

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 08 » октября 2015г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очное

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
Седьмой	4/144	18	-	18	63	Экзамен -45 ч. Курсовой проект
Итого	4/144	18	-	18	63	Экзамен-45 ч. Курсовой проект

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются: приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надёжности и эффективности систем электроснабжения с помощью средств релейной защиты и автоматизации (РЗА); формирование способностей использовать технические средства РЗА при решении задач профессиональной деятельности бакалавров по профилю «Электроснабжение»; формирование готовности к обоснованию принятых технических решений с учётом экономических и экологических последствий их применения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения» относится к обязательным дисциплинам вариативной части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Дисциплина логически и содержательно-методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения.

Математические и естественно-научные дисциплины формируют «входные» знания, умения и готовности, необходимые для изучения РЗА: знания основных физических законов и методов математического анализа; умения обобщать и анализировать информацию, ставить цель и выбирать пути её достижения, выявлять физическую основу функционирования средств РЗА; готовность использовать компьютер как одно из средств освоения новой дисциплины; готовность к совершенствованию систем РЗА в экономическом и экологическом аспектах.

К числу дисциплин, наиболее тесно связанных с «РЗА», относятся «Теоретические основы электротехники», «Информационно-измерительная техника и электроника» и «Надёжность электроснабжения». В результате освоения этих дисциплин студенты приобретают необходимые для изучения РЗА знания основных законов электрических цепей, принципов обеспечения надёжного электроснабжения и элементной базы современных средств РЗА. Приобретают умения применять современные методы расчёта параметров электрических и электронных компонент средств РЗА в установившихся и переходных режимах; выполнять измерения электрических величин; собирать и налаживать средства РЗА. Овладевают программными средствами для решения задач РЗА и методиками экспериментального исследования технических средств РЗА.

Важную роль в подготовке к изучению дисциплины «РЗА» играют учебно-ознакомительная и производственная практики, а также научно-исследовательская

работа, в ходе которых студенты знакомятся с оборудованием РЗА электрических подстанций и промышленных предприятий. В свою очередь при изучении дисциплины **«Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения»** формируются «входные» знания, необходимые для освоения дисциплин **«Электропитающие системы и электрические сети»** и **«Эксплуатация систем электроснабжения»**, а также для подготовки выпускной квалификационной работы бакалавра.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать методы проектирования средств РЗА в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией при соблюдении технических, энергоэффективных и экологических требований (ПК-3), знать методики определения параметров оборудования РЗА (ПК-5) и расчёта режимов работы средств РЗА (ПК-6)
- 2) Уметь использовать технические средства для измерения и контроля параметров средств РЗА (ПК-8) и методики обработки результатов экспериментальных исследований средств РЗА (ПК-2), уметь проводить обоснование проектных решений в этой сфере (ПК-4), обеспечивать требуемые режимы и параметры по заданным методикам (ПК-7) и составлять и оформлять типовую техническую документацию (ПК-9).
- 3) Владеть способностями к коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранных языках (ОК-5), к работе в коллективе и толерантному восприятию социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий членов производственного коллектива (ОК-6), к самоорганизации и самообразованию в сфере энергетической электроники (ОК-7); способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований средств РЗА по заданной методике (ПК-1).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая СРС, и трудоёмкость в часах					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. зан.	Лаб. раб.	Курс.проект	С.Р.С.		
1	Введение в курс	7	1	1	-			3		
2	Основные понятия и принципы построения РЗА	7	1-4	3	-	4		12	3/43	
3	Токовые защиты в низковольтных сетях	7	5-8	4	-	4		12		Рейтинг-контроль
4	Элементная база релейной защиты	7	9-12	4	-	4		12	4/50	Рейтинг-контроль
5	Основные виды релейных защит высоковольтных сетей	7	13-16	4	-	4		12		
6	Автоматизированное управление в системах электроснабжения	7	17-18	2	-	2		12	2/50	Рейтинг-контроль
7	<b>ВСЕГО:</b>			18	-	18	КП	63	9/25	<b>ЭКЗАМЕН</b>

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и интерактивными досками, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов, общим количеством 45 шт. (Набор слайдов содержится в электронном приложении к рабочей программе).

5.2. Лабораторные работы по дисциплине «РЗА» в лаборатории № 518-3 выполняются на 4-х стендах, изготовленных сотрудниками кафедры ЭтЭн и 2-х компьютерных стендах, изготовленных ООО «Учебно- производственный центр «Учебная техника» ([www.electrolab.ru](http://www.electrolab.ru)). На этих стендах исследуются измерительные и вспомогательные реле, токовая отсечка, максимальная токовая защита и дифференциальная защита,

реализованные на электромеханических и электронных реле и на микроконтроллерах «LOGO-SIEMENS».

5.3. Самостоятельная работа может проводиться в компьютерном классе. Около 20% времени СРС занятий отведено на интерактивные формы обучения работе с техническими средствами РЗА. Для этого используются компьютерные симуляции настройки средств РЗА на следующих объектах электроэнергетики:

- высоковольтной ЛЭП;
- силовом трансформаторе;
- высоковольтном электродвигателе.

В ходе самостоятельных занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по средствам РЗА систем электроснабжения.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый в форме тестирования на 6-й, 12-й и 17-й неделе семестра. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

### **6.1. Рейтинг – контроль №1**

1. Как изменяется напряжение неповрежденных фаз при однофазном к.з. на землю?
  - а) не изменяется;
  - б) уменьшается в 3 раза;
  - в) увеличивается приблизительно в 1,73 раза.
2. Какие симметричные составляющие содержат токи нагрузки при обрыве одной из фаз?
  - а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
  - б) только нулевой и обратной последовательностей;
  - в) только обратной последовательности.
3. Каков режим нейтрали в электрических сетях 6-35 кВ?
  - а) изолированная нейтраль;
  - б) глухозаземлённая нейтраль;
  - в) воздушная нейтраль.

4. Каков режим нейтрали в электрических сетях 110-1150 кВ?
- а) компенсированная нейтраль;
  - б) с заземлением через резистор;
  - в) воздушная нейтраль.
5. Каков режим нейтрали в электрических сетях с напряжением менее 1000 В?
- а) изолированная нейтраль;
  - б) компенсированная нейтраль;
  - в) глухозаземлённая нейтраль.
6. Какие симметричные составляющие содержат токи трёхфазных коротких замыканий?
- а) прямой и обратной последовательностей;
  - б) только прямой последовательности;
  - в) только нулевой последовательности.
7. Какие симметричные составляющие содержат токи двухфазных коротких замыканий?
- а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
  - б) только прямой и обратной последовательностей;
  - в) только обратной последовательности.
8. Какие симметричные составляющие содержат токи однофазных коротких замыканий на землю?
- а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
  - б) только нулевой и обратной последовательностей;
  - в) только обратной последовательности.
9. Каковы особенности двойных к. з. на землю?
- а) на землю замкнута одна из фаз в двух разных точках сети;
  - б) на землю замкнуты две фазы в одной точке сети;
  - в) на землю замкнуты две фазы в разных точках сети.
10. Как изменяется напряжение неповрежденных фаз при однофазном к.з. на землю?
- а) не изменяется;
  - б) уменьшается в 3 раза;
  - в) увеличивается приблизительно в 1,73 раза.
11. Какие симметричные составляющие содержат токи нагрузки при обрыве одной из фаз?

- а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- б) только нулевой и обратной последовательностей;
- в) только обратной последовательности.

12. Что означает термин «селективность токовых защит»?

- а) нечувствительность к повреждениям вне защищаемой зоны;
- б) избирательность к типам реле;
- в) способность срабатывания только при угрозе крупной аварии.

13. Какие защиты относят к быстродействующим?

- а) с временем срабатывания не более 1 секунды;
- б) с временем срабатывания менее 0,1 секунды;
- в) все цифровые защиты.

