

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
Политехнический институт (филиал) государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К.  
Аммосова» в г. Мирном

Кафедра Электроэнергетики и автоматизации промышленного производства




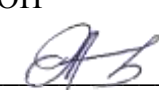
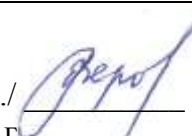
Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.17 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**

для программы бакалавриата  
по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Профиль: Электроэнергетика

Форма обучения: заочная

Автор: Волотковская Н.С., к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭиАПП, МПТИ(ф)СВФУ,  
volotkovska\_n@mail.ru

РЕКОМЕНДОВАНО Заведующий кафедрой разработчика __ЭиАПП__ Семенов А.С./  протокол № 8 от «8»апреля 2023 г.	ОДОБРЕНО Заведующий выпускающей кафедрой __ЭиАПП__ Семенов А.С./  протокол № 8 от «8»апреля 2023 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОП пройден Специалист УМО Титова Д.Я./  «24» апреля 2023 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОП Председатель УМС Константинова Т.П./  протокол УМС №7 от «11» мая 2023 г.		Эксперт УМС Ефремова В.А./  «11» мая 2023 г.

Мирный 2023 г.

**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.В.16 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**  
Трудоемкость 7 з.е.

**1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины**

**Цель освоения:** приобретение знаний об основах релейной защиты и автоматики в системах электроснабжения СЭС промышленных предприятий.

**Краткое содержание дисциплины:** Элементы релейной защиты. Назначение релейной защиты (РЗ) и требования, предъявляемые к ней. Статические измерительные и логические реле. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Исследование схем ТТ. Исследование схем ТН. Изучение конструкции и выбор электромагнитного реле. Изучение конструкции и выбор измерительных ТТ и ТН. Линейные и нелинейные измерительные преобразователи синусоидальных токов и напряжений. Релейная защита линий. Релейная защита двигателей и трансформаторов. Основные виды автоматики в системах электроснабжения объектов. Автоматическое повторное включение (АПВ). Схемы устройства АВР.

**1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ПК-1. Способен участвовать в проектировании и электрических станций и подстанций	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	<b>Знать:</b> теоретические основы релейной защиты и автоматики, методов расчёта параметров настройки устройств релейной защиты и автоматики элементов систем электроснабжения <b>Уметь:</b> проектировать компоненты систем релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем, работать над проектами систем релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем <b>Владеть:</b> навыками использования информационных	БРС

			технологий при проектировании средств релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем	
Тип задач профессиональной деятельности: проектный	ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации электрических станций и подстанций	ПК-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций ПК-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования	<b>Знать:</b> основы релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей, современную элементную базу релейной защиты и автоматики, принципы действия современных устройств релейной защиты и автоматики <b>Уметь:</b> составлять схемы для защиты от аварийных режимов трансформаторов, двигателей, линий электропередач, выполнять расчёт установок релейной защиты <b>Владеть:</b> сопоставлением и анализом особенностей функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики, усовершенствованием существующих схем релейной защиты и автоматики, методиками проверки и настройки основных типов релейных защит	БРС

**1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Код дисциплины	Название дисциплины	семестр изучения	Коды и наименование учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной учебной дисциплины	для которых содержание данной дисциплины выступает опорой
Б1.В.17	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем	9	Б1.О.18 Теоретические основы электротехники Б1.О.21 Теоретическая механика Б1.О.23 Электрические машины Б1.В.07 Общая энергетика Б1.В.08 Электробезопасность Б1.В.09 Переходные процессы	Б1.В.14 Техника высоких напряжений Б1.В.21 Основы расчета и проектирования электроснабжения предприятий Б2. Практики Б3. ГИА

**1.4. Язык преподавания:** русский

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана:

Индекс и наименование дисциплины по учебному плану	<b>Б1.В.17 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем</b>	
Курс изучения	5	
Семестр(ы) изучения	9	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен, КР	
Курсовой проект/ курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения	-	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	7	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	<b>252</b>	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	19	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	4	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	8	
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	8	
- лабораторные работы		
- практикумы		
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	7	
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	<b>224</b>	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	<b>9</b>	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах								Часы СРС	
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ		КСР (консультации)
Тема 1. Введение. Элементы устройств релейной защиты и автоматики.		1		2						1	56
Тема 2. Токовые защиты.		1		2						2	56
Тема 3. Защита линий электропередачи.		1		2						2	56
Тема 4. Защита элементов станций, подстанций и потребителей.		1		2						2	56
Всего часов		4		8						7	224

#### 3.2. Содержание тем программы дисциплины

##### Тема 1. Введение. Элементы устройств релейной защиты и автоматики.

В результате изучения темы обучающиеся должны знать назначение, функции и принципы действия РЗ и А; уметь определять основные элементы РЗ и А.

