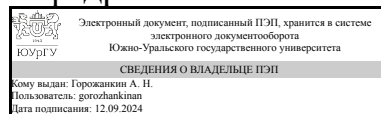


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



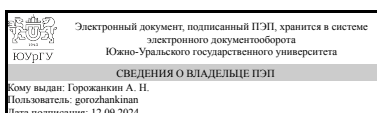
А. Н. Горожанкин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.11 Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Электроснабжение промышленных предприятий и городов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

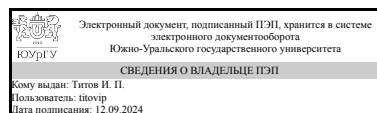
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

Зав.кафедрой разработчика,
Д.техн.н., доц.



А. Н. Горожанкин

Разработчик программы,
старший преподаватель



И. П. Титов

1. Цели и задачи дисциплины

Подготовка специалиста, способного решать технические задачи, связанные с защитой и управлением систем электроснабжения в аварийных режимах их работы. Задачи дисциплины: дать представление об организации и работе противоаварийной автоматики в электрических сетях на различных уровнях систем электроснабжения.

Краткое содержание дисциплины

Основы организации релейной защиты электрических сетей напряжением 380 В с помощью плавких предохранителей и автоматических выключателей и электрических сетей напряжением 6–10 кВ на основе микропроцессорных устройств защиты Sepam компании Schneider Electric.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Знает: Методы настройки и расчета уставок различных типов защит в системах электроснабжения Умеет: Настраивать релейную защиту на различных объектах электроснабжения Имеет практический опыт: Выполнять проверку работоспособности различных реле
ПК-5 Способен организовать эксплуатацию, обслуживание и ремонт оборудования сетей и подстанций	Знает: Назначение и зоны действия релейных защит и автоматики, назначение устройств телемеханики, сроки испытания защитных средств и приспособлений, применяемых на подстанциях, виды связи, установленные на подстанциях, правила пользования ими

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Электрические машины, Электрическое освещение, Электрооборудование и электроприемники объектов электроснабжения, Электрические станции и подстанции, Электроэнергетические системы и сети, Электроснабжение, Электрический привод, Общая энергетика, Производственная практика (эксплуатационная) (6 семестр)	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Электрические машины	Знает: Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета, Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин, Виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; инструментарий для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; показатели качества технологического процесса и методы их определения Умеет: Решать вопросы проектирования электрических машин различной мощности, различных видов и различного назначения, Сформулировать требования к параметрам и выходным характеристикам электрических машин с учетом работы их в конкретных электротехнологических установках, Контролировать правильность получаемых данных и выводов; применять и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования: электрических машин; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями Имеет практический опыт: Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB, Simulink, Практического применения стандартных методик расчёта выходных параметров электрических машин различного типа исполнения, Исполнения современных технических средства в профессиональной области; опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований; опытом экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники
Электрические станции и подстанции	Знает: Параметры основного электротехнического оборудования электроэнергетики: синхронных генераторов, силовых трансформаторов, коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов тока и напряжения, Нормативные документы, определяющие требования к выбору электрических схем электроэнергетических объектов, - "ПУЭ", "НТП подстанций напряжением 35-750 кВ.", "Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ.", Назначение и устройство обслуживаемого оборудования, схемы первичных соединений, сети собственных нужд, оперативного тока и электромагнитной

	блокировки Умеет: Находить и определять параметры высоковольтного электрооборудования по справочным, каталожным, нормативным и др. документам, Пользоваться нормативными документами и методиками проектирования электроэнергетических объектов Имеет практический опыт: Выбора основного высоковольтного электрооборудования и расчета его параметров, Работы с нормативно-техническими документами
Электрооборудование и электроприемники объектов электроснабжения	Знает: Характеристики и свойства электроприемников и электрооборудования объектов электроснабжения Умеет: Обеспечивать оптимальные режимы работы и проводить своевременное обслуживание электрооборудования и электроприемников Имеет практический опыт:
Электроэнергетические системы и сети	Знает: Об основных научно-технических проблемах и перспективах развития электроэнергетических систем и сетей. О способах и средствах транспорта электрической энергии. Об общих закономерностях физических процессов в электроэнергетических системах. О конструктивном выполнении высоковольтных линий электропередачи, Физико-математический аппарат для моделирования режимов работы электрической сети. Методы расчета звена электропередачи. Методы проведения экспериментов для оценки режимов работы электрической сети Умеет: Применять основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач проектирования, правила устройства электроустановок при проектировании электрических сетей, общепринятые методы расчёта установившихся режимов в электроэнергетических системах, Применять основы теории передачи и распределения электрической энергии при решении задач эксплуатации, правила устройства электроустановок при эксплуатации электрических сетей, методы анализа параметров режима электрической сети. Обрабатывать результаты измерений и экспериментов Имеет практический опыт: Расчёта режимов электроэнергетических систем общеизвестными методами, Экспериментального исследования режимов работы элементов электрической сети и анализа условий и параметров их работы
Электрический привод	Знает: Математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов, Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока

	Умеет: Использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; разрабатывать и анализировать простые модели электроприводов и их элементов, Применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов Имеет практический опыт: Расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем, Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов
Электрическое освещение	Знает: Требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности к выполнению текстовой и графической частей проектной документации системы электроснабжения; Система условных обозначений в проектировании; Требования нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности к системе электроснабжения объектов капитального строительства; Методы и правила конструирования элементов системы электроснабжения в специализированных программных средствах Умеет: Выбирать алгоритмы и способы работы в системе автоматизированного проектирования и программе для выполнения графических и текстовых разделов проекта системы электроснабжения; Определять перечень оборудования для системы электроснабжения; Выбирать способы и алгоритм разработки проектной документации системы электроснабжения в соответствии с требованиями нормативных правовых актов и документов системы технического регулирования в градостроительной деятельности; Выбирать способы и алгоритмы работы в САПР для оформления разделов проектной документации системы электроснабжения; Отображать данные информационной модели объекта капитального строительства в графическом и табличном виде; Просматривать и извлекать данные из информационной модели объекта капитального строительства, созданной другими

	специалистами; Анализировать и выбирать необходимые данные информационной модели объекта капитального строительства при разработке текстовой и графической частей проектной документации Имеет практический опыт: Контроль состояния и организация устранения неисправностей осветительной сети и арматуры со сменой ламп и предохранителей, Разработка конструкторской документации на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов; Выполнение расчетов для проекта системы электроснабжения; Разработка графической части проектной документации системы электроснабжения; Составление и оформление ведомости элементов системы электроснабжения
Электроснабжение	Знает: Основные источники информации по направлению профессиональной деятельности, Основные принципы построения электрических сетей систем электроснабжения, типовые схемы и приоритетные области их использования, достоинства и недостатки типовых схем Умеет: Анализировать и систематизировать информацию, извлечённую из различных источников, необходимую для решения конкретных задач в области проектирования систем электроснабжения с учётом требований нормативных документов, Пользоваться при эксплуатации СЭС справочной литературой и нормативными материалами Имеет практический опыт: Проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения, Составления схем замещения СЭС и определения параметров их элементов
Общая энергетика	Знает: Методы и средства для получения информации об электростанциях различных видов, принципах работы и устройства энергетических установок, основных видах энергетических ресурсов Умеет: Выполнять расчет и анализ основных параметров электростанций Имеет практический опыт: Расчёта основных характеристик и показателей работы различных электростанций, навыками использования источников информации по дисциплине и компьютера как средства работы с ней
Производственная практика (эксплуатационная) (6 семестр)	Знает: Порядок оформления документов на производство работ в действующих электроустановках, Требования нормативных документов по безопасному ведению работ в действующих электроустановках, Методики проведения противоаварийных и противопожарных тренировок, Порядок организации работ на высоте и такелажных работ с применением подъемных сооружений, Требования охраны труда при работе на высоте

	Умеет: Оформлять документы на производство работ в действующих электроустановках, Составлять технологические карты ремонта, графики планово-предупредительных ремонтов оборудования систем электроснабжения, Идентифицировать несоответствия и нарушения ПТЭ ЭП, ТОТ ЭЭ, правил промышленной и пожарной безопасности при организации и проведении работ на электрических подстанциях, федеральных норм и правил в области промышленной и пожарной безопасности Имеет практический опыт: Оформление, выдача нарядов-допусков и распоряжений на проведение работ на оборудовании согласно действующей нормативно-технической документации; допуск работников, в том числе подрядных организаций к работе, надзор за их работой, Проведение инструктажей (первичных, повторных, внеплановых, целевых) подчиненных работников подразделения электроснабжения металлургического производства и работников подрядных организаций
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч., 121,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	8
Общая трудоёмкость дисциплины	252	72	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	104	32	72
Лекции (Л)	40	16	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	56	8	48
Лабораторные работы (ЛР)	8	8	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	130,25	35,75	94,5
Подготовка к лабораторным работам	16	16	0
Подготовка к семинарам	55,75	7,75	48
Семестровая работа	58,5	12	46,5
Консультации и промежуточная аттестация	17,75	4,25	13,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен, КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
-----------	----------------------------------	---