14. Какова должна быть чувствительность максимальных токовых защит в зоне резервирования?

- а) максимально высокой;
- б) с коэффициентом чувствительности не менее 1,2;
- в) с коэффициентом чувствительности не менее 5.

15. Что означает термин «первичные измерительные токовые реле»?

- а) реле, которые первыми реагируют на к. з.;
- б) реле, которые подключаются к первичным обмоткам трансформаторов тока;
- в) реле, которые подключаются к защищаемому объекту без трансформаторов тока.

16. Что означает термин «измерительные реле прямого действия»?

- а) реле, выполняющие роль электромагнита отключения высоковольтного выключателя;
- б) реле с прямолинейным продольным перемещением якоря;
- в) реле, действующее «на сигнал».

17. К какой категории относятся токовые реле типа РТМ и РТВ?

- а) измерительные токовые максимальные прямого действия;
- б) промежуточные;
- в) измерительные токовые минимальные косвенного действия.

18. К какой категории относятся токовые реле типа РТ 40?

- а) измерительные токовые минимальные первичные;
- б) промежуточные;
- в) измерительные токовые максимальные вторичные.

19. Какие токовые реле относятся к индукционным?

- а) встроенные в индукционные счётчики электроэнергии;
- б) реле типа РТ 80 и РТ 90;
- в) реле типа РСТ.

20. Каково назначение реле времени токовых защит?

- а) для фиксирования момента возникновения коротких замыканий;
- б) для замедления действия токовых защит;
- в) для измерения временных интервалов между короткими замыканиями.

21. Как на принципиальных схемах обозначаются промежуточные реле?

- а) *KH*;
- б) *KL*;
- в) *KW*.

22. Каково назначение указательных реле?

- а) для указания места короткого замыкания;
- б) для фиксирования факта срабатывания защиты;
- в) для указания персоналу порядка устранения короткого замыкания.

## 6.2. Рейтинг – контроль №2

1. Каково назначение трансформаторов тока в устройствах релейной защиты?

- а) понижение напряжения;
- б) выполняют роль датчиков и источников электроэнергии;
- в) служат для ограничения токов короткого замыкания.

2. В какой форме записываются номинальные значения коэффициента трансформации трансформаторов тока?

- а) в виде двухзначного числа;
- б) в виде дроби, числитель которой – это количество витков вторичной обмотки, а знаменатель – первичной;
- в) в виде дроби, числитель которой – это номинальное значение тока в первичной обмотке, а знаменатель – во вторичной.

3. Каково максимальное допустимое значение токовой погрешности трансформаторов тока релейной защиты?

- а) 1%;
- б) 5%; в) 10%.



4. Для чего используются кривые предельной кратности трансформаторов тока?
- а) для определения мощности трансформаторов;
  - б) для оценки погрешности трансформаторов;
  - в) для расчёта площади поперечного сечения магнитопровода трансформатора.
5. Для чего служат фильтры токов нулевой последовательности?
- а) для очистки трансформаторного масла;
  - б) для выявления однофазных коротких замыканий;
  - в) для уменьшения пульсаций выпрямленного тока.
6. В каких сетях применяется двухрелейная схема МТЗ?
- а) в сетях с изолированной нейтралью;
  - б) в сетях с напряжением 110 и более кВ;
  - в) в сетях с глухозаземлённой нейтралью.
7. Для чего используются аккумуляторы в устройствах релейной защиты?
- а) в качестве источников оперативного тока;
  - б) для пуска ДВС;
  - в) для экономии электроэнергии.
8. Что означает буква **О** в буквенном обозначении марки трансформатора тока «ТПОЛ-10»?
- а) однофазный;
  - б) одновитковый;
  - в) опорный.
9. Что используется в качестве источников переменного оперативного тока релейной защиты?
- а) синхронные генераторы;
  - б) трансформаторы тока;
  - в) сельсины.

10. Какую роль выполняют в новых типах токовых защит тороиды Роговского и гальваномагнитные элементы?
- а) применяются в качестве датчиков тока;
  - б) служат для определения значений параметров электрического поля;
  - в) применяются как элементы крепежа трансформаторов тока.
11. Что означает формулировка «защита с независимой время-токовой характеристикой»?
- а) значение силы тока не зависит от времени;
  - б) время срабатывания не зависит от тока;
  - в) ток и время срабатывания не зависят от места возникновения короткого замыкания.
12. От чего зависит значение коэффициента самозапуска?
- а) от силы тока короткого замыкания;
  - б) от доли двигательной нагрузки;
  - в) от места возникновения короткого замыкания.
13. От каких токов отстраивается МТЗ?
- а) от максимальных рабочих токов;
  - б) от минимальных токов короткого замыкания;
  - в) от токов короткого замыкания вне основной зоны защиты.
14. От каких токов отстраивается токовая отсечка?
- а) от минимальных рабочих токов;
  - б) от максимальных токов короткого замыкания вне защищаемой зоны;
  - в) от токов короткого замыкания в начале защищаемой зоны.
15. От чего зависит значение коэффициента надёжности?
- а) от силы тока короткого замыкания;
  - б) от типа используемых реле тока;
  - в) от типа используемых реле времени.
16. Что такое карта селективности токовых защит?
- а) совокупность графиков время-токовых характеристик защит;

- б) карта местности, где установлены защиты;
- в) бланк со значениями токовых и временных уставок защит.

17. В чём заключается важнейший недостаток токовой отсечки без выдержки времени?

- а) низкое быстродействие;
- б) наличие «мёртвой» зоны;
- в) низкая селективность.

18. В чём заключается важнейший недостаток МТЗ?

- а) низкое быстродействие;
- б) наличие «мёртвой» зоны;
- в) низкая селективность.

19. Что означает термин «направленная токовая защита»?

- а) защита, реагирующая на к.з. только в определённом направлении;
- б) защита, которая устанавливается только в заданном направлении от подстанции;
- в) защита, направленная в сторону источника питания

20. Где устанавливаются направленные токовые защиты?

- а) только в начале линии;
- б) только в конце линии;
- в) в начале и конце линии.

### 6.3. Рейтинг – контроль №3

1. При каких значениях суммарного ёмкостного тока в соответствии с ПТЭЭСС допускается работа сети 6 кВ в режиме с изолированной нейтралью?

- а) не более 30 А;
- б) не менее 1 кА;
- в) не более 10 мА.

2. Что представляет собой дугогасящий реактор?

- а) катушку на ферромагнитном сердечнике;

- б) установку для обогащения урана;
  - в) элемент конструкции высоковольтного выключателя.
3. Как включается дугогасящий реактор?
- а) автоматически в дугогасящей камере;
  - б) между нейтралью трансформатора и «землёй»;
  - в) последовательно с кабельной линией.
4. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ измеряются токи нулевой последовательности?
- а) при заземлении нейтрали через резистор;
  - б) при изолированной нейтрали;
  - в) при компенсированной нейтрали.
5. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ используются высшие гармоники тока короткого замыкания?
- а) при глухозаземлённой нейтрали;
  - б) при изолированной нейтрали;
  - в) при компенсированной нейтрали.
6. Каково назначение вторичной обмотки трансформатора напряжения, соединённой по схеме «открытый треугольник»?
- а) выполняет роль фильтра напряжения нулевой последовательности;
  - б) служит для подключения счётчиков электроэнергии;
  - в) используется для питания потребителей собственных нужд.
7. В каких сетях применяются дистанционные защиты?
- а) в радиальных сетях;
  - б) в кольцевых сетях с одним источником;
  - в) в кольцевых сетях с несколькими источниками.
8. Для чего предназначены реле сопротивления?
- а) для измерения сопротивления заземления;
  - б) для работы в составе дистанционных защит;

- в) для измерения сопротивления изоляции кабельных линий.
9. Что лежит в основе принципа действия дифференциальных токовых защит?
- а) определение производной по времени тока к.з.;
  - б) сравнение токов в начале и конце линии;
  - в) дифференциальное исчисление.
10. Каково назначение согласующего трансформатора в дифференциальных защитах с сигнальным кабелем?
- а) для электрического питания защиты;
  - б) для обеспечения нужного режима работы трансформатора тока;
  - в) для защиты от импульсных перенапряжений.
11. В каком частотном диапазоне передаётся сигнал ВЧ защит?
- а) сотни герц;
  - б) десятки кГц;
  - в) десятки МГц.
12. Для чего служат высокочастотные заградители?
- а) для защиты территории подстанций от несанкционированного проникновения людей;
  - б) для защиты от импульсных перенапряжений;
  - в) для ограничения зоны распространения сигнала ВЧ защит.
13. В каком режиме работают высокочастотные заградители?
- а) при резонансе токов;
  - б) при резонансе напряжений;
  - в) в согласованном режиме.
14. Для чего служат фильтры присоединения?
- а) для обеспечения связи силовых и измерительных трансформаторов;
  - б) для передачи сигнала ВЧ защит;
  - в) для выбора высших гармонических составляющих тока промышленной частоты.

