

Министерство науки и высшего образования 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  
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

С.Н.Авдеев

« 30 » 08 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

ЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА И РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ  
(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

Оптимизация электроэнергетических сетей

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» является приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надёжности систем электроснабжения с помощью средств релейной защиты и автоматизации (РЗА).

Задачи:

- 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.
- формирование способностей использовать технические средства РЗА при решении задач профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-5. Способен выполнять сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности, а также составлять конкурентоспособные варианты технических решений.	ПК-5.1. Знает способы сбора и анализа данных для проектирования объектов профессиональной деятельности. ПК-5.2. Умеет составлять и отбирать конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности. ПК-5.1. Владеет способами сбора и анализа данных для проектирования объектов профессиональной деятельности.	<b>Знает</b> общие формы организации деятельности коллектива. способы сбора и анализа данных для проектирования объектов профессиональной деятельности. <b>Умеет</b> планировать командную работу, составлять и отбирать конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности. <b>Владеет</b> способами сбора и анализа данных для проектирования объектов профессиональной деятельности.	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание. Вопросы рейтинг контроля. Реферат.
ПК-6. Способен обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании	ПК-6.1. Знает способы обоснования выбора целесообразного решения при проектировании по технико-экономическим критериям.	<b>Знает</b> способы обоснования выбора целесообразного решения при проектировании по технико-экономическим критериям.	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание. Вопросы рейтинг контроля.

<p>объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>ПК-6.1. Умеет обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании по технико-экономическим критериям. ПК-6.2. Владеет методами решения задач оптимизации проектных решений по технико-экономическим критериям.</p>	<p><b>Умеет</b> планировать командную работу, обосновывать выбор целесообразного решения при проектировании по технико-экономическим критериям. <b>Владеет</b> методами решения задач оптимизации проектных решений по технико-экономическим критериям.</p>	<p>Реферат.</p>
<p>ПК-7. Способен подготавливать разделы проектной документации на основе типовых технических решений.</p>	<p>ПК-7.1. Знает методы разработки технической документации. ПК-7.1. Умеет применять методы разработки технической документации. ПК-7.2. Владеет нормативной базой и типовыми техническими решениями при составлении проектной документации.</p>	<p><b>Знает</b> общие формы организации деятельности коллектива. Способы сбора и анализа данных и методы разработки технической документации. <b>Умеет</b> планировать командную работу, составлять и отбирать конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности. <b>Владеет</b> способами сбора и анализа данных для проектирования объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание. Вопросы рейтинг контроля. Реферат.</p>
<p>ПК-8. Способен учитывать взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации объектов профессиональной деятельности.</p>	<p>ПК-8.1. Знает способы оценки эксплуатационных финансовых затрат. ПК-8.1. Умеет на этапе проектирования объектов профессиональной деятельности оценивать эксплуатационные финансовые затраты. ПК-8.2. Владеет способностями на этапе проектирования объектов профессиональной деятельности готовить предложения по их безаварийной и безопасной эксплуатации.</p>	<p><b>Знает</b> актуальные фундаментальные и прикладные проблемы передачи, распределения электроэнергии, и диагностики высоковольтного оборудования. Общие формы организации деятельности коллектива. Способы оценки эксплуатационных финансовых затрат <b>Умеет</b> анализировать состояние электрических систем применять современные методы расчёта электромагнитных полей, электрических и магнитных цепей. Планировать командную</p>	<p>Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание. Вопросы рейтинг контроля. Реферат.</p>

		<p>работу, составлять и отбирать конкурентоспособные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности.</p> <p><b>Владеет</b> навыками инженерного проектирования, эксплуатации, испытаний и ремонта элементов средств РЗА электроэнергетических систем.</p>	
--	--	---	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов

#### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение в курс	3	1	1					
2	Основные понятия и принципы построения РЗА	3	2-3	2	2			10	
3	Токовые защиты в низковольтных сетях	3	4-7	2	2			20	Рейтинг-контроль 1
4	Устройства защитного отключения низковольтных сетей	3	8-11	3	2			20	

5	Основные виды релейных защит высоковольтных сетей	3	12-15	2	4			22	Рейтинг-контроль 2
6	Автоматизированное управление. Электронные измерительные реле токовых защит в системах электроснабжения	3	16-18	2	2			12	Рейтинг-контроль 3
	Наличие в дисциплине КП/КР								
Всего за __3__ семестр: 144 часов				12	12			84	Экзамен 36 ч.