##### Тема 2. Токовые защиты.

В результате изучения темы обучающиеся должны знать наиболее распространенные типы токовых защит; уметь определять токи уставок срабатывания, коэффициенты чувствительности, выдержки времени срабатывания.

##### Тема 3. Защита линий электропередачи.

В результате изучения темы обучающиеся должны знать назначение и принцип работы АПВ в линиях электропередачи с односторонним и двухсторонним питанием; уметь определять время срабатывания АПВ и строить временные диаграммы.

##### Тема 4. Защита элементов станций, подстанций и потребителей.

В результате изучения темы обучающиеся должны знать назначение и принцип работы защиты элементов станций, подстанций и потребителей; уметь выбрать необходимые типы РЗ и А данных объектов и согласовать во времени их работу.

### 3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе чтения лекций используется традиционное обучение (классно-урочная система) с применением презентаций, содержащих текстовую и графическую информации. На практических занятиях – используются тестовые программы для закрепления и контроля знаний, а так же электронные обучающие тетради.

### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<sup>2</sup> обучающихся по дисциплине

1. Подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям.
2. Самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов) в соответствии со структурой дисциплины (модуля), составление конспектов.
3. Самостоятельное выполнение лабораторных и практических работ.
4. Подготовка к тестированию, аудиторной контрольной работе
5. Выполнение домашних заданий
6. Подготовка к экзаменационному тестированию.

#### Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Тема 1. Введение. Элементы устройств релейной защиты и автоматики.	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание	20	Самоконтроль
		РГР №1	20	Текущий контроль. Баллы БРС
		Подготовка ответов на контрольные вопросы	16	Самоконтроль
2	Тема 2. Токовые защиты.	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание	20	Самоконтроль
		РГР №2	20	Текущий контроль. Баллы БРС
		Подготовка ответов на контрольные вопросы	16	Самоконтроль
3	Тема 3. Защита линий электропередачи.	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание	20	Самоконтроль
		РГР №3	20	Текущий контроль. Баллы БРС
		Подготовка ответов на контрольные вопросы	16	Самоконтроль
4	Тема 4. Защита элементов станций, подстанций и потребителей.	Работа с конспектом лекций, заучивание и запоминание	20	Самоконтроль
		РГР №4	20	Текущий контроль. Баллы БРС
		Подготовка к экзаменационному тесту	16	Самоконтроль
	Всего часов		224	

<sup>2</sup> Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

### Лабораторные работы или лабораторные практикумы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Элементы устройств релейной защиты и автоматики.	Изучение устройств РЗ и А на электромеханической элементной базе.	2	Текущий контроль. Баллы БРС
2	Токовые защиты	Изучение схем системной и сетевой автоматики на традиционной элементной базе	2	Текущий контроль. Баллы БРС
3	Защита линий электропередачи.	Изучение индукционного токового реле серии РТ-80	2	Текущий контроль. Баллы БРС
4	Защита элементов станций, подстанций и потребителей.	Изучение и исследование функциональных возможностей микропроцессорных токовых модулей серии <b>УЗА-10А.2</b> на базе реальных параметров электрической сети 6-10кВ с вакуумными выключателями ВВВ-10-4/400-У2	2	Текущий контроль. Баллы БРС
	Всего часов		8	

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Правила устройства электроустановок.-Новосибирск:Сиб.унив.изд-во,2009.-853 с.
- 2.Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения:Учеб.для вузов.-М.: Высш.шк., 2006.- 639 с.

#### Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Экзамен		
Посещение лекций 6 лекций	12	20
Посещение практик 6 практических занятий	9	10
РГР №1	3	5
Контрольный тест	3	5
РГР №2	3	5
Контрольный тест	3	5
РГР №3	3	5
Контрольный тест	3	5
РГР №4	3	5



Экзаменационный тест	3	5
Количество баллов для допуска к экзамену (min - max)	45	70

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Шкалы оценивания уровня сформированности компетенций/элементов компетенций		
			Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ПК-1.	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентноспособные варианты технических решений ПК-1.2. Обосновывает выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений ПК-1.4. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	<p><b>Знать:</b> теоретические основы релейной защиты и автоматики, методов расчёта параметров настройки устройств релейной защиты и автоматики элементов систем электроснабжения</p> <p><b>Уметь:</b> проектировать компоненты систем релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем, работать над проектами систем релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем</p> <p><b>Владеть:</b> навыками использования информационных технологий при проектировании средств релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем</p>	Высокий	Студент твердо знает теоретические основы релейной защиты и автоматики, методы расчёта релейной защиты и автоматики элементов систем электроснабжения, умеет самостоятельно проектировать компоненты систем релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем, владеет навыками информационных технологий при проектировании РЗА	отлично
			Базовый	Студент хорошо знает теоретические основы релейной защиты и автоматики, методы	хорошо

