



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образование  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»



Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

УТВЕРЖДЕНО

Факультет транспортных, инженерных систем и  
техносферной безопасности

Декан Мензелинцева Надежда Васильевна  
31.08.2024 г.

## Релейная защита

### рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой	Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция
Учебный план	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль	Энергообеспечение предприятий
Квалификация	бакалавр
Срок обучения	4 года

Форма обучения	очная	Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Виды контроля в семестрах:			

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	7(4.1)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	24	24	24	24
Практические	8	8	8	8
Лабораторные	16	16	16	16
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48.25	48.25	48.25	48.25
Сам. работа	59.75	59.75	59.75	59.75
Часы на контроль	0	0	0	0
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	108	108	0	0

## ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Веселова Наталья Михайловна ктн

Рецензент(ы):

(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

**Релейная защита**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль: Энергообеспечение предприятий

утвержденного учёным советом вуза от 31.05.2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция**

04.07.2024 номер протокола 11 2023 г.

Зав. кафедрой Стефаненко Игорь Владимирович

СОГЛАСОВАНО:

Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

Председатель НМС факультета: Мензелинцевой Надежды Васильевны

Протокол заседания НМС от

31.08.2024 г. № 1

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.</b>
Цель дисциплины – сформировать у обучающихся систему знаний о релейной защите в электроэнергетических системах, необходимых для решения практических задач промышленного производства, а также готовность определять параметры электротехнического оборудования предприятий и способность рассчитывать их рабочие режимы.
Задачи дисциплины:
– изучение средств релейной защиты в электроэнергетических системах, а также другого оборудования, применяемого в электроэнергетических системах, изучение основных режимов этого оборудования;
– формулировать умение производить выбор средств релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах, умение определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности и рассчитывать их режимы работы;
– формировать навыки применения средств релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах, навыки определения основных параметров объектов профессиональной деятельности и навыками расчета режимов работы этих объектов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ				
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В			
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:			
2.1.1	Электрический привод			
2.1.2	Электрооборудование предприятий			
2.1.3	Электрические сети и подстанции			
2.1.4	Электрические машины и аппараты			
2.1.5	Электротехника и электроника			
2.1.6	Высшая математика			
2.1.7	Физика			
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:			
2.2.1	Производственная практика, преддипломная			
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы			
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)				
ПК-3: Выполнение работ всех видов сложности по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации электротехнического оборудования предприятий				
ПК-3.1: Подготовка и внесение изменений в электрические схемы и инструкции, регламентирующих документов для работников по эксплуатации электротехнического оборудования				
Результаты обучения: Знать: построение цепей релейной защиты, цели применения трансформаторов тока и напряжения, их схемы соединений в релейной защите. Уметь: читать схемы устройств релейной защиты и автоматики. Владеть: навыками составления схем устройств релейной защиты.				
ПК-3.2: Выполнение и организация технического обеспечения полного цикла или отдельных стадий эксплуатации электротехнического оборудования.				
Результаты обучения: Знать: виды защит линий, шин, трансформаторов и электродвигателей. Уметь: рассчитывать токи КЗ на различных уровнях в максимальных и минимальных режимах работы СЭС. Владеть: навыками испытаний устройств релейной защиты.				
ПК-3.3: Оценка технического состояния, поддержание и восстановление работоспособности электротехнического оборудования				
Результаты обучения: Знать: особенности электромагнитных, полупроводниковых и микропроцессорных элементов устройств релейной защиты; ненормальные режимы работы и повреждения линий, шин, трансформаторов и электродвигателей. Уметь: рассчитывать уставки, параметры релейной защиты и основного оборудования для построения принципиальных схем устройств релейной защиты. Владеть: навыками применения средств релейной защиты.				
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	Раздел 1. Обучение			
1.1	Общие понятия о релейной защите. /Тема/	7	0	

