

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Луковникова Елена Ивановна  
Должность: Проректор по учебно работе  
Дата подписания: 03.11.2021 14:24:11  
Уникальный программный ключ:  
662f10c4f551d206a7c65a90eeb2bf0a68110b35

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
*E.I. Lukovnikova*  
Е.И.Луковникова  
*24 июля* 20 *21* г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.04 Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем**

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетики и электротехники**

Учебный план bs130302\_21\_ЭЭ.plx  
Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **10 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:  
Курсовой проект 3, Экзамен 3

**Распределение часов дисциплины по курсам**

Курс	3		Итого	
	УП	РП		
Лекции	6	6	6	6
Лабораторные	2	2	2	2
Практические	8	8	8	8
В том числе инт.	4	4	4	4
Итого ауд.	16	16	16	16
Контактная работа	16	16	16	16
Сам. работа	335	335	335	335
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	360	360	360	360

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Булатов Ю. Н.

Рабочая программа дисциплины

**Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
утвержденного приказом ректора от 01.03.2021 протокол № 80.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электроэнергетики и электротехники**

Протокол от 09.04 2021 г. № 8

Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю. Н.

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В.

18 до апреля 2021 г.

Ответственный за реализацию ОПОП

(подпись)

(ФИО)

Директор библиотеки

(подпись)

(ФИО)

№ регистрации

456  
(методический отдел)

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Формирование знаний о принципах действия, организации и технической реализации релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем.
-----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Переходные процессы в электроэнергетических системах
2.1.2	Производственная (эксплуатационная) практика
2.1.3	Электрические станции и подстанции
2.1.4	Электрические машины
2.1.5	Основы теории автоматического управления
2.1.6	Электроэнергетические системы и сети
2.1.7	Общая энергетика
2.1.8	Теоретические основы электротехники
2.1.9	Приемники и потребители электрической энергии
2.1.10	Физика
2.1.11	Электроника
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Производственная (преддипломная) практика
2.2.2	Монтаж электрооборудования
2.2.3	Эксплуатация и ремонт электрооборудования электрических станций и подстанций
2.2.4	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

**ПК-3: Способен осуществлять деятельность в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта кабельных и воздушных линий электропередачи**

Индикатор 1	ПК-3.3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования кабельных и воздушных линий электропередачи
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**ПК-4: Способен планировать и контролировать деятельность в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования подстанций электрических сетей**

Индикатор 1	ПК-4.2 Демонстрирует знания по эксплуатации оборудования подстанций электрических сетей
-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	типы защит и автоматики, их принцип действия для воздушных и кабельных линий электропередачи;
3.1.2	типы защит и автоматики, их принцип действия для электрооборудования подстанций электрических сетей;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	рассчитывать уставки срабатывания, выполнять проверку устройств релейной защиты и автоматики воздушных и кабельных линий электропередачи;
3.2.2	рассчитывать уставки срабатывания, выполнять проверку устройств релейной защиты и автоматики электрооборудования подстанций электрических сетей;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками работы с реальными техническими средствами релейной защиты и автоматики воздушных и кабельных линий электропередачи;
3.3.2	навыками работы с реальными техническими средствами релейной защиты и автоматики электрооборудования подстанций электрических сетей;

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Элементы релейной защиты и автоматики						

1.1	Лек	Общее представление о релейной защите	3	0,3	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0	
1.2	Лек	Электромеханические реле	3	0,7	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0	
1.3	Лек	Реле с использованием полупроводников	3	0,2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0	
1.4	Лаб	Исследование электромеханических реле	3	0,2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.2 Л3.4	0	
1.5	Лаб	Исследование электронных реле	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.2	0	
1.6	Лаб	Исследование реле направления мощности	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4Л3.2 Л3.4	0,1	Работа с малой группой
1.7	Пр	Источники оперативного тока	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4	0,2	Работа с малой группой
1.8	Пр	Датчики, применяемые в релейной защите	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4	0,5	Работа с малой группой
1.9	Ср		3	80	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0	
1.10	Экзамен		3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0	
	Раздел	<b>Раздел 2. Защиты линий и сетей</b>						
2.1	Лек	Токовые защиты	3	0,8	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0,1	Лекция-беседа
2.2	Лек	Дифференциальные защиты ЛЭП	3	0,3	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0	
2.3	Лек	Дистанционные защиты ЛЭП	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0,2	Лекция-беседа
2.4	Лек	Высокочастотные защиты ЛЭП	3	0,3	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4	0,1	Лекция-беседа
2.5	Лаб	Исследование токовых защит линий электропередачи с односторонним питанием	3	0,2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 Л3.2 Л3.4	0,1	Работа с малой группой
2.6	Лаб	Исследование токовых защит от замыканий на землю	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.1 Л3.2	0,1	Работа с малой группой
2.7	Лаб	Исследование дифференциальной защиты ЛЭП	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4	0,1	Работа с малой группой
2.8	Лаб	Исследование дистанционной защиты	3	0,2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3.2	0,2	Работа с малой группой
2.9	Пр	Решение задач на определение параметров срабатывания ТО линий электропередач	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4Л3.3	0	
2.10	Пр	Решение задач на определение параметров срабатывания МТЗ линий	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4Л3.3	0	