				<p>расчёта релейной защиты и автоматики элементов систем электроснабжения, умеет проектировать компоненты систем релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем, частично владеет навыками информационных технологий при проектировании РЗиА</p>	
			Минимальный	<p>Студент знает теоретические основы релейной защиты и автоматики, методы расчёта релейной защиты и автоматики элементов систем электроснабжения, умеет проектировать компоненты систем релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем, но имеются ошибки,</p>	удовлетворительно
			Не освоены	<p>Студент не знает теоретические основы релейной защиты и автоматики, методов</p>	неудовлетворительно

				расчёта параметров настройки устройств релейной защиты и автоматики элементов систем электроснабжения	
ПК-2.	<p>ПК-2.1. Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования электростанций</p> <p>ПК-2.2. Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электростанций и подстанций</p> <p>ПК-2.3. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования</p>	<p><b>Знать:</b> основы релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей, современную элементную базу релейной защиты и автоматики, принципы действия современных устройств релейной защиты и автоматики</p> <p><b>Уметь:</b> составлять схемы для защиты от аварийных режимов трансформаторов, двигателей, линий электропередач, выполнять расчёт установок релейной защиты</p> <p><b>Владеть:</b> сопоставлением и анализом особенностей функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики, усовершенствованием существующих схем релейной защиты и автоматики, методиками проверки и настройки основных</p>	Высокий	Студент твердо знает основы релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей, современную элементную базу релейной защиты и автоматики, принципы действия современных устройств релейной защиты и автоматики, умеет составлять схемы и владеет сопоставлением и анализом особенностей функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики	отлично
			Базовый	Студент хорошо знает основы релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторо	хорошо

		типов релейных защит		в, двигателей, современную элементную базу релейной защиты и автоматики, принципы действия современных устройств релейной защиты и автоматики, умеет составлять схемы и владеет сопоставлением и анализом особенностей функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики	
			Минимальный	Студент знает основы релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей, современную элементную базу релейной защиты и автоматики, принципы действия современных устройств релейной защиты и автоматики, но не умеет составлять схемы	удовлетворительно
			Не освоены	Студент не знает основы релейной защиты и	неудовлетворительно

				автоматики линий электропередач, трансформаторо в, двигателей, современную элементную базу релейной защиты и автоматики, принципы действия современных устройств релейной защиты и автоматики	
--	--	--	--	---	--

## 6.2. Примерные контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Собеседование - средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Примерный тест

1. Назначение основных реле в схемах РЗ и А

А. срабатывают при отклонении параметров электроэнергии от допустимых значений.

В. замыкают контакты при срабатывании реле сигнализации.

С. обеспечивают селективность действия РЗ и А.

Д. подчиняются командам не основных реле.

Е. обеспечивают надежность действия защиты

2. Работа с частотой 48,5 Гц не должна быть более...

А. 5-10 с;

В. 10-15 с;

С. 15-20 с;

Д. 20-30 с;

Е. 60с.

3. Работа с частотой 47 Гц не должна быть более...

А. 10 с;

В. 15 с;

С. 20 с;

Д. 30с;

Е. 40 с.

4. Нельзя допускать даже кратковременного снижения частоты ниже ...

А. 48 Гц

В. 49 Гц

С. 48,5 Гц

Д. 45 Гц

Е. 47 Гц.

5. Коэффициент схемы - это...

А. отношение тока в обмотке реле к номинальному току вторичной обмотки трансформатора тока;

В. отношение тока в обмотке реле к номинальному току вторичной обмотки трансформатора напряжения;

С. отношение тока вторичной обмотки трансформатора тока к току в обмотке реле;

Д. отношение тока первичной обмотки трансформатора тока к току в обмотке реле;

Е. отношение тока в обмотке реле к номинальному току первичной обмотки трансформатора тока

6. Какое реле является основным элементом схемы АПВ:

А. РТ-40;

В. ИВЧ-011;

С. РПВ-58;

Д. ДЗТ-21;

Е. РБМ.