1.1.1	Назначение релейной защиты. Заземление нейтрали в электрических сетях 6(10)-35кВ. Виды повреждений и ненормальных режимов работы энергосистем. Основные требования, предъявляемые к релейной защите. /Лек/	7	2	3, Ко
1.1.2	Особенности расчета токов короткого замыкания. /Пр/	7	1	3, К
1.1.3	Подготовка к лабораторной работе №1. /Ср/	7	2	Ко
1.1.4	Знакомство с лабораторным оборудованием, требованиями к технике безопасности и правилами проведения лабораторных работ. Изучение принципа действия электромагнитных реле тока и напряжения. /Лаб/	7	2	3, Ко
1.1.5	Подготовка к лабораторной работе №2. /Ср/	7	2	Ко
1.1.6	Изучение принципа действия индукционных реле тока и напряжения. /Лаб/	7	2	3, Ко
1.2	Особенности выполнения защит электрической сети. /Тема/	7	0	
1.2.1	Элементы устройств релейной защиты, реле и их разновидности. Источники оперативного тока. Первичные измерительные преобразователи в релейной защите и схемы их соединения с нагрузкой. /Лек/	7	2	3, Ко
1.2.2	Подготовка к лабораторной работе №3. /Ср/	7	2	Ко
1.2.3	Испытание электромагнитных реле тока и напряжения. /Лаб/	7	2	3, Ко
1.2.4	Подготовка к лабораторной работе №4. /Ср/	7	2	Ко
1.2.5	Испытание индукционных реле тока. /Лаб/	7	2	3, Ко
1.2.6	Подготовка к лабораторной работе №5. /Ср/	7	2	Ко
1.2.7	Испытание трансформаторов тока. /Лаб/	7	2	3, Ко
1.2.8	Подготовка к лабораторной работе №6. /Ср/	7	2	Ко
1.2.9	Изучение принципов построения защиты на основе микропроцессорного устройства Seram. /Лаб/	7	2	3, Ко
1.2.10	Подготовка к лабораторной работе №7 /Ср/	7	2	Ко
1.2.11	Изучение принципов построения защиты на основе микропроцессорного устройства СИРИУС. /Лаб/	7	2	3, Ко
1.2.12	Подготовка к практическому занятию. /Ср/	7	1	Ко
1.2.13	Выбор измерительных трансформаторов, как источников оперативного тока. /Пр/	7	1	К
1.3	Релейная защита ЛЭП. /Тема/	7	0	
1.3.1	Максимальные токовые защиты: принцип действия, алгоритмы функционирования измерительных органы защиты на различной элементной базе - электромагнитной, индукционной, полупроводниковой и цифровой. Схемы включения трансформаторов тока и измерительных органов защиты. Расчет параметров и оценка чувствительности защит. Область применения, достоинства и недостатки максимальных токовых защит. /Лек/	7	2	3, К
1.3.2	Токовые ступенчатые защиты. Принцип выполнения, расчет параметров, примеры схемных решений. Общая оценка токовых ступенчатых защит, область применения. Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению. Принцип действия, расчет параметров, область применения. /Лек/	7	2	3
1.3.3	Максимальная токовая направленная защита, назначение, структура. Измерительные органы защиты: индукционные, полупроводниковые и цифровые; характеристики и схемы включения. Структура токовой направленной защиты, расчет параметров. Недостатки защиты и возможные способы их устранения. Область применения защиты. /Лек/	7	2	3
1.3.4	Принципы выполнения защит от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью: требования к защите; электрические величины, используемые для действия защит; типы защит; фильтр токов нулевой последовательности; расчет параметров. /Лек/	7	2	3
1.3.5	Подготовка к лабораторной работе №8. /Ср/	7	2	Ко
1.3.6	Моделирование в MULTISIM релейных систем автоматического регулирования тока. /Лаб/	7	2	3, Ко
1.3.7	Оформление и отчет лабораторных работ. /Ср/	7	3	3, Ко
1.3.8	Подготовка к практическому занятию. /Ср/	7	2	Ко
1.3.9	Расчет и выбор МТЗ и ТО для защиты линии электропередачи. /Пр/	7	2	К
1.4	Защита трансформаторов. /Тема/	7	0	