**Тематический план  
форма обучения –заочная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение в курс	3	1	1					
2	Основные понятия и принципы построения РЗА	3	2-3	1				15	
3	Токовые защиты в низковольтных сетях	3	4-7	1	2			20	
4	Устройства защитного отключения низковольтных сетей	3	8-11	1	2			20	
5	Основные виды релейных защит высоковольтных сетей	3	12-15	1	2			25	
6	Автоматизированное управление. Электронные измерительные реле токовых защит в системах электроснабжения	3	16-18	1	2			23	
	Наличие в дисциплине КП/КР								
Всего за __3__ семестр: 144 часов				6	8			103	Экзамен 27 ч.

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

- Раздел 1. Введение
- Раздел 2. Основные понятия и принципы построения РЗА
- Тема 2.1. Назначение релейной защиты и автоматики систем электроснабжения
- Тема 2.2. Требования, предъявляемые к релейной защите и автоматике
- Тема 2.3. Графические и буквенные обозначения на принципиальных схемах релейной защиты
- Раздел 3. Токовые защиты в низковольтных сетях
- Тема 3.1. Принцип действия и конструкции предохранителей с плавкими вставками
- Тема 3.2. Параметры и характеристики предохранителей
- Тема 3.3. Селективность токовых защит на предохранителях
- Тема 3.4. Принцип действия и конструкции автоматических выключателей
- Тема 3.5. Параметры и характеристики автоматических выключателей
- Раздел 4. Устройства защитного отключения низковольтных сетей
- Тема 4.1. Принцип действия и основные параметры устройств защитного отключения
- Тема 4.2. Конструктивное исполнение и классификация УЗО
- Раздел 5. Основные виды релейных защит высоковольтных сетей
- Тема 5.1. Классификация реле
- Тема 5.2. Требования к измерительным реле токовых защит
- Тема 5.3. Конструкции электромагнитных измерительных реле токовых защит
- Тема 5.4. Конструкции индукционных измерительных реле токовых защит
- Раздел 6. Автоматизированное управление. Электронные измерительные реле токовых защит
- Тема 6.1. Статистические реле тока серии РСТ 11- РСТ 14
- Тема 6.2. Статическое реле тока РТЗ 51
- Тема 6.3. Реле максимального тока серии РС40М
- Тема 6.4. Микропроцессорные реле максимального тока серии РС80М

### Содержание практических занятий по дисциплине

- Тема 1. Определить типы и назначение средств РЗА системы электроснабжения схема которой представлена на рисунке.
- Тема 2. Определить назначение, описать устройство и перечислить основные параметры устройств, представленных на рисунке
- Тема 3. Расчет уставок максимальной токовой защиты ВЛ 10 кВ
- Тема 4. Расчет трансформаторов тока
- Тема 5. расчета МТЗ с независимой характеристикой выдержки времени

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

**5.1. Текущий контроль успеваемости** осуществляются по следующему перечню контрольных вопросов

### Рейтинг – контроль №1

- Каков режим нейтрали в электрических сетях 6-35 кВ?
  - 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.



**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.

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

## **5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **Контрольные вопросы для экзамена**

- Назначение устройств автоматики и релейной защиты систем электроснабжения.
- Дифференциальная токовая защита. Область применения. Принцип действия.
- Токовые защиты. Общие понятия. Основные требования.
- Электромагнитные реле тока прямого действия. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
- Повреждения и ненормальные режимы элементов систем электроснабжения.
- Токовая направленная защита линий. Область применения. Принцип действия.
- Повреждения и нормальные режимы элементов систем электроснабжения.
- Токовая направленная защита линий. Область применения. Принцип действия.
- Виды междуфазных коротких замыканий.
- Классификация реле защит систем электроснабжения. Графические и буквенные обозначения.
- Короткие замыкания на землю.
- Индукционное реле. Типы. Конструкции. Основные параметры и характеристики.