7. Способность защиты отключать при к.з. только поврежденный участок это:

А. чувствительность;

В. селективность;

С. быстродействие;

Д. надежность;

Контрольный тест:

<b>3. Основы релейной защиты и автоматики ЭЭС</b>
<b>3.1. Основные сведения по релейной защите и автоматике.</b>
<p>Выберите режимы работы измерительных преобразователей синусоидального тока в схемах релейной защиты и автоматики.</p> <p>а) режим холостого хода,          б) режим короткого замыкания ,          в) режим холостого хода и короткого замыкания,          г) установившийся режим работы.</p>
<p>В каких сетях рекомендуется трехфазная релейная схема МТЗ на оперативном постоянном токе?</p> <p>а) в сетях с глухозаземленной нейтралью 110 кВ и выше,          б) в сетях с изолированной нейтралью 6 и 35 кВ,          в) в сетях 6,35 и 110 кВ,          г) в сетях 0,4 кВ.</p>
<p>Какие электрические элементы используются в фильтрах токов обратной последовательности?</p> <p>а) активное сопротивление,          б) реактивное сопротивление,          в) емкостное сопротивление,          г) активно-емкостные сопротивление .</p>
<p>Основные технические требования к релейной защите и автоматике.</p> <p>а) надежность и быстродействие.          б) селективность.          в) чувствительность.          г) Все вышеперечисленные .</p>
<p>Чему равен коэффициент возврата <math>K_{воз}</math> реле РТ-40?</p> <p>а) <math>K_{воз} = 0,85</math>,          б) <math>K_{воз} = 1</math>,          в) <math>K_{воз} = 1,05</math>,          г) <math>K_{воз} = 1..1,2</math>.</p>
<p>Функции каких реле выполняют индукционные реле типа РТ-80?</p> <p>а) двух токовых реле,          б) реле времени,          в) реле указательное,          г) функции всех вышеперечисленных реле.</p>
<p>Как включаются реле мощности в 90°- градусной схеме защиты?</p> <p>а) фазный ток: <math>I_A - U_{BC}; I_B - U_{CA}; I_C - U_{AB}</math>,          б) фазный ток: <math>I_A - U_{AB}; I_B - U_{BC}; I_C - U_{CA}</math>,          в) фазный ток: <math>I_A - U_{CA}; I_B - U_{AB}; I_C - U_{BC}</math>,          г) нет верного ответа.</p>
<p>Какая релейная защита имеет относительную селективность:</p> <p>а) максимальная токовая защита с выдержкой времени,          б) токовые отсечки,          в) максимальная токовая, токовая направленная и дистанционная защита,          г) токовая отсечка и дифференциальная защита.</p>
<p>Какие аномальные режимы работы возникают в период эксплуатации электрических систем?</p> <p>а) различного рода перегрузки (технологические, отключения параллельных линий и прочее),          б) понижение и повышение напряжения, частоты в энергосистеме,          в) неполнофазный режим и однофазные замыкания на землю в сетях с</p>

<p>изолированной нейтралью,</p> <p>г) выделение газа во время разложения масла в трансформаторе, а также режимы указанные выше .</p>
<p>Для какой цели необходимы первичные измерительные преобразователи напряжения в схемах релейной защиты.</p> <p>а) обеспечение изоляции цепей напряжения измерительных органов от высокого напряжения и расширения границ использования отдельных вторичных аппаратов и приборов,</p> <p>б) для включения в защищаемый круг обмоток напряжения вторичных реле, а также в качестве источников оперативного тока,</p> <p>в) получения независимо от номинального первичного напряжения стандартных значений номинальных вторичных напряжений 100, <math>100/\sqrt{3}</math> 100/3 В,</p> <p>г) для всех целей, указанных выше.</p>
<p><b>3.2. Защита линий электропередач.</b></p>
<p>Как определяется ток срабатывания МТЗ?</p> <p>а) <math>I_{м.з} = \frac{K_n \cdot K_{с.з} \cdot I_{р.макс}}{K_{воз}}</math>,</p> <p>б) <math>I_{м.з} = \frac{K_n \cdot I_{р.макс}}{K_{воз}}</math>,</p> <p>в) <math>I_{м.з} = \frac{K_n \cdot K_{с.з} \cdot I_{р.макс}}{K_f}</math>,</p> <p>г) <math>I_{м.з} = \frac{K_n \cdot K_{с.з} \cdot I_{р.макс}}{K_{воз}}</math>.</p>
<p>Назначение БНТ в дифференциальных защитах электрических сетей.</p> <p>а) повысить коэффициент чувствительности,</p> <p>б) задержать трансформацию апериодической составляющей тока к.з. во вторичную цепь,</p> <p>в) уменьшить ток срабатывания защиты,</p> <p>г) для выполнения всего вышеперечисленного.</p>
<p>Почему при определении тока срабатывания реле токовой отсечки в знаменателе формулы отсутствует коэффициент возврата?</p> <p>а) потому что не предполагается отстройка от токов нагрузки,</p> <p>б) через отстройку лишь от токов к.з. на шинах противоположной ПС,</p> <p>в) из-за наличия апериодической составляющей тока к.з.,</p> <p>г) через самозапуск двигателей.</p>
<p>Как обеспечивается однократность действия АПВ во время устойчивого к.з. на линии?</p> <p>а) построением схемы,</p> <p>б) с помощью конденсатора в реле РПВ-58,</p> <p>в) вспомогательными опорами,</p> <p>г) нет верного ответа.</p>
<p>Из каких элементов (органов) состоит схема МТЗ направленного действия?</p> <p>а) токового элемента (органа),</p> <p>б) реле направления мощности,</p> <p>в) органа времени,</p> <p>г) всех трех органов в п. а), б), в).</p>
<p>Какие коэффициенты вводятся в формулу для определения тока срабатывания дифференциальной токовой защиты при отстройке от <math>I_{кз.вн.макс}</math>?</p> <p>а) коэффициент отстройки и коэффициент, учитывающий апериодическую составляющую тока к.з.,</p> <p>б) коэффициент который учитывает 10% погрешности,</p> <p>в) коэффициент который учитывает неоднотипность трансформаторов тока,</p> <p>г) все перечисленные коэффициенты.</p>
<p>Коэффициенты чувствительности для защиты от замыканий на землю кабельной</p>