1.4.1	Защиты трансформаторов от внутренних повреждений: токовая отсечка, дифференциальная защита, газовая защита. Причины погрешностей дифференциальной защиты, выбор тока срабатывания. Сравнительная оценка защит с торможением и без торможения. /Лек/	7	2	3, К
1.4.2	Защита трансформаторов от внешних замыканий: максимальная токовая защита, максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению, защита обратной последовательности, дистанционная защита, защита от внешних замыканий на землю. Защита от перегрузок. Рекомендации по выбору типа защит. Структурные схемы защит трансформатора /Лек/	7	2	3, К
1.4.3	Подготовка к практическому занятию. /Ср/	7	2	Ко
1.4.4	Расчет уставок и разработка схем защит двухобмоточного и трехобмоточного трансформаторов. /Пр/	7	2	3, Ко
1.5	Защита генераторов и двигателей. /Тема/	7	0	
1.5.1	Защиты генераторов от внутренних повреждений: продольная и поперечная дифференциальные защиты, защита от замыканий на землю. Защиты от внешних замыканий: максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению, токовая защита обратной последовательности, дистанционная защита. Защиты цепей возбуждения. Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты генератора. /Лек/	7	2	3
1.5.2	Защита электродвигателей от внутренних повреждений. Групповая защита минимального напряжения Особенности выполнения защиты от замыканий на землю. Защита от перегрузок. Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты электродвигателя. /Лек/	7	2	3, К
1.5.3	Подготовка к практическому занятию. /Ср/	7	2	Ко
1.5.4	Расчет уставок и разработка схем защиты крупных электродвигателей с номинальными напряжениями 6-10 кВ. /Пр/	7	2	3, Ко
1.6	Релейная защита шин станций и подстанций /Тема/	7	0	
1.6.1	Назначение, принцип действия. Дифференциальная токовая защита шин. Защита шин генераторного напряжения. /Лек/	7	2	3
1.7	АПВ, АВР, АЧР. Назначение, выбор параметров срабатывания. Согласование действия релейной защиты. /Тема/	7	0	
1.7.1	Автоматическое повторное включение на линиях электропередачи. Назначение. Выбор параметров срабатывания. Автоматическое включение резервного питания. Выбор параметров срабатывания. Автоматическая частотная разгрузка. /Лек/	7	1	3
1.7.2	Требования и общие принципы согласования защит. Порядок построения карты селективности. Согласования защит на базе различных типов защит. /Лек/	7	1	3
1.8	Контрольная работа /Тема/	7	0	
1.8.1	Выполнение контрольной работы /Ср/	7	12	К
1.8.2	Подготовка к текущему контролю успеваемости /Ср/	7	4	3, К
2	<b>Раздел 2. Промежуточная аттестация</b>			
2.1	Зачет с оценкой /Тема/	7	0	
2.1.1	Подготовка к зачету /Ср/	7	17.75	3
2.1.2	Контактная работа на зачете /КоРа/	7	0.25	

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, 3-зачет, ОП -отчет по практике, Зд-задание, Р-реферат.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

1. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины:  
ПК-3: Выполнение работ всех видов сложности по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации электротехнического оборудования предприятий  
Контролируемые разделы дисциплины - темы 1.1-1.7.

2 Показатели оценивания компетенций

ПК-3: контролируемые разделы - темы 1.1 - 1.7; оценочные средства - контрольная работа, контрольный опрос, зачет с оценкой.

### 3. Описание шкал оценивания

#### 3.1. Оценочное средство – Контрольная работа:

18,0 – 20,0 Контрольная работа выполнена на высоком уровне (расчет выполнен без ошибок, ответы на 90-100% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные).

14,0 – 17,0 Контрольная работа выполнена на хорошем уровне (имеются незначительные замечания, ответы на 75-90% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные).

10,0 – 13,0 Контрольная работа выполнена на удовлетворительном уровне (работа в целом соответствует предъявляемым требованиям, но имеются замечания, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные в 65-75% случаев).

менее 10,0 Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (работа отсутствует или выполнена с принципиальными отклонениями от предъявляемых требований, имеются серьезные ошибки, ответы на вопросы, задаваемые в процессе опроса, правильные менее, чем в 65 %)

#### 3.2. Оценочное средство – контрольный опрос (собеседование) по лабораторным работам\*:

5,0 – если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы по лекциям даны на 95–100 % вопросов

4,0 – если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 60–94 % вопросов

3,0 – если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 51–59 % вопросов

менее 3,0 – правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны менее чем на 50 % включительно

\*Примечание: Критерии и шкала оценивания за отчет одной выполненной лабораторной работы.

#### 3.3. Оценочное средство - зачёт:

Зачтено: Обучающийся по итогам трех контрольных периодов набрал 61...100 баллов.

Обучающийся выполнил все задания в полном объеме и отчитал лабораторные работы, выполнил контрольную работу, на вопросы (задания) для проверки уровня обученности знать, уметь и владеть дал верные или имеющие замечания и ошибки, но в целом верные ответы.

Не зачтено: Обучающийся по итогам трех контрольных периодов набрал менее 61 балла.