		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Принципы построения электрических сетей. Режимы нейтрали электрических сетей. Особенности расчёта токов КЗ для определения параметров устройств релейной защиты.	6	2	4	0
2	Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ с помощью плавких предохранителей.	6	2	4	0
3	Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ автоматическими выключателями (АВ).	10	4	6	0
4	Электрооборудование компании Schneider Electric напряжением выше 1 кВ. Микропроцессорная релейная защита электрических сетей на основе устройств компании Schneider Electric.	12	4	6	2
5	Защита силовых трансформаторов напряжением 6–10/0,4 кВ.	12	4	6	2
6	Организация защиты электрических сетей напряжением 6–10 кВ.	16	6	6	4
7	Защита от однофазных замыканий на землю в электрических сетях напряжением 6–10–35 кВ.	10	4	6	0
8	Защита конденсаторных установок и силовых резонансных фильтров. Защита электродвигателей. Особенности защиты и автоматики трансформаторов электротермических установок, полупроводниковых преобразовательных агрегатов.	10	4	6	0
9	Противоаварийная автоматика. Часть 1	12	6	6	0
10	Противоаварийная автоматика. Часть 2	10	4	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные типы электрических сетей: радиальные сети – простая радиальная линия, двойная радиальная линия, радиально-ступенчатые схемы; магистральные линии; разомкнутые и замкнутые петлевые схемы; схемы с резервными источниками питания. Области применения схем. Влияние режима нейтрали на ток однофазного замыкания на землю. Пять способов заземления нейтрали сети: сеть с изолированной нейтралью; сеть с компенсированной нейтралью; заземление нейтрали через высокоомное активное сопротивление; сеть с глухо заземлённой нейтралью; сеть с эффективно заземлённой нейтралью. Критерии выбора режима нейтрали электрических сетей. Виды повреждений и ненормальные режимы работы электрических сетей. Характеристики токов короткого замыкания (КЗ). Особенности расчёта токов КЗ в электрических сетях напряжением выше 1 кВ и до 1 кВ; методики расчёта токов КЗ.	2
2	2	Виды токовых нагрузок на элементы СЭС. Принцип защиты от токовых перегрузок: соотношение время-токовых характеристик (ВТХ) – пропускных элементов СЭС, нагрузочных и защитных. ВТХ плавких предохранителей. Условия выбора плавких вставок; проверка селективности. Методика построения ВТХ плавких вставок по каталожным данным с учётом разброса по времени срабатывания. Основные типы и устройство предохранителей напряжением 380 В, 6–10 кВ. Понятие токоограничения плавкими предохранителями.	2
3, 4	3	Понятие трёхступенчатой токовой защиты (максимальной токовой защиты) на примере автоматических выключателей: защита от перегруза, селективная токовая отсечка, мгновенная токовая отсечка. Типовые защитные ВТХ АВ. Выбор выключателей. Выбор уставок АВ для защиты электродвигателей; линий и шинных сборок; защиты сборных шин трансформаторной подстанции (ТП). Понятие токоограничения с помощью АВ. Защита от	4