<p>линии должны быть:</p> <p>а) <math>K_u \geq 1,25</math>,</p> <p>б) <math>K_u \geq 2</math>,</p> <p>в) <math>K_u &lt; 1,3</math>,</p> <p>г) <math>K_u = 1</math>.</p>
<p>ПУЭ рекомендуют токовую отсечку на линиях если:</p> <p>а) токовая отсечка охватывает не менее 20% линии, которую защищает,</p> <p>б) зона защиты более 40%,</p> <p>в) зона защиты более 60%,</p> <p>г) нет верного ответа.</p>
<p>Сработает ли реле мощности при трехфазном к.з. в начале линии?</p> <p>а) сработает,</p> <p>б) не сработает,</p> <p>в) не сработает, если точка к.з. находится в мертвой зоне,</p> <p>г) сработает, если точка к.з. находится вне мертвой зоны.</p>
<p>От каких токов отстраиваются во время выбора тока срабатывания отсечки?</p> <p>а) от токов нагрузки,</p> <p>б) от токов короткого замыкания на шинах противоположной подстанции,</p> <p>в) от номинальных токов,</p> <p>г) от токов наружного к. з.</p>
<p><b>3.3. Защита элементов и оборудования.</b></p>
<p>Какими коэффициентами схемы (<math>K_{cx}</math>) характеризуется схема соединения трансформаторов тока на разность токов двух фаз при различных повреждениях в сети?</p> <p>а) <math>K_{cx} = \sqrt{3}</math> – при трехфазном к.з.,</p> <p>б) <math>K_{cx} = 2</math> – при двухфазном к.з. между фазами А-В и В-С,</p> <p>в) <math>K_{cx} = \sqrt{3}</math>, <math>K_{cx} = 1</math> – при трехфазном и однофазном к.з.,</p> <p>г) всеми тремя коэффициентами: <math>K_{cx} = \sqrt{3}</math>, <math>K_{cx} = 2</math>, <math>K_{cx} = 1</math>.</p>
<p>Какие коэффициенты схемы характерны для схем соединения обмоток трансформаторов тока в неполную звезду?</p> <p>а) <math>K_{cx} = 1</math>,</p> <p>б) <math>K_{cx} = 2</math>,</p> <p>в) <math>K_{cx} = \sqrt{3}</math>,</p> <p>г) <math>K_{cx} = \sqrt{3}</math>, <math>K_{cx} = 2</math>, <math>K_{cx} = 1</math>.</p>
<p>Какие коэффициенты схемы характерны для схем соединения обмоток трансформаторов тока в фильтр нулевой последовательности?</p> <p>а) <math>K_{cx} = 1</math> – при трехфазном к.з.,</p> <p>б) <math>K_{cx} = 1</math> – при однофазном и двухфазном к.з.,</p> <p>в) <math>K_{cx} = \sqrt{3}</math> – при трехфазном к.з.,</p> <p>г) <math>K_{cx} = 1</math>, <math>K_{cx} = \sqrt{3}</math> – при трехфазном к.з.</p>
<p>Какой должна быть полная погрешность <math>\varepsilon</math> трансформаторов тока согласно ПУЭ в схемах релейной защиты?</p> <p>а) <math>\varepsilon \leq 10\%</math>,</p> <p>б) <math>\varepsilon \leq 20\%</math>,</p> <p>в) <math>\varepsilon = 10..20\%</math>,</p> <p>г) <math>\varepsilon = 5\%</math>.</p>
<p>Какой должна быть полная <math>\varepsilon</math> и угловая погрешность <math>\delta</math> измерительных трансформаторов тока в схемах релейной защиты?</p> <p>а) <math>\varepsilon \leq 10\%</math>; <math>\delta \leq 7^\circ</math>.</p> <p>б) <math>\varepsilon \leq 20\%</math>; <math>\delta \leq 10^\circ</math>.</p> <p>в) <math>\varepsilon \leq 10\%</math>; <math>\delta \leq 10^\circ</math>.</p> <p>г) <math>\varepsilon \leq 20\%</math>; <math>\delta \leq 7^\circ</math>.</p>