Обучающийся выполнил все задания в не полном объеме (или не выполнил) и не отчитал лабораторные работы, не выполнил контрольную работу, на вопросы (задания) для проверки уровня обученности знать, уметь и владеть дал не верные ответы или не ответил.

### 4. Примеры типовых контрольных заданий по каждому оценочному средству и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, опыта деятельности

#### 4.1. Контрольная работа

Контрольная работа включает в себя следующие основные разделы:

1. Расчет токов короткого замыкания электрической схемы электроснабжения.

2. Релейная защита воздушной ЛЭП 10 кВ от коротких замыканий и ненормальных режимов.

3 Релейная защита трансформаторов 10/0,4 кВ от внешних замыканий и перегрузок.

4. Релейная защита синхронного двигателя 10 кВ.

Требования к выполнению контрольной работы:

К выполнению контрольной работы обучающемуся следует приступать после изучения соответствующих разделов курса, разбора решения задач, рекомендованных в качестве примеров и самостоятельного решения подобных задач.

При выполнении контрольного задания рекомендуется придерживаться общих требований.

По оформлению.

1) Работа должна выполняться в виде пояснительной записки и оформляться черными или синими чернилами на листах писчей бумаги формата А-4 (297×210 мм) на одной стороне листа и удовлетворять требованиям стандартов ГОСТ Р 2.105-2019 и ГОСТ 7.32–91.

2) Работа должна быть сброшюрована и иметь титульный лист, страницы контрольной нумеруются, начиная с первого листа. Иллюстрации, таблицы, разделы, подразделы, формулы также должны иметь нумерацию.

3) Работа должна иметь буквенные обозначения, индексы и размерности каждого параметра в соответствии с Международной системой единиц (СИ).

4) Работа должна иметь ссылки на литературу, расчетные формулы, таблицы.

5) Графики, номограммы и рисунки, приводимые в ГРП, выполняются на миллиметровой бумаге и представляются в виде приложения.

6) При решении контрольной пояснить словами вычисляемую величину, привести соответствующую формулу, найти неизвестную величину в буквенном и числовом выражении и указать единицы размерности (невыполнение этого требования равносильно ошибке). Вычисление производить при помощи микрокалькулятора с точностью до трех значащих цифр.

По содержанию.

1) Согласно учебному плану выполняется одна контрольная работа. Варианты расчета электрохимической защиты определяются преподавателем.

2) Контрольная работа должна содержать исходное условие задачи по химзащите для своего варианта.

3) Обучающийся полностью несет ответственность за правильность расчетов и оформление работы. Сдавая оформленную работу на кафедру, студент обязан указать на титульном листе номер варианта (при несоблюдении этого требования работа не засчитывается и назад не возвращается).

4) В конце работы необходимо указать список использованной литературы и поставить подпись и дату.

5) На рецензию работа должна быть предоставлена в срок, установленный ведущим преподавателем.

Работа считается зачтенной, если обучающийся прошел собеседование. Если обучающийся не допущен к собеседованию и работа не зачтена, то он выполняет работу над ошибками в той же пояснительной записке после подписи рецензента,

добавляя необходимое количество листов.

Примерные вопросы, выносимые на защиту контрольной работы:

1. Назначение релейной защиты.
2. Для чего рассчитывают токи короткого замыкания?
3. От каких видов коротких замыканий строится защита МТЗ линии, трансформатора?
4. Принцип выбора уставок и реализации максимальной токовой защиты (МТЗ).
5. Принцип выбора уставок реле тока и времени для защиты электродвигателя от перегрузок.

Все необходимые методические материалы по выполнению контрольной работы изложены в:

СТО ДИВГ-059-2017. Релейная защита распределительных сетей 6-10 кВ. Расчет уставок. Методические указания. – НТЦ «Механотроника», 2017

СТО ДИВГ-046-2017. Терминалы релейной защиты синхронных и асинхронных электродвигателей 6–10 кВ. Расчет уставок. Методические указания. – НТЦ «Механотроника», 2017

#### 4.2. Контрольный опрос (собеседование).

Контрольный опрос - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выявление объема знаний обучающихся по определенному разделу после выполнения им лабораторной или работы. Примерные вопросы по собеседованию в зависимости от выполненной лабораторной работы и рекомендуемая литература для самостоятельной подготовки к отчету.

Вопросы к лабораторным работам.