#### 6.4. Экзаменационные вопросы

1. Назначение устройств автоматики и релейной защиты систем электроснабжения.
2. Дифференциальная токовая защита. Область применения. Принцип действия.
3. Токовые защиты. Общие понятия. Основные требования.
4. Электромагнитные реле тока прямого действия. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
5. Повреждения и ненормальные режимы элементов систем электроснабжения.
6. Токовая направленная защита линий. Область применения. Принцип действия.
7. Повреждения и нормальные режимы элементов систем электроснабжения.
8. Токовая направленная защита линий. Область применения. Принцип действия.
9. Виды междуфазных коротких замыканий.
10. Классификация реле защит систем электроснабжения. Графические и буквенные обозначения.
11. Короткие замыкания на землю.
12. Индукционное реле. Типы. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
13. Предохранители с плавкими вставками. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
14. Защита электродвигателей от перегрузок.
15. Способы обеспечения селективности токовых защит на предохранителях.
16. Электромагнитные реле тока косвенного действия. Типы. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
17. Токовая защита с использованием автоматических выключателей.
18. Схемы соединения трансформаторов тока и токовых реле.
19. Реле времени. Основные типы. Конструкции. Параметры и характеристики.
20. Выбор установок МТЗ линий.
  
21. Реле времени типа РВМ.
22. Требования к чувствительности МТЗ линий. Способы повышения чувствительности.
23. Промежуточные реле. Назначение. Конструкции. Параметры и характеристики.
24. Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов. Применяемые защиты. Общая характеристика.
25. Промежуточные реле типа РП - 340.
26. Применение МТЗ для защиты трансформаторов.

27. Трансформаторы тока в устройствах релейной защиты. Основные параметры и характеристики.
28. Применение токовой отсечки для защиты трансформаторов.
29. Погрешности трансформаторов тока релейной защиты.
30. МТЗ линий. Область применения. Принцип действия. Основные параметры и характеристики.
31. Расчетные проверки трансформаторов тока релейной защиты.
32. МТЗ с пуском по напряжению. Принцип действия. Пример реализации.
33. Фильтры симметричных составляющих тока.
34. МТЗ на постоянном оперативном токе с зависимой и независимой характеристиками. Примеры реализации.
35. МТЗ на переменном оперативном токе с независимой характеристикой выдержки времени. Пример реализации.
36. Защита синхронных двигателей асинхронного режима.
37. Повреждения и ненормальные режимы работы электродвигателей. Применяемые типы защит. Общая характеристика.
38. МТЗ на переменном оперативном токе с зависимой характеристикой выдержки времени. Пример реализации.
39. МТЗ с реле прямого действия. Примеры реализации. Достоинства и недостатки.
40. Токовая защита нулевой последовательности силовых трансформаторов.
41. Трехступенчатая токовая защита линии на постоянном оперативном токе. Пример реализации.
42. Защита электродвигателей от многофазных коротких замыканий в статорной обмотке.

#### **6.5. Темы курсового проекта:**

- Разработка двухступенчатой релейной защиты с независимой время-токовой характеристикой на постоянном оперативном токе для воздушной ЛЭП-35 кВ.
- Разработка двухступенчатой токовой защиты с зависимой время-токовой характеристикой на переменном оперативном токе для воздушной ЛЭП-10 кВ.
- Разработка релейной защиты от однофазных коротких замыканий для кабельной линии 6 кВ.
- Разработка релейной защита силового трансформатора.
- Разработка релейной защиты высоковольтного электродвигателя.
- Разработка релейной защиты сборных шин электрической подстанции.

- Расчёт продольной дифференциальной защиты ЛЭП-110 кВ.
- Расчёт элементов высокочастотной защиты.
- Выбор время-токовых характеристик и уставок микропроцессорной защиты ЛЭП.

#### 6.6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Общая схема СРС по изучению дисциплины «РЗА» включает в себя следующие основные этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи;
- выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи;
- планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи;
- реализация программы выполнения самостоятельной работы;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы управленческих актов: слежение за ходом самостоятельной работы, самоконтроль промежуточных и конечного результатов работы, корректировка на основе результатов самоконтроля программы выполнения работы, устранение ошибок и их причины.

При изучении дисциплины «РЗА» можно выделить **два вида самостоятельной работы студентов:**

1) *аудиторная самостоятельная работа* (лабораторно-практические занятия, контрольные проверочные задания, работа с учебником, деловые игры и др.);

2) *внеаудиторная самостоятельная работа* (выполнение домашних заданий и творческих работ, выполнение курсовых и дипломных работ, подготовка к зачётам и экзаменам и др.

К числу важнейших форм внеаудиторной самостоятельной работы можно отнести следующее:

- **для овладения знаниями:** чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, в том числе, в электронном варианте): составление схем и таблиц по тексту, конспектирование текста; выписки из текста; работа со сло-



варями и справочниками, ознакомление с нормативными документами; учебно-исследовательская работа; использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.;

- **для закрепления и систематизации знаний:** работа с конспектом лекции (обработка текста); повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио- и видеозаписей); составление плана и тезисов ответа; составление таблиц для систематизации учебного материала; изучение нормативных материалов; ответы на контрольные вопросы; подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции; подготовка рефератов, докладов; составление библиографии, тематических кроссвордов; тестирование и др.;
- **для формирования умений:** решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; решение ситуационных производственных (профессиональных) задач; подготовка к деловым играм; проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности; рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

#### **6.7. Укрупнённый план СРС и последовательность изучаемых тем**

- Основные понятия и принципы построения РЗА – 1– 2 недели семестра.
- Повреждения и ненормальные режимы электрических сетей – 3-4 недели семестра.
- Предохранители и автоматические выключатели– 5-6 недели семестра.
- Устройства защитного отключения – 7-8 недели семестра.
- Селективность токовых защит– 9 -10 недели семестра.
- Элементная база релейной защиты – 11 – 12 недели семестра.
- Токовая отсечка – 12 неделя семестра.
- Максимальная токовая защита– 13-14 недели семестра.
- Дистанционная защита – 15 неделя семестра.
- Дифференциальная защита – 16 неделя семестра.
- Высокочастотная защита – 17 неделя семестра.
- Автоматизированное управление в системах электроснабжения – 18 неделя семестра.

В ходе самостоятельной работы по освоению дисциплины студенты имеют возможность использовать активные элементы электронных методических материалов, размещённых в электронной библиотеке кафедры ЭтЭн. По дисциплине «РЗА» в библиотеке размещены следующие материалы:

- рабочая программа дисциплины;
- тексты лекций;
- методические указания по выполнению лабораторных работ;
- тесты для рейтинг-контроля.