		однофазных коротких замыканий в электрической сети напряжением до 1 кВ.	
5, 6	4	Спектр силового электрооборудования компании Schneider Electric напряжением выше 1 кВ. Микропроцессорные устройства релейной защиты: реле VIP 30, VIP 35, VIP 300; устройства защиты Seram серий 10, 20, 40, 80; их возможности; виды применяемых защит. Аналитические методы расчёта устройств защиты Seram; методика расчёта обратно-зависимых время-токовых характеристик.	4
7, 8	5	Виды повреждений силовых трансформаторов. Требования, предъявляемые к защитам трансформаторов напряжением 6–10/0,4 кВ. Организация защиты трансформаторов 6–10/0,4 кВ; расчёт уставок их защиты; построение ВТХ защит. Особенности расчётов и согласования обратно-зависимых ВТХ устройств защиты Seram. Примеры расчёта релейной защиты трансформаторов напряжением 6–10/0,4 кВ.	4
9, 10, 11	6	Общие требования, предъявляемые к защитам электрических сетей. Диаграмма селективности времени срабатывания защиты. Организация защиты на разных ступенях электрических сетей напряжением 6–10 кВ. Расчёт уставок защит: радиальной линии, питающей одну ТП; магистральной линии, питающей несколько ТП; радиальной линии, питающей РП; вводных и секционного выключателя РП; особенности построения и согласование ВТХ защит разных ступеней СЭС. Направления оптимизации параметров обратно-зависимых ВТХ устройств защиты Seram. Примеры расчёта электрических сетей напряжением 6–10 кВ.	6
12, 13	7	Распределение токов в контуре нулевой последовательности при ОЗЗ. Требования к защитам от ОЗЗ в электрических сетях напряжением 6–10–35 кВ. Устройство контроля изоляции сети 6–10–35 кВ. Ненаправленная токовая защита от ОЗЗ. Принципы построения устройств защиты от ОЗЗ отечественного производства и компании Schneider Electric.	4
14, 15	8	Повреждения и ненормальные режимы работы конденсаторов. Организация защиты конденсаторных установок и силовых резонансных фильтров. Расчёт уставок защиты конденсаторных установок напряжением 10 кВ и напряжением 380 В. Ненормальные режимы работы и виды повреждений электродвигателей. Организация защиты асинхронных и синхронных двигателей напряжением выше 1 кВ и двигателей напряжением до 1 кВ. Методика расчёта защиты электродвигателей. Ненормальные режимы работы и виды повреждений. Организация защиты и методика её расчёта.	4
16, 17, 18	9	Автоматическое повторное включение. Автоматический ввод резерва. Автоматическая частотная разгрузка. Автоматическое регулирование напряжения. Автоматическое регулирование реактивной мощности. Общая организация противоаварийной автоматики на различных уровнях системы электроснабжения напряжением 220–110–35–10–6–0,4 кВ. Диспетчерское управление оборудованием подстанций напряжением 110–220 кВ и распределительными сетями напряжением 10 кВ.	6
19, 20	10	Общая организация противоаварийной автоматики на различных уровнях системы электроснабжения напряжением 220–110–35–10–6–0,4 кВ. Диспетчерское управление оборудованием подстанций напряжением 110–220 кВ и распределительными сетями напряжением 10 кВ.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	1	Принципы построения электрических сетей напряжением 0,38–6–10–35–110–220 кВ. Обобщенная схема электроснабжения промышленного	4

		предприятия или электросетевого предприятия: питающие воздушные (ВЛ) и кабельные (КЛ) линии напряжением 35–110–220 кВ; подстанции (ПС) напряжением 35–110–220/35/6–10 кВ; распределительные сети напряжением 6–10 кВ с высоковольтными распределительными пунктами (РП); трансформаторные подстанции (ТП) напряжением 6–10/0,4 кВ; низковольтные распределительные сети напряжением 380 В. Одиночная радиальная линия; двойная радиальная линия; одно- и двухступенчатые радиальные схемы; разомкнутые и замкнутые петлевые схемы; одиночные и двойные (двухлучевые) магистральные схемы; схемы с резервными источниками питания. Обозначения элементов системы электроснабжения на схемах. Режимы нейтрали электрических сетей. Критерии выбора режима нейтрали электрических сетей. Пять способов заземления нейтрали: сеть с изолированной нейтралью; сеть с компенсированной нейтралью; заземление нейтрали через высокоомное активное сопротивление; сеть с глухо заземленной нейтралью; сеть с эффективно заземленной нейтралью.	
3,4	2	Конструктивное исполнение предохранителей напряжением до 1 кВ и выше 1 кВ отечественного производства: принцип работы; время-токовые характеристики; разброс срабатывания предохранителей. Предохранители компании Schneider Electric, понятие ограничения предохранителем тока КЗ, токоограничивающие характеристики. Принцип построения защиты электрических сетей: максимально допустимый ток элементов СЭС (кабеля, линии, трансформатора); максимальный ток нагрузки; токовые перегрузки; принцип защиты от токовых перегрузок с помощью защитных аппаратов (предохранителей и автоматических выключателей). Защита плавкими предохранителями: время-токовые характеристики (ВТХ); условия выбора плавких вставок; проверка селективности. Методика построения время-токовых характеристик плавких вставок по каталожным данным с учётом разброса повремени срабатывания. Основные типы предохранителей, их конструкции, области применения. Выбор плавкой вставки для защиты: линии; одного и группы электродвигателей; проверка селективности последовательно включенных предохранителей; проверка чувствительности плавких вставок. Токоограничивающая способность плавких предохранителей. Конструктивное выполнение плавких предохранителей напряжением до 1 кВ и 6–10 кВ.	4
5-7	3	Коммутационные и защитные аппараты напряжением до 1 кВ отечественного производства и компании Schneider Electric. Термины и основные определения, используемые в российской и зарубежной литературе для описания характеристик автоматических выключателей и других защит. Структура системы электроснабжения. Основные функции и назначение низковольтной распределительной аппаратуры. Автоматические выключатели компании Schneider Electric: три типоразмера АВ – Acti 9, Compact, Masterpact; основные характеристики АВ; токоограничение АВ. Микропроцессорные (цифровые) расцепители для выключателей Compact и Masterpact. Автоматические выключатели (АВ) отечественного производства: тепловой расцепитель; электромагнитный расцепитель; независимый расцепитель; электронный расцепитель; обобщённые время-токовые характеристики; характеристики срабатывания В, С, D. Дифференциальные выключатели. Типовые время-токовые характеристики отечественных АВ и компании Schneider Electric. Методика построения реальной время-токовой характеристики АВ отечественного и зарубежного производства. Микропроцессорные (цифровые) расцепители, устанавливаемые в автоматические выключатели. Расчёт защиты электродвигателя с помощью автоматических выключателей ВА47-29 и Compact . Расчёт защиты линии, питающей РПН, с помощью автоматического выключателя Compact . Защита от однофазных замыканий на землю. Принципы построения защиты от однофазных замыканий на землю. Устройства защитного отключения. Расчёт	6