Вопросы к лабораторной работе №1 "Изучение принципа действия электромагнитных реле тока и напряжения"

1. Что такое релейные устройства? Область их применения в системах электроснабжения.
2. Дайте классификацию электромагнитных реле.
3. Принцип действия электромагнитных реле различного типа (нейтральных, поляризованных и герконовых).
4. Что такое статическая характеристика электромагнитных реле?
5. Дать определение основных параметров электромагнитных реле.
6. Оценка быстродействия электромагнитных реле и способы его изменения.

Вопросы к лабораторной работе №2 "Изучение принципа действия индукционных реле тока и напряжения"

1. Объясните принцип действия индукционного реле.
2. Объясните, каким образом направление магнитного потока связано с направлением вращения диска индукционного реле. Сделайте рисунок.
3. От чего зависит скорость вращения диска индукционного реле?
4. Как определяется время срабатывания реле РТ–80 (90) с ограниченно–зависимой характеристикой времени срабатывания?
5. Как изменяется характеристика  $t_{ср} = f(I_p)$  реле РТ–80 (90) при изменении силы тока и времени срабатывания?
6. Каким образом регулируется ток срабатывания индукционного элемента, ток «отсечки» и время срабатывания реле тока РТ–80 (90)?
7. Каким образом минимизируется вибрация электромагнитного элемента (отсечки) реле РТ–80 (90)?
8. Какую функцию выполняет постоянный магнит у реле РТ–80 (90), что произойдет, если этот магнит убрать?

Вопросы к лабораторной работе №3 "Испытание электромагнитных реле тока и напряжения"

1. Какими способами регулируются ток и напряжение срабатывания у реле типов РТ-50 и РН-50 (ступенчато и плавно)?
2. По каким схемам проводятся испытания реле РТ-40 и РН-50?
3. Дайте определение максимальных и минимальных реле. Приведите примеры.
4. Как производится настройка реле на заданную уставку?
5. Как производится регулировка коэффициента возврата реле?
6. В чем состоит проверка работы контактов реле?
7. Каким испытаниям подвергались в лабораторной работе реле напряжения и тока? С какой целью?

Вопросы к лабораторной работе №4 "Испытание индукционных реле тока"

1. Каким образом регулируются параметры срабатывания реле типа РТ-80?
2. По каким схемам проводятся испытания реле РТ-80? В чем преимущество реостатной схемы?
3. Какие преимущества и недостатки использования РТ-80 по сравнению с реле РТ-40?
4. Каким образом получается ограниченно зависимая характеристика реле РТ-80?
5. Как действует токовая отсечка в реле РТ-80?
6. В чем разница между реле РТ-84 и РТ-85?
7. От чего зависит коэффициент возврата индукционной части реле РТ-80 и как он регулируется?
8. Что такое инерционный выбег реле?
9. Как изменится ток срабатывания отсечки, если при неизменной кратности отсечки Котс, ток уставки реле  $I_u$  увеличится, уменьшится?
10. Каким испытаниям подвергают реле РТ-80 и с какой целью?

Вопросы к лабораторной работе №5 "Испытание трансформаторов тока"

1. Какие требования предъявляются к трансформаторам тока в устройствах релейной защиты?
2. Назовите величины, входящие в паспортные данные трансформатора тока.
3. По каким признакам судят о пригодности трансформатора тока?
4. Почему нельзя размыкать вторичные цепи трансформатора тока, находящегося в работе?

5. Что такое коэффициент трансформации трансформатора тока?
6. Какие виды погрешностей регламентируются для ТТ?
7. Как производится маркировка выводов ТТ?
8. Что такое кривая намагничивания ТТ?
9. Что такое ВАХ ТТ и как ее получить?
10. Что называется предельной кратностью  $K_{10}$  и номинальной предельной кратностью  $K_{10}$  ном трансформатора тока?
11. Что такое ток намагничивания трансформатора тока?
12. С какой целью снимаются ВАХ трансформатора тока?
13. Что такое кривые предельной кратности и как ими пользоваться?
14. Что такое расчетный ток короткого замыкания?
15. В чем заключается проверка погрешности ТТ по паспортным данным?
16. В чем заключается проверка погрешности ТТ по фактической ВАХ?