Эти же материалы имеются в достаточном количестве на бумажном носителе.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### 7.1. Основная литература

1. Гуревич В.И. Защита оборудования подстанций. М: Изд. дом МЭИ. 2016. -302 с.
2. Андреев В.А.\* Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высш. шк.- 639 с
3. Гуревич В.И. Микропроцессорные реле защиты. М: Изд. дом МЭИ. 2011. -336 с.
4. Шахнин В.А., Рощина С.И. \* Энергетическое обследование. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013, 139 с.
5. Шахнин В.А.\* Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения. Методические указания к курсовому проектированию Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015.- 79 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Захаров О.Г. Надёжность цифровых устройств релейной защиты. М: Изд. дом МЭИ. 2014.
2. Гуревич В.И. Устройства электропитания релейной защиты. М: Изд. дом МЭИ. 2013.288 с
3. Шахнин В.А.\* Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения. Методические указания к лабораторным работам. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2003.- 36 с.
4. Воронин П.А Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение.. Изд. 2-е, перераб. и дол. - М.: Издательский дом Додэка-XXI, 2005.- 384 с.

5. Анфимов В.В. Электронное оборудование электрической подстанции. М.: Изд. Дом «Додэка». 2014.- 408

### 7.3. Периодические издания

1. Журнал «Журнал «Релейная защита и автоматизация». Индекс ISSN 2225-644X.
2. Журнал «Электро»\*. Индекс ISSN0368-1025.
3. Журнал «Электричество»\*. Индекс ISSN1369-1435.

*\*Книги и журналы из фонда библиотеки ВлГУ*

### 7.4. Электронные издания и Интернет-ресурсы

1. Электронное средство обучения по дисциплине «РЗА» / Комплект из 45 слайдов. Составитель В.А. Шахнин. Акт внедрения электронного средства обучения от 12.12.2014 г. – Владимир: ВлГУ.
2. Микропроцессорные устройства управления энергетической электроники. НТЦ «Радиус-Автоматика» / Компьютерная презентация. – Зеленоград: НТЦ «Радиус-Автоматика» 2014г.
3. Вентильные силовые модули (г. Саранск) / Компьютерная презентация. – Саранск: ОАО «Электровыпрямитель», 2014г
4. [www.rza.ru/catalog](http://www.rza.ru/catalog)
5. [www.zelenograd.ru](http://www.zelenograd.ru)
6. [www.cheaz.ru](http://www.cheaz.ru)

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### 8.1. Лабораторное оборудование

Лабораторные занятия по дисциплине «РЗА» проводятся в специализированной лаборатории № 518-3. Лабораторные работы выполняются на 4-х стендах, изготовленных сотрудниками кафедры ЭтЭн и 2-х компьютерных стендах, изготовленных ООО «Учебно-производственный центр «Учебная техника» ([www.electrolab.ru](http://www.electrolab.ru)). На этих стендах исследуются измерительные и вспомогательные реле, токовая отсечка, максимальная токовая защита и дифференциальная защита, реализованные на электромеханических и электронных реле и на микроконтроллерах «LOGO-SIEMENS».

Все лабораторные стенды укомплектованы необходимыми средствами измерений: осциллографами, вольтметрами, амперметрами, частотомерами и фазометрами

цифровыми счётчиками. Приблизительно 30% лабораторного оборудования приобретено за последние 3 года.

Кроме того, в лабораториях имеется набор наглядных пособий, в числе которых 12 натуральных образцов средств РЗА и 8 плакатов.

## 8.2. Средства вычислительной техники и демонстрационное оборудование

1. Самостоятельные занятия проводятся в компьютерном классе кафедры ЭтЭн (лаб. 519-3; 16 компьютеров) с использованием специально разработанного программного обеспечения / Компьютерные симуляции. Составитель В.А. Шахнин. – Владимир: ВлГУ).

2. Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 517-3, 520-3; 522-3), с использованием комплекта слайдов (Электронное средство обучения по дисциплине «РЗА» / Комплект из 45 слайдов. Составитель В.А. Шахнин. – Владимир: ВлГУ).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил  
профессор каф. ЭтЭн, д.т.н.



В.А. Шахнин

Рецензент  
зав. сектором электроэнергетики  
ООО «ВП «МАГНИТ», к.т.н.



В.Н. Филинов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭтЭн

Протокол № 2 от 02 октября 2015 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  С.А. Сбитнев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Протокол № 2 от 02 октября 2015 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_  С.А. Сбитнев

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт архитектуры, строительства и энергетики

Кафедра электротехники и электроэнергетики

Актуализированная  
рабочая программа  
рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 14 от 24. 06. 2016 г.

Заведующий кафедрой  
 С.А. Сбитнев

**Актуализация рабочей программы дисциплины**

**«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очное

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

а) основная литература

Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев и др. - Красноярск: Сиб. 2012. - 68 с. - ISBN 978-5-7638-2555-8.
Антонов, С.Н. Проектирование электроэнергетических систем / Ставрополь, 2014. – 104 с. ISBN 978-5-7854-1509-8
Глазырин В. Е. Микропроцессорные релейные защиты блока генератор-трансформатор - Новосибир.: НГТУ, 2014. - 140 с.: ISBN 978-5-7782-2575-6
Электронная защита от токов короткого замыкания и автоматика в распределительных устройствах 6–10 кВ трансформаторных подстанций /КузнецовС.М. - Новосибир.: НГТУ, 2011. - 104 с.: ISBN 978-5-7782-1453-8
Шойко В. П. Автоматическое регулирование в электрических системах Новосибир.: НГТУ, 2012. - 195 с. ISBN 978-5-7782-1909-0

б) дополнительная литература

Электронная защита от токов короткого замыкания и автоматика в распределительных устройствах 6–10 кВ тяговых и трансформаторных подстанций/КузнецовС.М. - Новосибир.: НГТУ, 2010. - 104 с.: ISBN 978-5-7782-1453-8
Шахнин В.А. Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения. Методические указания к лабораторным работам. Владимир: Изд-во ВлГУ,.- 41 с.
Шахнин В.А. Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения. Методические указания к курсовому проектированию Владимир: Изд-во ВлГУ,.- 62 с.

Актуализацию выполнил  
профессор каф. ЭтЭн



В.А. Шахнин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.17 года  
Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.18 года  
Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 04.09.19 года  
Заведующий кафедрой Бадалян Н.П.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт архитектуры, строительства и энергетики  
Кафедра электротехники и электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

  
С.А. Сбитнев

«5» июля 2016 г.

Основание:  
решение кафедры

от «24» июня 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения»**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат



## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения (РЗА)» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль подготовки: электроснабжение.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение в курс	ОК-5, 6, 7	
2	Основные понятия и принципы построения РЗА	ОК-7, ПК-1, 5	Тесты
3	Токовые защиты в низковольтных сетях	ПК-2, 5, 6, 7	Тесты
4	Элементная база релейной защиты	ПК-1, 3, 4	Тесты,
5	Основные виды релейных защит высоковольтных сетей	ПК-2, 5, 6, 7	Тесты
6	Автоматизированное управление в системах электроснабжения	ПК-2, 5, 6, 7	Тесты

Комплект оценочных средств по дисциплине «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения», для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

### **Комплект оценочных средств по дисциплине «РЗА» включает:**

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:
  - тесты как система стандартизированных знаний, позволяющая провести процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся;
  - контрольные вопросы для защиты лабораторных работ;
  - контрольные вопросы для защиты курсовых проектов.
2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена:

— контрольные вопросы для проведения экзамена.

**Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения» при освоении образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

<i>ОК-5Способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия в сфере РЗА</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- основные термины РЗА на английском языке	- читать и понимать паспортные данные средств РЗА, изложенные на английском языке	- навыками изложения требований к РЗА на английском языке
<i>ОК-6Способность работать в коллективе при выполнении большого объема работ по РЗА, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- особенности проведения работ по РЗА одновременно несколькими операторами;	- выбирать и эксплуатировать комплексы средств РЗА	- навыками считывания и фиксации показаний комплексов средств РЗА
<i>ОК-7Способность к самоорганизации и самообразованию в сфере РЗА</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- требования нормативных документов к персоналу служб РЗА объектов электроэнергетики;  - основные положения технической политики холдингов МРСК и ФСК.в сфере РЗА	-пользоваться библиографическими источниками и ресурсами интернет для расширения знаний в сфере РЗА.	- навыками поиска и анализа информации Бюллетеня изобретений в сфере РЗА.