		защиты автоматическими выключателями трансформаторной подстанции напряжением 6–10/0,4 кВ. Схемы распределительного устройства напряжением 0,4 кВ ТП. Организация защиты со стороны НН трансформаторной подстанции: основные условия выбора вводных и секционного выключателей; селективность по току и времени между защитными аппаратами отходящих линий и секционным и вводными выключателями; ограничения, накладываемые на выбор защитных характеристик АВ; расчёт характеристик расцепителей вводных и секционного АВ.	
8-10	4	Спектр ячеек распределительных устройств компании Schneider Electric напряжением 6–10 кВ: моноблок RM6; ячейки SM6, NEXIMA, Mcset. Коммутационное и защитное оборудование, устанавливаемое в ячейках: выключатели нагрузки с предохранителями, вакуумные и элегазовые выключатели. Защита трансформаторов плавкими предохранителями. Время токовые характеристики предохранителей. Обзор существующих схем исполнения защит электрической сети напряжением 6–10 кВ: электромеханические и статические реле; защиты, получающие питание на постоянном и переменном оперативном токе. Микропроцессорная защита на основе устройств компании Schneider Electric: реле VIP 30, VIP 35, VIP 300; виды защит, реализуемых в этих защитах; время-токовые характеристики; устройства защиты Sepam серий 10, 20, 40, 80, их характеристики, возможности, области применения. Аналитические методы расчёта устройств защиты Sepam; методика расчёта обратно-зависимых время-токовых характеристик. Особенности расчётов и согласования обратно-зависимых ВТХ устройств защиты Sepam.	6
11-13	5	Виды повреждений и особые режимы работы: перегрузки; внутренние и внешние повреждения трансформаторов; включение трансформатора под напряжение. Организация защиты трансформаторов напряжением 6–10/0,4 кВ: защита от перегрузки; селективная токовая отсечка; мгновенная токовая отсечка; оценка чувствительности рассматриваемых защит; согласование защит трансформатора, установленных на стороне ВН, с защитами, установленными на стороне НН. Газовая защита; дифференциальная защита от токов однофазного КЗ на стороне НН; контроль температуры изоляции и токовая защита от перегрева.	6
14-16	6	Формирование диаграммы селективности времени срабатывания защиты на разных уровнях системы электроснабжения напряжением 0,38–6–10–35–110–220 кВ. Защита линий, питающей трансформаторную подстанцию напряжением 6–10/0,4 кВ. Особенности построения защиты линии при отсутствии или наличии защиты перед трансформаторами ТП; особенности выполнения мгновенной токовой отсечки. Время-токовые характеристики двухступенчатой защиты линии, питающей ТП. Защиты, выполняемые на высоковольтном распределительном пункте напряжением 6–10 кВ на секционном и вводных выключателях. Защита радиальной линии, питающей высоковольтный распределительный пункт напряжением 6–10 кВ. Влияние высоковольтных электроприемников на выбор параметров защиты линии. Защита электрических сетей с помощью устройств Sepam компании Schneider Electric.	6
17-19	7	Критерии выбора режима нейтрали электрических сетей. Пять способов заземления нейтрали: сеть с изолированной нейтралью; сеть с компенсированной нейтралью; заземление нейтрали через высокоомное активное сопротивление; сеть с глухо заземленной нейтралью; сеть с эффективно заземленной нейтралью. Защита от однофазных замыканий на землю в электрических сетях напряжением 6–10–35 кВ: распределение токов в контуре нулевой последовательности электрической сети с различными режимами нейтрали; методика расчета токов ОЗЗ; неселективная и селективная защита от ОЗЗ; трансформаторы напряжения и трансформаторы	6