<p>От каких факторов зависит вторичная нагрузка трансформаторов тока?</p> <p>а) от сопротивления обмоток реле, приборов, соединительных проводов и переходных контактов,  б) от разновидности к.з., чередование поврежденных фаз при этом и факторов пункта а),  в) от схемы соединения обмоток трансформатора,  г) нет верного ответа.</p>
<p>При каких видах повреждений (коротких замыканий) вторичных нагрузок схема соединения обмоток ТА в полную звезду из четырех вариантов больше всего?</p> <p>а) при двух и трехфазных к.з.,  б) при одно и двухфазных к.з.,  в) при одно, двух-и трехфазных к.з.,  г) при однофазных к.з.</p>
<p>При каких видах повреждений в сети возникает больше всего вторичной нагрузки на трансформаторе тока в схеме соединения их обмоток в неполную звезду?</p> <p>а) при трехфазных к.з.,  б) при двухфазных к.з. между фазами А-С,  в) при двухфазных к.з. между фазами А-В и В-С,  г) при трехфазных к.з. и двойных замыканиях.</p>
<p>В каких случаях вторичная нагрузка трансформаторов тока с соединением их обмоток в схему треугольника получается наибольшей?</p> <p>а) при трехфазных к.з.,  б) при двухфазных к.з.,  в) при двух-трехфазных к.з.,  г) при одно и трехфазном к.з.</p>
<p>Какое значение нормативного коэффициента чувствительности токовой отсечки электродвигателей?</p> <p>а) <math>K_q \geq 1,5</math>,  б) <math>K_q \geq 2</math>,  в) <math>K_q \leq 2</math>,  г) <math>1 &lt; K_q &lt; 2</math>.</p>
<p><b>3.4. Микропроцессорная релейная защита на подстанциях.</b></p>
<p>В зависимости от каких факторов принимается нормальный коэффициент чувствительности защиты?</p> <p>а) от объекта, который защищается,  б) типа и назначения защиты,  в) от места к.з.,  г) всех перечисленных факторов.</p>
<p>Какая схема соединений обмоток трансформаторов напряжения позволяет получить стандартное значение вторичного напряжения <math>U_{2ном} = 100 \text{ В}</math>?</p> <p>а) соединения обмоток TV в треугольник,  б) соединения обмоток TV в звезду,  в) соединения обмоток однофазных трансформаторов TV в треугольник,  г) соединения обмоток TV в разомкнутый треугольник в сетях с заземленной нейтралью.</p>
<p>В каких случаях устанавливают защиту с блокировкой по напряжению?</p> <p>а) для отстройки от токов нормального режима,  б) для увеличения коэффициентов чувствительности,  в) для снижения тока срабатывания защиты,  г) увеличение зоны защиты.</p>
<p>Как расширить зону действия максимальной токовой защиты мгновенного действия (токовой отсечки)?</p>

<p>а) использование токовых отсечек с выдержкой времени,  б) установка последовательных АПВ,  в) сочетание токовых отсечек и АПВ,  г) нет верного ответа.</p>
<p>В каком случае необходимо построение «карты селективности» в схемах релейной защиты?</p> <p>а) при согласовании уставок времени МТЗ с независимой характеристикой срабатывания,  б) при согласовании установления времени МТЗ с зависимой характеристикой,  в) согласование выдержек времени МТЗ с МП устройствами,  г) при наличии в схеме защиты линии реле с независимой и зависимой характеристиками.</p>
<p>Какие функции выполняет резервная релейная защита при удаленном резервировании?</p> <p>а) действует вместо основной во время ее отказа,  б) действует РЖД вместо основной в случае ее отказа и вывода ее с работы,  в) срабатывания РЖД при повреждениях на смежных участках при отказе их собственной защиты или выключателей,  г) нет верного ответа.</p>
<p>В каких случаях устанавливается вспомогательная релейная защита?</p> <p>а) в отдельных случаях для ускорения действия релейной защиты при повреждениях в защитной зоне,  б) для действия в пределах так называемой мертвой зоны основной защиты,  в) для резервирования основной защиты в случае его отказа,  г) для работы в соответствии с перечисленными выше пунктами.</p>
<p>Назовите основные преимущества микропроцессорной базы в схемах релейной защиты:</p> <p>а) высокая эффективность, экономичность и надежность,  б) расширение технических и функциональных возможностей,  в) минимизация и миниатюризация аппарата,  г) улучшение эксплуатационных показателей перечисленных выше.</p>
<p>Какие разновидности гибкости характерны для современной микропроцессорной релейной защиты?</p> <p>а) параметрические,  б) алгоритмические и функциональные,  в) параметр алгоритмические,  г) все перечисленные разновидности.</p>
<p>Каким согласно ПУЭ должен быть коэффициент чувствительности для резервной защиты</p> <p>а) <math>K_q \geq 1,5</math>,  б) <math>K_q \geq 1,2</math>,  в) <math>K_q \leq 2</math>,  г) <math>1 &lt; K_q &lt; 2</math>.</p>

Примерные темы презентаций

1. Токовая ступенчатая защита.
2. Назначение и принцип действия максимальной токовой направленной защиты (МТНЗ).
3. Назначение и принцип действия дистанционной защиты.
4. Назначение и принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты.
5. Ток небаланса в дифференциальной защите.

**Примерный перечень контрольных вопросов по дисциплине:**

1. Назначение релейной защиты и автоматики в системе электроснабжения (СЭС).
2. Функции релейной защиты и автоматики.

3. Свойства релейной защиты и автоматики: селективность, быстрота срабатывания, чувствительность, надежность.
4. Измерительная, логическая и исполнительная части устройств релейной защиты.
5. Трансформаторы тока. Схемы соединения обмоток трансформаторов тока.
6. Трансформаторы напряжения. Схемы соединения обмоток трансформаторов напряжения.
7. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения.
8. Преобразователи синусоидальных токов и напряжений в постоянные.
9. Способы заземления нейтрали.
10. Принцип действия и выполнение электромагнитных реле.
11. Индукционные измерительные реле.
12. Полупроводниковые и микроэлектронные элементы логических и измерительных органов.
13. Характеристики и конструкции плавких предохранителей, электротепловых и температурных реле.
14. Назначение, принцип действия и основные органы дистанционных защит.
15. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты.
16. Продольная дифференциальная защита линии и ее особенности.
17. Поперечная дифференциальная токовая защита.
18. Токовые защиты.
19. Токовые направленные защиты.
20. Защита линий электропередачи. Токовые защиты. Основные органы токовых защит.
21. Первая ступень токовой защиты — токовая отсечка без выдержки времени.
22. Вторая ступень токовой защиты — токовая отсечка с выдержкой времени.
23. Третья ступень токовой защиты — максимальная токовая защита.
24. Токовые защиты нулевой последовательности сетей с глухозаземленными нейтралью.
25. Принцип действия, основные органы и выбор параметров токовой направленной защиты и токовой направленной защиты нулевой последовательности.
26. Схемы и общая оценка токовых направленных защит и токовых направленных защит нулевой последовательности.
27. Защиты от замыкания на землю, реагирующие на токи и напряжения нулевой последовательности установившегося режима.
28. Направленная защита нулевой последовательности, реагирующая на установившиеся токи и напряжения.
29. Дистанционные защиты и защиты напряжения.
30. Защита минимального напряжения.
31. Основные принципы действия устройств автоматики.
32. Назначение устройств автоматического повторного включения, требования к ним, их параметры.
33. Особенности устройств автоматического повторного включения линий с двусторонним питанием.
34. Требования к устройствам автоматического включения резерва.
35. Требования, принципы выполнения автоматической частотной разгрузки.
36. Согласование действия устройств АВР, АПВ, АЧР.
37. Совместное действие токовой защиты и устройств автоматического повторного включения и автоматического включения резерва. Схемы и общая оценка токовых защит.
38. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов.
39. Типы релейных защит силовых трансформаторов.
40. Дифференциальные токовые защиты трансформаторов и особенности их выполнения.
41. Газовая защита. Токовые и токовые направленные защиты трансформатора от коротких замыканий.
42. Устройства противоаварийной автоматики трансформаторов.

- 43.Токовые защиты трансформатора от сверхтоков внешних коротких замыканий и перегрузок.
- 44.Влияние синхронных электродвигателей на выбор параметров устройств релейной защиты и автоматики элементов системы электроснабжения.
- 45.Защита и автоматика синхронных электродвигателей напряжением выше 1 кВ.
- 46.Защита и автоматика подстанций без выключателей на стороне высшего напряжения.
- 47.Защита и автоматика асинхронных электродвигателей напряжением выше 1 кВ.
- 48.Виды повреждения и ненормальных режимов работы электродвигателей и требования к их защита.
- 49.Особенности релейной защиты и автоматики линий с ответвлениями.
- 50.Защита шин.
- 51.Защита полупроводниковых преобразовательных агрегатов.
- 52.Защита и автоматика конденсаторных установок.

### б.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Вид комплектации оценочным средством в ФОС
1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая оценить усвоение студентами теоретического материала по темам курса	Фонд тестовых заданий.
2	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Перечень тем для расчетно-графических работ. Комплект контрольных заданий по вариантам.
3	Конспектирование	Способствует самостоятельному осуществлению студентом мыслительной переработки и письменной фиксации основных положений научного текста. Написание конспекта позволяет студенту научиться работать с научной информацией: осмыслять, анализировать, систематизировать, обобщать, группировать.	Перечень тем для конспектирования.
4	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме.	Комплект вопросов для устного опроса студентов. Перечень вопросов к экзамену. Задания для практического занятия.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины<sup>3</sup>**

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	НБ СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
<b>Основная литература</b>				
1	Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. Учебник. -М.: Высшая школа, 2008		17	
2	Басс Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем. Учебное пособие. -М. : МЭИ, 2002	УМО	17	
<b>Дополнительная литература</b>				
1	Богданов А.В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах Учебное пособие Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016		17	<a href="http://www.iprb ookshop.ru/69913.html">http://www.iprb ookshop.ru/69913.html</a>
2	Плащанский Л.А. Основы электроснабжения. Релейная защита электроустановок учебное пособие М.: Горная книга, 2013	УМО	6	

<sup>3</sup> Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины**

- 1. Электронно-библиотечная система [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru). «Университетская библиотека он-лайн». Принадлежность: сторонняя: ООО «Некс Медиа» 100% доступ. Договор 11-01/12 от 08.08.2012.
- 2. Электронно-библиотечная система «Лань». Принадлежность: сторонняя: ООО «Издательство Лань». 100% доступ. Адрес сайта: <http://www.e.lanbook.com>. Договор № 416 от 29/07/2012.
- 3. Электронный справочник "Информιο". Принадлежность: сторонняя: ООО "Современные медиа технологии в образовании и культуре" 100% доступ. Адрес сайта: [www.informio.ru](http://www.informio.ru) Договор № Я139 от 29/07/2012
- 4. Электронно-библиотечная система [www.grebennikon.ru](http://www.grebennikon.ru). Принадлежность: сторонняя: ООО «Объединенная редакция». 100% доступ. Договор №83/ИА/12 от 01/12/2012.
- 5. Электронно-библиотечная система [www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru) «Книгафонд». Принадлежность сторонняя: ООО «Центр цифровой дистрибуции» 100% доступ. Договор 1205-08/12 от 01.08.2012.
- 6. Электронно-библиотечная система [www.diss.rsl.ru](http://www.diss.rsl.ru) «РГБ». Принадлежность сторонняя: ФГБУ «Российская государственная библиотека». Договор 095/04.1174 от 29.10.2012.
- 7. Электронно-библиотечная система издательства ElsevierSciVerseScienceDirectonline. Договор №80350/332-Э с ЗАО «КОНЕК» от 08.08.12
- 8. НП «Национальный Электронно-информационный Консорциум» NaturePublishingGroup. Договор №615-РН-2011 от 01.07.2011г., Дополнительное соглашение к договору №12Ng от 01.10.2012г.
- 9. НП «Национальный Электронно-информационный Консорциум» ScienceOnlineScienceNow. Договор №615-РН-2011 от 01.07.2011г., Дополнительное соглашение к договору №12SCI от 01.10.2012г.
- 10. Электронная библиотека СВФУ имени М.К. Аммосова с программным обеспечением «Ирбис 64» Принадлежность: собственная. Адрес сайта: <http://libr.s-vfu.ru/>

## **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. № 402)

Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:

Стенд "Электрические машины и электропривод ЭМП1-Н-К" (1 шт.); Стенд "Модель одномашиной электрической системы с релейной защитой ЭЭ-2-Б-Н-К" (1 шт.); Шкаф металлический (2 шт.); Парта (3 шт.); Стол (6 шт.); Стул (11 шт.); ЖК панель (1 шт.);

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине<sup>4</sup>

<sup>4</sup>В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь,

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование специализированных и офисных программ, информационных систем;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

#### **10.2. Перечень программного обеспечения**

1. Договор 0101254 от 02.02.2021г. Об оказании услуг связи с ООО "Масс-Нэт" на 1 год с пролонгацией.
2. Договор 2645748 от 18.04.2023г. по СОПРОВОЖДЕНИЮ ЭЛЕКТРОННОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО СПРАВОЧНИКА «СИСТЕМА ГАРАНТ» ДЛЯ НУЖД МПТИ (Ф) СВФУ Г.МИРНЫЙ ООО "Айтек Гарант" на 1 год.
3. Договор 2652674 от 02.03.2023 Лицензия Kaspersky Endpoint Security для бизнеса на 2 года с ООО "МастерСофт-ИТ"
4. Договор 2794988 от 13.07.2023г. Лицензия на право установки и использования операционной системы специального назначения «Astra Linux Special Edition» с ИП Иванов Айсен Александрович. Бессрочно.