**ПК-1 Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике применения средств РЗА**

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики проведения экспериментальных исследований средств РЗА.	- экспериментально определять параметры средств РЗА	- навыками подключения и эксплуатации средств измерений и контроля РЗА

**ПК-2 Способность обрабатывать результаты измерительных экспериментов**

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики обработки результатов прямых и косвенных измерений с многократными наблюдениями.	-рассчитывать погрешности различных видов измерений	- навыками представления результатов измерительных экспериментов.

**ПК-5 Готовность определения значений параметров оборудования РЗА объектов электроэнергетики**

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики определения значений параметров оборудования РЗА объектов электроэнергетики	- выбирать и эксплуатировать средства измерений для комплексов РЗА	- навыками подключения средств измерений для комплексов РЗА

**ПК-6 Способность рассчитывать режимы работы оборудования РЗА объектов электроэнергетики**

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- алгоритмы расчёта режимов работы оборудования РЗА объектов электроэнергетики	- применять вычислительную технику для расчёта режимов работы оборудования РЗА объектов электроэнергетики	- навыками сравнительного анализа алгоритмов расчёта режимов работы оборудования РЗА объектов электроэнергетики

<p><i>ПК-7 Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры процессов производства, передачи и распределения электроэнергии с помощью средств РЗА.</i></p>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
<p>- методики обеспечения режимов и параметры процессов производства, передачи и распределения электроэнергии с помощью средств РЗА.</p>	<p>- выбирать и эксплуатировать комплексы средств РЗА для обеспечения требуемых режимов и параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.</p>	<p>- навыками подключения средств РЗА для обеспечения требуемых режимов и параметров процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.</p>
<p><i>ПК-3 Способность принимать участие в проектировании средств РЗА в соответствии тех. заданием и норм.-техн. документацией, соблюдая технические, энергоэффективные и экологические требования</i></p>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
<p>- методики проектирования средств РЗА для производства, передачи и распределения электроэнергии;</p> <p>- технические, энергоэффективные и экологические требования к средствам РЗА.</p>	<p>- выбирать САД – технологии в сфере РЗА в соответствии тех. заданием и норм.-техн. документацией, соблюдая технические, энергоэффективные и экологические требования</p>	<p>- навыками применения САД – технологии в сфере РЗА в соответствии тех. заданием и норм.-техн. документацией, соблюдая технические, энергоэффективные и экологические требования</p>

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине «РЗА»**

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «РЗА» предполагает тестирование и защиту лабораторных работ.

**Критерии оценки тестирования студентов**

<b>Оценка выполнения тестов</b>	<b>Критерий оценки</b>
<i>0,5 балла за правильный ответ на 1 вопрос</i>	<i>Правильно выбранный вариант ответа (в случае закрытого теста), правильно вписанный ответ (в случае открытого теста)</i>

**Регламент проведения мероприятия и оценивания**

<b>№</b>	<b>Вид работы</b>	<b>Продолжительность</b>
1.	Предел длительности тестирования (20 вопросов)	20-40 мин.
2.	Внесение исправлений	до 5 мин.
	Итого (в расчете на тест)	до 45 мин.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«РЗА»**

**Тесты к рейтинг-контролю №1**

1. Каков режим нейтрали в электрических сетях 6-35 кВ?
  - а) изолированная нейтраль;
  - б) глухозаземлённая нейтраль;
  - в) воздушная нейтраль.
  
2. Каков режим нейтрали в электрических сетях 110-1150 кВ?
  - а) компенсированная нейтраль;
  - б) с заземлением через резистор;
  - в) воздушная нейтраль.
  
3. Каков режим нейтрали в электрических сетях с напряжением менее 1000 В?
  - а) изолированная нейтраль;
  - б) компенсированная нейтраль;
  - в) глухозаземлённая нейтраль.
  
4. Какие симметричные составляющие содержат токи трёхфазных коротких замыканий?
  - а) прямой и обратной последовательностей;
  - б) только прямой последовательности;
  - в) только нулевой последовательности.
  
5. Какие симметричные составляющие содержат токи двухфазных коротких замыканий?
  - а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
  - б) только прямой и обратной последовательностей;
  - в) только обратной последовательности.
  
6. Какие симметричные составляющие содержат токи однофазных коротких замыканий на землю?
  - а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
  - б) только нулевой и обратной последовательностей;
  - в) только обратной последовательности.
  
7. Каковы особенности двойных к. з. на землю?
  - а) на землю замкнута одна из фаз в двух разных точках сети;

- б) на землю замкнуты две фазы в одной точке сети;  
в) на землю замкнуты две фазы в разных точках сети.
8. Как изменяется напряжение неповрежденных фаз при однофазном к.з. на землю?
- а) не изменяется;  
б) уменьшается в 3 раза;  
в) увеличивается приблизительно в 1,73 раза.
9. Какие симметричные составляющие содержат токи нагрузки при обрыве одной из фаз?
- а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;  
б) только нулевой и обратной последовательностей;  
в) только обратной последовательности.
10. Что означает термин «селективность токовых защит»?
- а) нечувствительность к повреждениям вне защищаемой зоны;  
б) избирательность к типам реле;  
в) способность срабатывания только при угрозе крупной аварии.
11. Какие защиты относят к быстродействующим?
- а) с временем срабатывания не более 1 секунды;  
б) с временем срабатывания менее 0,1 секунды;  
в) все цифровые защиты.
12. Какова должна быть чувствительность максимальных токовых защит в зоне резервирования?
- а) максимально высокой;  
б) с коэффициентом чувствительности не менее 1,2;  
в) с коэффициентом чувствительности не менее 5.
13. Что означает термин «первичные измерительные токовые реле»?
- а) реле, которые первыми реагируют на к. з.;  
б) реле, которые подключаются к первичным обмоткам трансформаторов тока;  
в) реле, которые подключаются к защищаемому объекту без трансформаторов тока.
14. Что означает термин «измерительные реле прямого действия»?
- а) реле, выполняющие роль электромагнита отключения высоковольтного выключателя;  
б) реле с прямолинейным продольным перемещением якоря;  
в) реле, действующее «на сигнал».

15. К какой категории относятся токовые реле типа РТМ и РТВ?
- а) измерительные токовые максимальные прямого действия;
  - б) промежуточные;
  - в) измерительные токовые минимальные косвенного действия.
16. К какой категории относятся токовые реле типа РТ 40?
- а) измерительные токовые минимальные первичные;
  - б) промежуточные;
  - в) измерительные токовые максимальные вторичные.
17. Какие токовые реле относятся к индукционным?
- а) встроенные в индукционные счётчики электроэнергии;
  - б) реле типа РТ 80 и РТ 90;
  - в) реле типа РСТ.
18. Каково назначение реле времени токовых защит?
- а) для фиксирования момента возникновения коротких замыканий;
  - б) для замедления действия токовых защит;
  - в) для измерения временных интервалов между короткими замыканиями.
19. Как на принципиальных схемах обозначаются промежуточные реле?
- а) *KH*;
  - б) *KL*;
  - в) *KW*.
20. Каково назначение указательных реле?
- а) для указания места короткого замыкания;
  - б) для фиксирования факта срабатывания защиты;
  - в) для указания персоналу порядка устранения короткого замыкания.