		тока нулевой последовательности; устройство контроля изоляции электрических сетей напряжением 6–10–35 кВ; селективные защиты от однофазных замыканий на землю с действием на сигнал и на отключение поврежденной линии, области применения этих защит; действия персонала при определении присоединения с ОЗЗ. Трёхтрансформаторный фильтр токов нулевой последовательности; однострансформаторный фильтр токов нулевой последовательности. Виды трехфазных напряжения; НТМИ, НАМИ, НАМИТ. Виды напряжений, измеряемых трехфазными ТН.	
20-22	8	Защита конденсаторных установок и силовых резонансных фильтров. Повреждения и ненормальные режимы работы конденсаторов. Организация защиты конденсаторных установок и силовых резонансных фильтров. Расчет уставок защиты конденсаторных установок напряжением 10 кВ и напряжением 380 В. Защита электродвигателей. Ненормальные режимы работы и виды повреждений электродвигателей. Организация защиты асинхронных и синхронных двигателей напряжением выше 1 кВ и двигателей напряжением до 1 кВ. Методика расчета защиты электродвигателей.	6
23-25	9	Автоматическое повторное включение. Автоматический ввод резерва. Автоматическая частотная разгрузка. Автоматическое регулирование напряжения. Автоматическое регулирование реактивной мощности. Общая организация противоаварийной автоматики на различных уровнях системы электроснабжения напряжением 220–110–35–10–6–0,4 кВ. Диспетчерское управление оборудованием подстанций напряжением 110–220 кВ и распределительными сетями напряжением 10 кВ.	6
26-28	10	Общая организация противоаварийной автоматики на различных уровнях системы электроснабжения напряжением 220–110–35–10–6–0,4 кВ. Диспетчерское управление оборудованием подстанций напряжением 110–220 кВ и распределительными сетями напряжением 10 кВ.	6

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	4	Исследование работы реле тока, напряжения, времени	2
2	5	Исследование реле тока с ограниченно зависимой выдержкой времени. Максимальная токовая защита с ограниченно зависимой выдержкой времени	2
3, 4	6	Исследование реле с ограниченно зависимой выдержкой времени. Максимальная токовая защита с ограниченно зависимой выдержкой времени	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторным работам	Ершов, А.М. Релейная защита в системах электроснабжения: учебное пособие по лабораторным работам / А.М. Ершов, А.Н. Садовников. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 56 с.. Все разделы.	7	16
Подготовка к семинарам	Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения:	8	48

	учебное пособие к изучению курса / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 76 с. Раздел 2. Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 1: Токи короткого замыкания: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 168 с. Разделы 5 и 6. Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 3: Защита электрических сетей напряжением 6–10 кВ: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 168 с. Разделы 12-18.		
Подготовка к семинарам	Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения: учебное пособие к изучению курса / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 76 с. Раздел 2. Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 1: Токи короткого замыкания: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 168 с. Разделы 1-4. Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 2: Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 168 с. Разделы 8 и 11.	7	7,75
Семестровая работа	Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 1: Токи короткого замыкания: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 168 с. Раздел 4 Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 2: Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 168 с. Разделы 8 и 11.	7	12
Семестровая работа	Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 3: Защита электрических сетей напряжением 6–10 кВ: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 168 с. Разделы 12-18.	8	46,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Текущий контроль	Контрольная работа. Режимы нейтрали.	1	5	оценка «отлично» – 5 баллов, «хорошо» – 4 баллов, «удовлетворительно» – 3 баллов. При получении оценки «неудовлетворительно» или отсутствии студента на контрольной работе по неуважительной причине он получает 0 баллов.	зачет
2	7	Текущий контроль	Контрольная работа. Предохранители	1	5	оценка «отлично» – 5 баллов, «хорошо» – 4 баллов, «удовлетворительно» – 3 баллов. При получении оценки «неудовлетворительно» или отсутствии студента на контрольной работе по неуважительной причине он получает 0 баллов.	зачет
3	7	Текущий контроль	Контрольная работа. Автоматические выключатели	1	5	оценка «отлично» – 5 баллов, «хорошо» – 4 баллов, «удовлетворительно» – 3 баллов. При получении оценки «неудовлетворительно» или отсутствии студента на контрольной работе по неуважительной причине он получает 0 баллов.	зачет
4	7	Текущий контроль	Контрольная работа. Релейная защита ТП 10/0,4	1	5	оценка «отлично» – 5 баллов, «хорошо» – 4 баллов, «удовлетворительно» – 3 баллов. При получении оценки «неудовлетворительно» или отсутствии студента на контрольной работе по неуважительной причине он получает 0 баллов.	зачет
5	7	Текущий контроль	Расчет токов коротких замыканий в сети с напряжением выше 1 кВ	1	5	Максимальное количество баллов - 5. Баллы снимаются за некачественное выполнение раздела (несоответствие оформления требованиям ГОСТ, некачественные или непоследовательные расчёты и пр.). Максимальное количество попыток - пять.	зачет
6	7	Текущий контроль	Расчет токов коротких замыканий в сети с напряжением до 1 кВ	1	5	Максимальное количество баллов - 5. Баллы снимаются за некачественное выполнение раздела (несоответствие оформления требованиям ГОСТ, некачественные	зачет