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

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов выполняются в виде рефератов, темы которых приведены ниже

#### Темы рефератов

1. Основные понятия и принципы построения РЗА
2. Токовые защиты в низковольтных сетях
3. Элементная база релейной защиты

4. Токовые защиты в высоковольтных сетях
5. Автоматизированное управление в системах электроснабжения

В ходе практических занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по средствам автоматизированного анализа и управления в системах электроснабжения.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Ершов, А. М. Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ : учебное пособие для практических расчетов / А. М. Ершов. - 2-е изд., перераб. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 608 с. - ISBN 978-5-9729-0511-9.	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1168545">https://znanium.com/catalog/product/1168545</a>
2. Горемыкин, С. А. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / С.А. Горемыкин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 191 с. - ISBN 978-5-16-015743-6.	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1839650">https://znanium.com/catalog/product/1839650</a>
3. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / В.И. Бирюлин, А.Н. Горлов, Д.В. Куделина [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 197 с. - ISBN 978-5-16-015811-2.	2019	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1839649">https://znanium.com/catalog/product/1839649</a>
4. Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 300 с. - ISBN 978-5-9729-0505-8.	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1168586">https://znanium.com/catalog/product/1168586</a>
Дополнительная литература		
1. Ершов, А. М. Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ : учебное пособие для практических расчетов / А. М. Ершов. - 2-е изд., перераб. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 608 с. - ISBN 978-5-9729-0511-9.	2020	<a href="https://znanium.com/catalog/product/1168545">https://znanium.com/catalog/product/1168545</a>
2. Кузнецов, С. М. Электронная защита от токов короткого замыкания и автоматика в распределительных устройствах 6–10 кВ тяговых и трансформаторных подстанций/КузнецовС.М. - Новосибирск : НГТУ, 2010. - 104 с.: ISBN 978-5-7782-1453-8.	2010	<a href="https://znanium.com/catalog/product/546525">https://znanium.com/catalog/product/546525</a>
3. Ершов, Ю. А. Электроэнергетика. Релейная	2012	<a href="https://znanium.com/catalog/product/492">https://znanium.com/catalog/product/492</a>

защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев и др. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ISBN 978-5-7638-2555-		157
---	--	-----

## 6.2. Периодические издания

Периодический научно-технический журналы

- 1.«Электричество»
- 2.«Электротехника»

## 6.3. Интернет-ресурсы

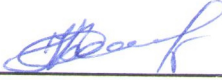
1. Электронное средство обучения по дисциплине «РЗА» / Комплект из 75 слайдов. Составитель В.А. Шахнин. Акт внедрения электронного средства обучения от 22.12.2008 г. – Владимир: ВлГУ.
2. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики НТЦ «Радиус-Автоматика» / Компьютерная презентация. – Зеленоград: НТЦ «Радиус-Автоматика».
3. Устранение аварийных режимов на объектах электроэнергетики с помощью средств РЗА / Компьютерные симуляции. Составитель В.А. Шахнин. – Владимир: ВлГУ.
4. [www.elvipr.ru](http://www.elvipr.ru)
5. [www.proel.ru](http://www.proel.ru)
6. [www.vei.ru](http://www.vei.ru)

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

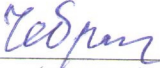
Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 520-3; 522-3), с использованием комплекта слайдов (Электронное средство обучения по дисциплине «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» Практические работы проводятся в компьютерном классе кафедры 519/3 и 518/3.


В ходе практических занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по средствам автоматизированного анализа и управления в системах электроснабжения.


Перечень используемого лицензионного программного обеспечения - программный комплекс для научных и инженерных расчетов MANLAB.

Рабочую программу составил д.т.н, профессор Бадалян Н.П.   
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент - начальник проектного отдела ООО МФ-Электро

Чебрякова Ю.С.   
(подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 30.08.2021 года  
Заведующий кафедрой ЭтЭн Н.П.Бадалян   
(ФИО, должность, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления \_\_\_\_\_  
Протокол № 1 от 30.08.2021 года  
Председатель комиссии Н.П.Бадалян   
(ФИО, должность, подпись)



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**

в рабочую программу дисциплины

**НАИМЕНОВАНИЕ**образовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность:  
наименование (указать уровень подготовки)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись**ФИО*