#### Тесты к рейтинг-контролю №2

1. Каково назначение трансформаторов тока в устройствах релейной защиты?
- а) понижение напряжения;
  - б) выполняют роль датчиков и источников электроэнергии;
  - в) служат для ограничения токов короткого замыкания.
2. В какой форме записываются номинальные значения коэффициента трансформации трансформаторов тока?
- а) в виде двухзначного числа;



- б) в виде дроби, числитель которой – это количество витков вторичной обмотки, а знаменатель – первичной;
- в) в виде дроби, числитель которой – это номинальное значение тока в первичной обмотки, а знаменатель – во вторичной.
3. Каково максимальное допустимое значение токовой погрешности трансформаторов тока релейной защиты?
- а) 1%;
- б) 5%;
- в) 10%.
4. Для чего используются кривые предельной кратности трансформаторов тока?
- а) для определения мощности трансформаторов;
- б) для оценки погрешности трансформаторов;
- в) для расчёта площади поперечного сечения магнитопровода трансформатора.
5. Для чего служат фильтры токов нулевой последовательности?
- а) для очистки трансформаторного масла;
- б) для выявления однофазных коротких замыканий;
- в) для уменьшения пульсаций выпрямленного тока.
6. В каких сетях применяется двухрелейная схема МТЗ?
- а) в сетях с изолированной нейтралью;
- б) в сетях с напряжением 110 и более кВ;
- в) в сетях с глухозаземлённой нейтралью.
7. Для чего используются аккумуляторы в устройствах релейной защиты?
- а) в качестве источников оперативного тока;
- б) для пуска ДВС;
- в) для экономии электроэнергии.
8. Что означает буква **О** в буквенном обозначении марки трансформатора тока «ТПОЛ-10»?
- а) однофазный;
- б) одновитковый;

- в) опорный.
9. Что используется в качестве источников переменного оперативного тока релейной защиты?
- а) синхронные генераторы;
  - б) трансформаторы тока;
  - в) сельсины.
10. Какую роль выполняют в новых типах токовых защит торы Роговского и гальваномагнитные элементы?
- а) применяются в качестве датчиков тока;
  - б) служат для определения значений параметров электрического поля;
  - в) применяются как элементы крепежа трансформаторов тока.
11. Что означает формулировка «защита с независимой время-токовой характеристикой»?
- а) значение силы тока не зависит от времени;
  - б) время срабатывания не зависит от тока;
  - в) ток и время срабатывания не зависят от места возникновения короткого замыкания.
12. От чего зависит значение коэффициента самозапуска?
- а) от силы тока короткого замыкания;
  - б) от доли двигательной нагрузки;
  - в) от места возникновения короткого замыкания.
13. От каких токов отстраивается МТЗ?
- а) от максимальных рабочих токов;
  - б) от минимальных токов короткого замыкания;
  - в) от токов короткого замыкания вне основной зоны защиты.
14. От каких токов отстраивается токовая отсечка?
- а) от минимальных рабочих токов;
  - б) от максимальных токов короткого замыкания вне защищаемой зоны;
  - в) от токов короткого замыкания в начале защищаемой зоны.

15. От чего зависит значение коэффициента надёжности?
- а) от силы тока короткого замыкания;
  - б) от типа используемых реле тока;
  - в) от типа используемых реле времени.
16. Что такое карта селективности токовых защит?
- а) совокупность графиков время-токовых характеристик защит;
  - б) карта местности, где установлены защиты;
  - в) бланк со значениями токовых и временных уставок защит.
17. В чём заключается важнейший недостаток токовой отсечки без выдержки времени?
- а) низкое быстродействие;
  - б) наличие «мёртвой» зоны;
  - в) низкая селективность.
18. В чём заключается важнейший недостаток МТЗ?
- а) низкое быстродействие;
  - б) наличие «мёртвой» зоны;
  - в) низкая селективность.
19. Что означает термин «направленная токовая защита»?
- а) защита, реагирующая на к.з. только в определённом направлении;
  - б) защита, которая устанавливается только в заданном направлении от подстанции;
  - в) защита, направленная в сторону источника питания
20. Где устанавливаются направленные токовые защиты?
- а) только в начале линии;
  - б) только в конце линии;
  - в) в начале и конце линии.

### Тесты к рейтинг-контролю №3

1. При каких значениях суммарного ёмкостного тока в соответствии с ПТЭЭСС допускается работа сети 6 кВ в режиме с изолированной нейтралью?
  - а) не более 30 А;
  - б) не менее 1 кА;
  - в) не более 10 мА.
  
2. Что представляет собой дугогасящий реактор?
  - а) катушку на ферромагнитном сердечнике;
  - б) установку для обогащения урана;
  - в) элемент конструкции высоковольтного выключателя.
  
3. Как включается дугогасящий реактор?
  - а) автоматически в дугогасящей камере;
  - б) между нейтралью трансформатора и «землёй»;
  - в) последовательно с кабельной линией.
  
4. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ измеряются токи нулевой последовательности?
  - а) при заземлении нейтрали через резистор;
  - б) при изолированной нейтрали;
  - в) при компенсированной нейтрали.
  
5. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ используются высшие гармоники тока короткого замыкания?
  - а) при глухозаземлённой нейтрали;
  - б) при изолированной нейтрали;
  - в) при компенсированной нейтрали.
  
6. Каково назначение вторичной обмотки трансформатора напряжения, соединённой по схеме «открытый треугольник»?
  - а) выполняет роль фильтра напряжения нулевой последовательности;
  - б) служит для подключения счётчиков электроэнергии;
  - в) используется для питания потребителей собственных нужд.

7. В каких сетях применяются дистанционные защиты?
- а) в радиальных сетях;
  - б) в кольцевых сетях с одним источником;
  - в) в кольцевых сетях с несколькими источниками.
8. Для чего предназначены реле сопротивления?
- а) для измерения сопротивления заземления;
  - б) для работы в составе дистанционных защит;
  - в) для измерения сопротивления изоляции кабельных линий.
9. Что лежит в основе принципа действия дифференциальных токовых защит?
- а) определение производной по времени тока к.з.;
  - б) сравнение токов в начале и конце линии;
  - в) дифференциальное исчисление.
10. Каково назначение согласующего трансформатора в дифференциальных защитах с сигнальным кабелем?
- а) для электрического питания защиты;
  - б) для обеспечения нужного режима работы трансформатора тока;
  - в) для защиты от импульсных перенапряжений.
11. В каком частотном диапазоне передаётся сигнал ВЧ защит?
- а) сотни герц;
  - б) десятки кГц;
  - в) десятки МГц.
12. Для чего служат высокочастотные заградители?
- а) для защиты территории подстанций от несанкционированного проникновения людей;
  - б) для защиты от импульсных перенапряжений;
  - в) для ограничения зоны распространения сигнала ВЧ защит.
13. В каком режиме работают высокочастотные заградители?

- а) при резонансе токов;
  - б) при резонансе напряжений;
  - в) в согласованном режиме.
14. Для чего служат фильтры присоединения?
- а) для обеспечения связи силовых и измерительных трансформаторов;
  - б) для передачи сигнала ВЧ защит;
  - в) для выбора высших гармонических составляющих тока промышленной частоты.
15. Как переводится на русский Active power relay ?
16. Как переводится на русский Anti-hunting relay?
17. Как переводится на русский Admissible interrupting current?
18. Как переводится на русский Automatic load-shedding control equipment?
19. Как переводится на русский Automatic loss-of-voltage tripping equipment?
20. Как переводится на русский Automatic reclosing control equipment?

#### **Регламент проведения и оценивания защиты лабораторных работ**

##### Оценка результатов защиты лабораторных работ

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «РЗА» предполагается выполнение лабораторных работ и их защита. Это позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

#### **Регламент проведения мероприятия**

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности ответа на контрольные вопросы по лабораторной работе	до 10 мин.
2.	Внесение уточнений в представленные ответы	до 3 мин.
3.	Комментарии преподавателя	до 2 мин.
	Итого (в расчете на одну лабораторную работу)	до 15 мин.