						или непоследовательные расчёты и пр.). Максимальное количество попыток - пять.	
7	7	Текущий контроль	Выбор предохранителей	1	5	Максимальное количество баллов - 5. Баллы снимаются за некачественное выполнение раздела (несоответствие оформления требованиям ГОСТ, некачественные или непоследовательные расчёты и пр.). Максимальное количество попыток - пять.	зачет
8	7	Текущий контроль	Выбор автоматических выключателей	1	5	Максимальное количество баллов - 5. Баллы снимаются за некачественное выполнение раздела (несоответствие оформления требованиям ГОСТ, некачественные или непоследовательные расчёты и пр.). Максимальное количество попыток - пять.	зачет
9	7	Текущий контроль	Защита семестровой работы	2	10	На защите будет задано 5 вопросов. За правильный и полный ответ на каждый вопрос начисляется 2 балла, за неполный ответ - 1 балл, за неправильный ответ или отсутствие ответа - 0 баллов.	зачет
10	7	Бонус	Бонус	-	10	Бонусы: За активное участие в работе семинара (дополнения, участие в обсуждении и пр.) студент может получить 0,5–1 балл за одну тему семинарских занятий.	зачет
11	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	100	При ответе на оценку «отлично» получает 85–100 баллов, «хорошо» – 75–84 балла, «удовлетворительно» – 60–74 балла (при условии, что на каждый вопрос должен быть получен удовлетворительный ответ). Если нет правильного ответа на вопрос или студент отказывается отвечать на билет, то ответ оценивается в 0 баллов.	зачет
12	8	Текущий контроль	Защита лабораторных работ	1	5	Три группы лабораторных работ оцениваются по 5 баллов: за качественное оформление ЛР даётся 1 балл; за защиту ЛР на «отлично» - 4 балла, на «хорошо» – 3 балла, на удовлетворительно – 2 балла.	экзамен
13	8	Текущий контроль	Контрольные работы: КР № 4. Защита трансформаторов 6–10/0,4 кВ. КР № 5. Защита электрических сетей	1	5	Контрольные работы: оценка «отлично» – 5 баллов, «хорошо» – 4 баллов, «удовлетворительно» – 3 баллов. При получении оценки «неудовлетворительно» или отсутствии студента на контрольной работе он получает 0 баллов. За	экзамен

			напряжением 6–10 кВ. КР № 6. Защита от однофазных замыканий на землю. КР № 7. Защита БК, ЭД, ЭТУ. КР 3 8. Противоаварийная автоматика СЭС.			выполнение контрольной работы во время консультации студент может получить 5–3 баллов.	
14	8	Текущий контроль	Семестровое задание	1	45	Семестровая работа. Состоит из 10 разделов: За раздел даётся максимально 3-5 баллов (в зависимости от сложности этапа). За представление готового раздела с опозданием на одну неделю снимается 10 % оценки, на две недели и более – 20 %. За некачественное выполнение раздела (несоответствие оформления требованиям ГОСТ, некачественные или непоследовательные расчёты и пр.) может быть снято 10–20% оценки. За несамостоятельное выполнение раздела – минус 20 % от оценки раздела. Всего по всем разделам СЗ – 45 баллов.	экзамен
15	8	Бонус	Бонус	-	10	Бонусы: За активное участие в работе семинара (дополнения, участие в обсуждении и пр.) студент может получить 0,5–1 балл за одну тему семинарских занятий.	экзамен
16	8	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	100	При ответе на оценку «отлично» получает 85–100 баллов, «хорошо» – 75–84 балла, «удовлетворительно» – 60–74 балла (при условии, что на каждый вопрос должен быть получен удовлетворительный ответ). Если нет правильного ответа на вопрос или студент отказывается отвечать на билет, то ответ оценивается в 0 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Промежуточная аттестация – зачет. Если студент при работе во время семестра не смог набрать достаточное количество баллов для получения зачета, то он имеет право пройти процедуру зачета. На экзамене студент получает билет с двумя вопросами и ему даётся время 60 минут для подготовки. Оценка за зачёт по дисциплине может быть выставлена по результатам текущего контроля (с коэффициентом 0,6) плюс промежуточной аттестации (с коэффициентом 0,4) плюс бонусы (п. 2.4 и п. 2.5 Положения о БРС).	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

экзамен	Промежуточная аттестация – экзамен. Если студент при работе во время семестра не смог набрать достаточное количество баллов для получения экзамена, то он имеет право пройти процедуру экзамена. На экзамене студент получает билет с двумя вопросами и ему даётся время 60 минут для подготовки. Оценка за экзамен по дисциплине может быть выставлена по результатам текущего контроля (с коэффициентом 0,6) плюс промежуточной аттестации (с коэффициентом 0,4) плюс бонусы (п. 2.4 и п. 2.5 Положения о БРС).	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
---------	---	---

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ПК-2	Знает: Методы настройки и расчета уставок различных типов защит в системах электроснабжения		+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: Настраивать релейную защиту на различных объектах электроснабжения							+	+	+		+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: Выполнять проверку работоспособности различных реле												+	+	+	+	+
ПК-5	Знает: Назначение и зоны действия релейных защит и автоматики, назначение устройств телемеханики, сроки испытания защитных средств и приспособлений, применяемых на подстанциях, виды связи, установленные на подстанциях, правила пользования ими	+	+	+	+	+					+	+	+				

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Ершов, А. М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения [Текст] Ч. 1 Токи короткого замыкания учеб. пособие по специальности 140211 "Электроснабжение" А. М. Ершов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 167, [1] с. ил.
2. Ершов, А. М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения [Текст] Ч. 2 Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ учеб. пособие по специальности 140211 "Электроснабжение" А. М. Ершов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 167, [1] с. ил. электрон. версия
3. Ершов, А. М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения [Текст] Ч. 3 Защита электрических сетей напряжением 6-10 кВ учеб. пособие по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" А. М. Ершов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 160, [1] с. ил. электрон. версия

4. Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст] учеб. для вузов по специальности "Электроснабжение" направления "Электроэнергетика" В. А. Андреев. - Изд. 5-е, стер. - М.: Высшая школа, 2007. - 639 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Ершов, А. М. Релейная защита в системах электроснабжения [Текст] учеб. пособие к лаб. работам А. М. Ершов, А. Н. Садовников ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 55, [1] с. ил. электрон. версия

2. Ершов, А. М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения [Текст] учеб. пособие к изучению курса по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" А. М. Ершов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 75, [1] с. ил. электрон. версия

3. Ершов, А. М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения [Текст] Ч. 4 Защита электрических сетей и электроустановок напряжением 6-10-110-220 кВ учеб. пособие по специальности "Системы электроснабжения" А. М. Ершов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2015. - 151, [1] с. ил. электрон. версия

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения: учебное по-собие к изучению курса / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 76 с

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения: учебное по-собие к изучению курса / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 76 с

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Учебно-методические материалы кафедры	Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 1: Токи короткого замыкания: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 168 с. http://energynet.susu.ru/ http://ses.susu.ru/wp-content/uploads/2016/03/Ершов-А.М.-Релейная-защита.-Часть-1.pdf
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 2: Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. – 168 с.

			http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000504515
3	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 3: Защита электрических сетей напряжением 6–10 кВ: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 168 с. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000517791
4	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения. Часть 4: Защита электрических сетей и электроустановок напряжением 6–10–110 кВ: учебное пособие / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – 152 с. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000552670
5	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения: учебное пособие к изучению курса / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 76 с. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000515771
6	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Ершов, А.М. Релейная защита в системах электроснабжения: учебное пособие по лабораторным работам / А.М. Ершов, А.Н. Садовников. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 56 с. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000515770

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	380 (1)	Проекционное оборудование
Лабораторные занятия	143 (1)	Лабораторные стенды
Практические занятия и семинары	153 (1)	Проекционное оборудование