Вопросы к лабораторной работе №6 "Изучение принципов построения защиты на основе микропроцессорного устройства Sepam"

1. Перечислите виды защит, реализованные в терминале Sepam40.
2. Каково назначение программы SFT 2841.
3. Назовите клавиши лицевой панели устройства Sepam40.
4. Какие характеристики срабатывания доступны к выбору в блоке Sepam40 у токовых защит?
5. Начертите функциональную схему работы токовых защит блока Sepam40.
6. Начертите функциональную схему работы защиты минимального напряжения блока Sepam40.
7. Начертите функциональную схему работы защиты максимального напряжения блока Sepam40.
8. Какую информацию можно получить при анализе осциллограмм?

Вопросы к лабораторной работе №7 "Изучение принципов построения защиты на основе микропроцессорного устройства СИРИУС"

1. Перечислите виды защит, реализованные в терминале СИРИУС-2-Л.
2. Каково назначение программы SFT 2841.
3. Назовите клавиши лицевой панели устройства СИРИУС-2-Л.
4. Какие характеристики срабатывания доступны к выбору в блоке СИРИУС-2-Л у токовых защит?
5. Начертите функциональную схему работы токовых защит блока СИРИУС-2-Л.
6. Начертите функциональную схему работы защит от ОЗЗ блока СИРИУС-2-Л.

Вопросы к лабораторной работе №8 "Моделирование в MULTISIM релейных систем автоматического регулирования тока"

1. Каким образом можно разместить необходимый компонент на рабочем поле? Как задать его характеристики?
2. Каким образом можно подключить вывод компонента к проводнику? Каким образом разорвать соединение?
3. Назовите элемент для образования в схеме узла соединения. Какие дополнительные функции он может выполнять?
4. Что такое подсхема, для чего она нужна, и как ее создать?
5. Как проводить анализ схемы?
6. Как осуществлять измерения с помощью осциллографа? С помощью мультиметра?
7. Как можно использовать функциональный генератор?

4.3 Изучение дисциплины 7 семестра заканчивается сдачей обучающимся зачета. Зачет проводится устно в виде собеседования по вопросам, составленным на основе вопросов к разделам изучаемой дисциплины. Зачет по дисциплине может проводиться в одной из двух форм – очной или дистанционной. Независимо от формы проведения, зачет включает предварительную часть и окончательное собеседование.

При проведении зачета в очной форме студенту выдается 2 вопроса из приведенного ниже перечня. На протяжении 30 минут студент кратко (конспективно) излагает в письменной форме ответы на вопросы. После написания ответа состоится собеседование, в ходе которого преподаватель уточняет отдельные элементы ответа и делает вывод о степени сформированности компетенций студента.

Примерные вопросы, выносимые на зачет:

1. Назначение релейной защиты. Заземление нейтрали в электрических сетях 6(10)-35кВ.
2. Виды повреждений и ненормальных режимов работы энергосистем.
3. Основные требования, предъявляемые к релейной защите.
4. Элементы устройств релейной защиты, реле и их разновидности.
5. Источники оперативного тока.
6. Первичные измерительные преобразователи в релейной защите и схемы их соединения с нагрузкой.
7. Максимальные токовые защиты: принцип действия, алгоритмы функционирования измерительных органов защиты на различной элементной базе - электромагнитной, индукционной, полупроводниковой и цифровой.
8. Схемы включения трансформаторов тока и измерительных органов защиты.
9. Расчет параметров и оценка чувствительности защит.
10. Область применения, достоинства и недостатки максимальных токовых защит.
11. Токовые ступенчатые защиты. Принцип выполнения, расчет параметров, примеры схемных решений.
12. Общая оценка токовых ступенчатых защит, область применения.
13. Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению. Принцип действия, расчет параметров, область применения.