## Критерии оценки защиты лабораторной работы

Оценка	Критерии оценивания
5 баллов	обоснованно получены правильные ответы на все контрольные вопросы.
4 балла	получены правильные ответы на все контрольные вопросы, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений, и, возможно, приведшая к неверному ответу.
2 балла	получены частично правильные ответы на контрольные вопросы.
0 баллов	правильные ответы на контрольные вопросы отсутствуют.

### Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ

#### Лабораторная работа №1 «Измерительные реле тока и напряжения»

1. Каков принцип действия электромагнитного и индукционного реле?
2. Что такое коэффициент возврата реле, от чего он зависит и как можно регулировать его величину?
3. Чем отличаются характеристики срабатывания реле тока РТ-40 и РТ-80?
4. з-зачего наблюдается вибрация подвижной системы электромагнитных реле при питании их обмоток переменным током и как она устраняется?
6. Чем определяется время срабатывания и возврата промежуточных реле и каким образом можно воздействовать на этот параметр?
7. Какова конструкция реле переменного тока типов РП-340и РВМ?
8. Каков принцип действия поляризованного реле, магнитоэлектрического реле? Почему они реагируют на направление тока в обмотке?
9. Чем объясняется зависимость времени срабатывания индукционного реле типа РТ-80от тока в его обмотке?
10. Как изменяется вращающий момент в реле направления мощности при изменении угла сдвига фаз между подведенными к нему током и напряжением?
- 11..Электронные реле тока, напряжения, мощности, устройство и работа (РСТ, РСН, РСМ, РВО)
12. Для выполнения каких органов РЗ используются аналоговые ИМС, а для каких – цифровые?

13. Преимущества РЗ, выполненных на базе ИМС, по сравнению с электромеханическими реле.
14. Каков принцип действия реле с магнитоуправляемыми контактами, каковы его основные достоинства? 8. Как работают компаратор, пороговый элемент, триггер Шмидта?
15. Какие требования предъявляются к АЦП в схемах РЗ?

**Лабораторная работа №2 «Вспомогательные реле и измерительные трансформаторы токовых защит»**

1. Каково назначение промежуточных и указательных реле?
2. Чем определяется время срабатывания и возврата промежуточных реле и каким образом можно воздействовать на этот параметр?
3. Какова конструкция реле переменного тока типов РП-340 и РВМ?
4. Каков принцип действия поляризованного реле, магнитоэлектрического реле? Почему они реагируют на направление тока в обмотке?
5. Чем объясняется зависимость времени срабатывания индукционного реле типа РТ-80 от тока в его обмотке?
6. Как изменяется вращающий момент в реле направления мощности при изменении угла сдвига фаз между подведенными к нему током и напряжением?
7. Как можно сравнить две электрические величины по модулю?
8. Какие способы выполнения логических элементов Вы знаете?
9. Особенности цифровых терминалов РЗА и их настройка. Структурная схема цифровых (программных) защит. Требования к АЦП.
10. Каково назначение измерительных трансформаторов?
11. Как маркируются выводы обмоток измерительных трансформаторов?
12. Чем обусловлены погрешности трансформаторов и каким образом можно уменьшить их величину?
13. Что понимается под номинальным и витковым коэффициентами ТТ и в чем отличие между ними?
14. Как выбрать ТТ для питания релейной защиты?
15. Каковы достоинства и недостатки схем соединения ТТ?



### **Лабораторная работа № 3 «Максимальная токовая защита»**

1. Каковы функции релейной защиты и основные требования, предъявляемые к ней?
2. Каковы основные принципы построения защит, их структурное содержание?
3. Из каких органов состоит МТЗ, какова функциональная схема защиты?
4. Как выбираются ток срабатывания и время срабатывания МТЗ?
5. Как определить кч защиты при к.з. на защищаемом и резервируемом участках?
6. Каким образом обеспечивается селективность действия МТЗ с зависимыми характеристиками?
7. Как работает защита по схеме с дешунтированием катушек отключения выключателей?
8. Какова векторная диаграмма токов в месте установки защиты при двухфазном к.з. за трансформатором с соединением обмоток  $Y/\Delta$ , при однофазном к.з. за трансформатором с соединением обмоток  $Y/Y$  с заземленной нейтралью?
9. Каковы достоинства и недостатки МТЗ?
10. Особенности МТЗ с пуском по напряжению.
11. Особенности МТЗ с магнитными датчиками.
12. Цифровые токовые защиты, выпускаемые предприятиями России.
13. Как обеспечивается селективность действия мгновенной ТО?
14. С какой целью применяются неселективные ТО?
15. Как выбираются параметры срабатывания отсечки с выдержкой времени и какова зона их действия?

### **Лабораторная работа №4 «Релейная защита от замыканий на землю»**

1. На каком принципе работает токовая защита нулевой последовательности?
2. Как влияют на распределение  $3I_0$  схемы соединения обмоток и режимы работы нейтралей силовых трансформаторов?
3. В каких случаях применяются направленные токовые защиты нулевой последовательности?
4. Почему реле направления мощности нулевой последовательности не имеет мертвой зоны?

5. Как выбираются параметры срабатывания трехступенчатой токовой защиты (направленной) нулевой последовательности и как проверяется чувствительность различных ступеней защиты?
6. Каковы преимущества рассматриваемой защиты по сравнению с токовой защитой от междуфазных к.з.?
7. Какова область применения токовой защиты нулевой последовательности?
8. Как рассчитать ток  $3I_0$  при различных к.з. на землю?
9. Как определить  $3I_0$  в месте установки защиты при к.з. на землю в удаленной точке?
10. В чем заключается основная особенность защиты сетей с изолированной нейтралью?
11. Постройте векторные диаграммы токов и напряжений в нормальном режиме и при замыканиях на землю.
12. Какие принципы действия защит от замыканий на землю Вы знаете?
13. Какими недостатками обладают трехтрансформаторные фильтры токов  $3I_0$ ?
14. В чем преимущество однострансформаторных фильтров  $3I_0$ ?
15. На каких принципах основана защита от замыкания на землю в компенсированных сетях?

#### **Регламент проведения и оценивания защиты курсовых проектов**

##### Оценка результатов защиты лабораторных работ

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «РЗА» предполагается выполнение курсовых проектов и их защита. Это позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

#### **Регламент проведения мероприятия**

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности ответа на контрольные вопросы по курсовому проекту	до 10 мин.
2.	Внесение уточнений в представленные ответы	до 3 мин.
3.	Комментарии преподавателя	до 2 мин.
	Итого (в расчете на один курсовой проект)	до 15 мин.

### Критерии оценки защиты курсовой проект

Оценка	Критерии оценивания
5 баллов	Правильно выполнены ПЗ, чертёж и получены обоснованные правильные ответы на все контрольные вопросы.
4 балла	Правильно выполнен чертёж и получены правильные ответы на все контрольные вопросы, но нет достаточного обоснования ответов или в ПЗ допущены ошибки, не влияющие на правильную последовательность расчётов, и, возможно, приведшая к неверному результату.
2 балла	Есть ошибки в ПЗ и на чертеже и получены частично правильные ответы на контрольные вопросы.
0 баллов	Есть ошибки в ПЗ и на чертеже и правильные ответы на контрольные вопросы отсутствуют.

### Контрольные вопросы для защиты курсового проекта.

1. Как при выполнении курсового проекта выбирается ток срабатывания ТО на линиях с двусторонним питанием?
2. Каковы недостатки ТО и как они устраняются при выполнении курсового проекта в трехступенчатой токовой защите?
3. Почему при выполнении курсового проекта при расчете тока срабатывания как мгновенной ТО, так и ТО с выдержкой времени не учитывается квоз?
4. Как выбираются при выполнении курсового проекта параметры срабатывания всех ступеней трехступенчатой токовой защиты, как проверяется их чувствительность?
5. Каков принцип действия токовой направленной защиты?
6. Чем отличается при выполнении курсового проекта выбор тока срабатывания направленных защит (МТЗ и ТО) от ненаправленных?
7. В каких точках кольцевой сети с одним источником питания, а также сети с двусторонним питанием можно отказаться при выполнении курсового проекта от установки реле направления мощности?
8. Как при выполнении курсового проекта рассчитать выдержки времени направленных защит?
9. Чем обусловлено наличие мертвой зоны токовых направленных защит, как она рассчитывается, при каких видах к.з. возникает?
10. Какие источники оперативного тока применены при выполнении курсового проекта?

