

**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 2015 г.

### 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	ЭКЗАМЕН

#### 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 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.

### 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

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 14 от 24. июня 2016 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 \_\_\_\_\_