14.	Максимальная токовая направленная защита, назначение, структура.
15.	Измерительные органы МТН защиты: индукционные, полупроводниковые и цифровые; характеристики и схемы включения.
16.	Структура токовой направленной защиты, расчет параметров.
17.	Недостатки МТН защиты и возможные способы их устранения. Область применения защиты.
18.	Принципы выполнения защит от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью: требования к защите; электрические величины, используемые для действия защит.
19.	Типы защит от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью.
20.	Фильтр токов нулевой последовательности; расчет параметров.
21.	Защиты трансформаторов от внутренних повреждений: токовая отсечка, дифференциальная защита, газовая защита.
22.	Причины погрешностей дифференциальной защиты, выбор тока срабатывания.
23.	Сравнительная оценка защит трансформаторов с торможением и без торможения.
24.	Защита трансформаторов от внешних замыканий.
25.	Защита трансформаторов от перегрузок.
26.	Рекомендации по выбору типа защит. Структурные схемы защит трансформатора.
27.	Защиты генераторов от внутренних повреждений: продольная и поперечная дифференциальные защиты, защита от замыканий на землю.
28.	Защиты генераторов от внешних замыканий.
29.	Защиты цепей возбуждения генераторов.
30.	Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты генератора.
31.	Защита электродвигателей от внутренних повреждений.
32.	Групповая защита минимального напряжения двигателей.
33.	Особенности выполнения защиты двигателей от замыканий на землю.
34.	Защита от перегрузок.
35.	Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты электродвигателя.
36.	Назначение, принцип действия релейной защиты шин.
37.	Дифференциальная токовая защита шин.
38.	Защита шин генераторного напряжения
39.	Автоматическое повторное включение на линиях электропередачи.
40.	Назначение АПВ. Выбор параметров срабатывания.
41.	Автоматическое включение резервного питания. Выбор параметров срабатывания.
42.	Автоматическая частотная разгрузка.
43.	Требования и общие принципы согласования защит.
44.	Порядок построения карты селективности.
45.	Согласования защит на базе различных типов защит.

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

### 6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,	Электронный адрес
Л1.1	Андреев В. А., Бондаренко Е. В.	Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения: [учеб. для вузов]	Москва: Высш. шк., 1975	
Л1.2	Андреев В. А., Фабрикант В. Л.	Релейная защита распределительных электрических сетей: учеб. для вузов	М.: Высш. шк., 1965	
Л1.3	Атабеков В. Б., Плетнев Л. Ф.	Релейная защита и автоматика	М.: Изд-во мин. ком. хоз. РСФСР, 1961	
Л1.4	Байтер И. И.	Релейная защита и автоматика питающих элементов собственных нужд тепловых электростанций	М.: Энергия, 1968	
Л1.5	Ванин В. К., Павлов Г. М.	Релейная защита на элементах вычислительной техники: [учеб. пособие]	Л.: Энергоиздат, 1991	
Л1.6	Ванин В. К., Павлов Г. М.	Релейная защита на элементах вычислительной техники: учеб. пособие	Л.: Изд-во ЛПИ, 1981	
Л1.7	Ванин В. К., Павлов Г. М.	Релейная защита на элементах вычислительной техники: учеб. пособие	Л.: ЛПИ, 1977	
Л1.8	Гельфанд Я. С., Голубев М. Л., Царев М. И.	Релейная защита и электроавтоматика на переменном оперативном токе	М.: Энергия, 1966	

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
Э2	Информационно-библиотечный центр ВолгГТУ
Э3	ГАРАНТ. Информационно-правовой портал

### 6.3 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	СДО "Moodle"
<b>6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)</b>	
6.3.2.1	Библиотека (НТБ)
6.3.2.2	Электронная информационная образовательная среда университета
6.3.2.3	ЭБС "Лань"
6.3.2.4	Научная электронная библиотека
6.3.2.5	ТЕХНОМАТИВ
6.3.2.6	Электронный каталог ИБЦ ВолгГТУ
6.3.2.7	Электронный каталог ИБЦ ИАиС

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ</b>	
7.1	1. Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации / Учебная мебель, учебная доска, интерактивная трибуна, проектор.
7.2	2. Аудитория для самостоятельной работы обучающихся / Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.3	3. Аудитория для проведения лабораторных работ / Учебная мебель, учебная доска, проектор, комплект лабораторного оборудования.

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>	
<p>Организация образовательного процесса по дисциплине регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачет (переаттестации ее части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).</p> <p>Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.</p> <p>Лабораторные занятия предполагают выполнение и отчет заданий по темам, рассмотренных на лекциях. Каждому лабораторному занятию предшествует самостоятельная подготовка обучающегося, включающая: ознакомление с содержанием лабораторной работы по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебной литературе, рекомендованной в методических указаниях.</p> <p>Практические занятия представляют собой систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первом занятии лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым. Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач. Каждому практическому занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: ознакомление с содержанием практического занятия по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к лабораторным работам и практическим занятиям, самостоятельное выполнение и оформление заданий контрольной работы.</p> <p>В течении семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине.</p> <p>Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов</p> <p>Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.</p> <p>В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.</p> <p>Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).</p> <p>Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств. Обучающимся с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких</p>	

студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.  
При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.