11. В чем заключаются достоинства и недостатки источников постоянного и переменного оперативного токов?
12. Какие требования предъявляют к источникам оперативного тока для полупроводниковых и цифровых защит?
13. Каково при выполнении курсового проекта назначение предохранителя и автомата?
14. Почему не удается всюду успешно применить предохранители и автоматы для защиты от к.з.?
15. Как при выполнении курсового проекта выбираются предохранители и автоматы?
16. Как при выполнении курсового проекта обеспечивается селективная работа предохранителей или автоматов?
17. Почему не допустим холостой ход для ТТ?
18. Как при выполнении курсового проекта определить расчетную нагрузку на ТТ?
19. Какие схемы соединения ТН применяются в релейной защите при выполнении курсового проекта?
20. Для чего при выполнении курсового проекта применяется контроль исправности цепей напряжения и как он осуществляется?
21. Как проверить ТТ по кривым предельной кратности?
22. Как можно получить симметричные составляющие тока или напряжения различной последовательности?
23. Как выглядит осциллограмма вторичного тока ТТ при глубоком насыщении (активная нагрузка)?
24. Почему ток во вторичной обмотке ТТ не зависит от нагрузки и в каких пределах это справедливо?
25. Какие схемы соединения ТТ непригодны для защиты трансформаторов со схемами соединения  $Y/$  и  $Y/Y$  с заземленной нейтралью?
26. Как устроены и работают фильтры тока и напряжения нулевой последовательности (ФТНП и ФННП)?
27. Как устроены согласующие преобразователи тока и напряжения?
28. Каковы виды повреждений и ненормальных режимов могут возникнуть в электрических сетях?
29. Каким образом можно исключить влияние токов, проходящих по броне кабелей, на работу защиты?

30. Как выглядят в комплексной плоскости сопротивлений характеристики срабатывания реле сопротивлений?
31. Объясните принципы выполнения реле сопротивления.
32. Каковы при выполнении курсового проекта особенности продольной дифференциальной защиты?
33. В чем заключается принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты линий?
34. Перечислите достоинства и недостатки дифференциальных защит, область использования.
35. Какие схемы включения дистанционных органов Вы знаете?
36. Какие основные органы имеет дистанционная защита?
37. Каково назначение пусковых органов дистанционной защиты?
38. Как обеспечивается селективность действия защиты при качаниях?
39. Как достигается селективность действия первой ступени защиты?
40. Что собой представляет вторая ступень дистанционной защиты и как выбираются ее уставки?
41. Как влияют промежуточные подпитки на величину сопротивления на зажимах дистанционного органа? Что такое коэффициент токораспределения?
42. Как выбираются уставки третьей ступени защиты?
43. Принципы работы цифровых дистанционных защит.
45. Как можно повысить чувствительность и отстроенность продольной дифференциальной токовой защиты?
46. Как выбирается  $I_{сз}$  рассматриваемых защит?
47. В чем заключается принцип действия поперечной дифференциальной токовой направленной защиты линий?
48. Каковы причины появления "мертвой" зоны и зоны каскадного действия поперечной дифференциальной направленной защиты?
49. Почему в поперечной дифференциальной направленной защите оперативный ток необходимо подводить через блок - контакты выключателей обеих защищаемых линий?
50. Может ли дифференциальная защита сработать при качаниях?

**Общее за семестр распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением)**

Рейтинг-контроль 1	Тест 10 вопросов	До 10 баллов
Рейтинг-контроль 2	Тест 10 вопросов	До 10 баллов
Рейтинг контроль 3	Тест 10 вопросов	До 15 баллов
Посещение занятий студентом		5 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)		5 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы, т. ч. защита лабораторных работ и курсового проекта		15 баллов

Максимальное количество баллов, которое студент может получить по результатам текущего контроля в соответствии с Положением составляет 60 баллов, если промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине «РЗА»**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена. Экзамен проводится по билетам, содержащим 2 вопроса. Студент пишет ответы на вопросы экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя, отчество студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы ответов должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Оценка в баллах	Оценка за ответ на экзамене	Критерии оценивания компетенций
30-40 баллов	«Отлично»	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.

		задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
20-29 баллов	«Хорошо»	Студент показывает твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
10 -19 баллов	«Удовлетворительно»	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, в целом, не препятствует усвоению последующего программного материала, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена на минимально допустимом уровне.
Менее 10 баллов	«Неудовлетворительно»	Студент не знает значительной части программного материала (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.

### **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «РЗА»**

#### **Экзаменационные вопросы**

1. Назначение устройств автоматики и релейной защиты систем электроснабжения.
2. Дифференциальная токовая защита. Область применения. Принцип действия.
3. Токовые защиты. Общие понятия. Основные требования.
4. Электромагнитные реле тока прямого действия. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
5. Повреждения и ненормальные режимы элементов систем электроснабжения.
6. Токовая направленная защита линий. Область применения. Принцип действия.
7. Повреждения и нормальные режимы элементов систем электроснабжения.
8. Токовая направленная защита линий. Область применения. Принцип действия.
9. Виды междуфазных коротких замыканий.

10. Классификация реле защит систем электроснабжения. Графические и буквенные обозначения.
11. Короткие замыкания на землю.
12. Индукционное реле. Типы. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
13. Предохранители с плавкими вставками. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
14. Защита электродвигателей от перегрузок.
15. Способы обеспечения селективности токовых защит на предохранителях.
16. Электромагнитные реле тока косвенного действия. Типы. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
17. Токовая защита с использованием автоматических выключателей.
18. Схемы соединения трансформаторов тока и токовых реле.
19. Реле времени. Основные типы. Конструкции. Параметры и характеристики.
20. Выбор установок МТЗ линий.
21. Реле времени типа РВМ.
22. Требования к чувствительности МТЗ линий. Способы повышения чувствительности.
23. Промежуточные реле. Назначение. Конструкции. Параметры и характеристики.
24. Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов. Применяемые защиты. Общая характеристика.
25. Промежуточные реле типа РП - 340.
26. Применение МТЗ для защиты трансформаторов.
27. Трансформаторы тока в устройствах релейной защиты. Основные параметры и характеристики.
28. Применение токовой отсечки для защиты трансформаторов.
29. Погрешности трансформаторов тока релейной защиты.
30. МТЗ линий. Область применения. Принцип действия. Основные параметры и характеристики.
31. Расчетные проверки трансформаторов тока релейной защиты.
32. МТЗ с пуском по напряжению. Принцип действия. Пример реализации.
33. Фильтры симметричных составляющих тока.
34. МТЗ на постоянном оперативном токе с зависимой и независимой характеристиками. Примеры реализации.
35. МТЗ на переменном оперативном токе с независимой характеристикой выдержки времени. Пример реализации.
36. Защита синхронных двигателей асинхронного режима.
37. Повреждения и ненормальные режимы работы электродвигателей. Применяемые типы защит. Общая характеристика.
38. МТЗ на переменном оперативном токе с зависимой характеристикой выдержки времени. Пример реализации.
39. МТЗ с реле прямого действия. Примеры реализации. Достоинства и недостатки.
40. Токовая защита нулевой последовательности силовых трансформаторов.
41. Трехступенчатая токовая защита линии на постоянном оперативном токе. Пример реализации.
42. Защита электродвигателей от многофазных коротких замыканий в статорной обмотке.



Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «РЗА» в течение семестра равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
74-90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
61-73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы