.ru/	Философский портал. Стэнфордская философская энциклопедия
18	http://www.multitrans.ru/	Мультитран. Информационная справочная система «Электронные словари»
19	http://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru
20	http://www.culture.mchs.gov.ru	Культура безопасности жизнедеятельности - портал Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.
21	http://www.ict.edu.ru/about	Информационно-коммуникационные технологии в образовании - федеральный образовательный портал.
22	http://ecsocman.hse.ru	Экономика. Социология. Менеджмент. Федеральный образовательный портал
23	http://conflictmanagement.ru/	Московская школа конфликтологии. Сайт для профессионалов-конфликтологов.
24	http://gramota.ru/	Справочно-информационный портал ГРАМОТА.РУ – русский язык для всех
25	https://gisp.gov.ru/	Государственная информационная система промышленности. Профессиональная база знаний, предоставляющая сервисы для всех субъектов промышленной деятельности — от органов власти Российской Федерации до отдельных предприятий и индивидуальных предпринимателей.
26	https://gis-zkh.ru/	ГИС ЖКХ – географическая информационно-справочная система жилищно-коммунального хозяйства с данными по Управляющим компаниям и ТСЖ России.
27	https://gisee.ru/	Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный

№	Адрес	Название, краткая характеристика
		портал по вопросам энергосбережения.
28	http://drsk.ru	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
29	http://www.rushydro.ru/company/	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
30	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.
31	https://www.gost.ru/portal/gost/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
32	https://www.gosuslugi.ru/	Госуслуги. Справочно-информационный интернет-портал. Обеспечивает доступ физических и юридических лиц к сведениям о государственных и муниципальных услугах в Российской Федерации.
33	http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/	Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное общество «создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.
34	https://www.runnet.ru	RUNNet (Russian UNiversity Network) - научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обеспечивающая интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (National Research and Education Networks, NREN) и с Интернет.
35	http://www.informika.ru	Информика . Сайт Государственного научного предприятия, способствующего обеспечению всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России.
36	http://economy.gov.ru	Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) — федеральное министерство, осуществляющее выработку и реализацию экономической политики Правительства России по ряду направлений.
37	http://minpromtorg.gov.ru	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России)
38	https://minenergo.gov.ru/node/234	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России)

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Занятия по дисциплине «Специальный курс электрических сетей» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций

На практических занятиях и в самостоятельной работе студентов используется переносной компьютерный класс, оборудованный ноутбуками с программным обеспечением, указанным выше.

ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

по дисциплине «Специальный курс электрических сетей»

направление подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

направленность (профиль) образовательной программы: Электроэнергетика

В соответствии с учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено

Год набора 2020

Зачёт, экзамен 4 год обучения

Общая трудоемкость дисциплины 288 (акад. час.), 8 (з.е.)

СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/ п	Тема (раздел) дисциплины	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)					Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	КЭ				
4 курс (7 семестр)										
1	Тема 1. Введение. Основные способы повышения эффективности функционирования электрических систем.	7	6	2				16		
2	Тема 2. Устройства регулирования напряжения и реактивной мощности на электрических станциях и в электрических сетях.	7	6	4						
3	Модуль 2. Компенсация реактивной мощности. Тема 3. Методические и нормативно-правовые акты по КРМ.	7	6	4						
4	Тема 4. Способы моделирования устройств компенсации реактивной мощности при расчёте установившихся режимов	7	4	2				16		
5	Модуль 3. Режимы работы нейтралей в электрических сетях. Тема 5.	7	6	2				16		

№ п/ п	Тема (раздел) дисциплины	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)				Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	КЭ			
4 курс (7 семестр)									
	Характеристика особенностей режимов работы нейтралей в электрических сетях.								
6	Тема 6. Технические устройства обеспечивающие работу нейтралей	7	4	2				16	
	ИТОГО		32	16		0,3		96	
4 курс (8 семестр)									
1	Модуль 4. Выбор схем распределительных устройств ПС и электрических станций при проектировании ЭЭС. Тема 7. Выбор схем распределительных устройств ПС при проектировании ЭЭС	8	6				35,7	14,2	Выполнение заданий
2	Тема 8. Выбор схем распределительных устройств электрических станций при проектировании ЭЭС	8	6					14,2	
3	Модуль 5. Характеристика методов выбора оптимального варианта развития ЭЭС. Тема 8. Порядок определения капитальных затрат и издержек	8	6					14,2	
4	Тема 9. Оценка дисконтированных затрат и эффектов от реализации инвестиционных проектов	8	6					14,2	
	ИТОГО		24	24		0,3	35,7	56,8	
	ВСЕГО		56	40		0,6	17,4	152,8	

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Тема дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
1	Тема 1. Введение. Основные способы повышения эффективности функционирования электрических систем.	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	16
2	Тема 2. Устройства регулирования напряжения и реактивной мощности на электрических станциях и в электрических сетях.	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	16
3	Тема 3. Методические и нормативно-правовые акты по КРМ.	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	16
4	Тема 4. Способы моделирования устройств компенсации реактивной мощности при расчёте установившихся режимов	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	16
5	Тема 5. Характеристика особенностей режимов работы нейтралей в электрических сетях.	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	16
6	Тема 6. Технические устройства обеспечивающие работу нейтралей	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	16
	Тема 7. Выбор схем распределительных устройств ПС при проектировании ЭЭС	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	14,2
	Тема 8. Выбор схем распределительных устройств электрических станций при проектировании ЭЭС	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	14,2
	Тема 8. Порядок определения капитальных затрат и издержек	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	14,2
	Тема 9. Оценка дисконтированных затрат и эффектов от реализации инвестиционных проектов	Проработка лекционного материала. Выполнение заданий.	14,2
	ИТОГО		152,8