2.11	Пр	Решение задач на определение параметров срабатывания дифференциальной защиты ЛЭП	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4	0	
2.12	Пр	Решение задач на определение параметров срабатывания дистанционных защит с использованием программы Distance	3	0,6	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 2	0,1	Работа с малой группой
2.13	Ср		3	85	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.3	0	
2.14	Экзамен		3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.3	0	
	Раздел	<b>Раздел 3. Защиты машин и аппаратов</b>						
3.1	Лек	Защиты силовых трансформаторов	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0,1	Лекция-беседа
3.2	Лек	Защиты электродвигателей	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0,5	Лекция-беседа
3.3	Лек	Защиты синхронных генераторов	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.3 Л2.4	0,5	Лекция-беседа
3.4	Лек	Защита и автоматика специальных электроустановок	3	0,3	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4	0	
3.5	Лаб	Исследование защит силового трансформатора	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 1 Л3.2	0,1	Работа с малой группой
3.6	Лаб	Исследование токовых защит асинхронного электродвигателя	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 1 Л3.2	0,1	Работа с малой группой
3.7	Лаб	Исследование устройства резервирования отказа релейной защиты и выключателей	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 1	0,1	Работа с малой группой
3.8	Лаб	Защита сборных шин	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4	0,1	Работа с малой группой
3.9	Пр	Выдача задания на курсовой проект. Расчет токов короткого замыкания	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.4Л3. 3	0	
3.10	Пр	Расчет параметров срабатывания защит силового трансформатора	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4Л3.3	0,1	Работа с малой группой
3.11	Пр	Расчет параметров срабатывания защит высоковольтных электродвигателей	3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4Л3.3	0,1	Работа с малой группой
3.12	Пр	Определение уставок срабатывания и выбор защит низковольтных электродвигателей	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4Л3.3	0	
3.13	Пр	Расчет параметров срабатывания высоковольтных конденсаторных установок	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4Л3.3	0	

3.14	Пр	Расчет параметров срабатывания защит цеховых трансформаторов	3	0,5	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4Л3.3	0	
3.15	КП	Проектирование устройств релейной защиты объектов системы электроснабжения промышленного предприятия	3	4	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.3	0	
3.16	Ср		3	95	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.3	0	
3.17	Экзамен		3	1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 Л2.4Л3.3	0	
	Раздел	<b>Раздел 4. Автоматика электроэнергетических систем</b>						
4.1	Лек	Общие сведения по автоматике электроэнергетических систем	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0,1	Лекция-беседа
4.2	Лек	Автоматика повторного включения	3	0,2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0,2	Лекция-беседа
4.3	Лек	Автоматика включения резерва	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0,1	Лекция-беседа
4.4	Лек	Автоматическая частотная разгрузка	3	0,4	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0,1	Лекция-беседа
4.5	Лек	Автоматика регулирования напряжения	3	0,3	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0	
4.6	Лаб	Автоматика повторного включения	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4Л3.2	0	
4.7	Лаб	Автоматика включения резервного питания	3	0,1	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4Л3.2	0	
4.8	Лаб	Исследование автоматической частотной разгрузки	3	0,2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4Л3.2	0	
4.9	Лаб	Автоматическое ограничение снижения напряжения включением устройства продольной емкостной компенсации линии электропередачи	3	0,2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0	
4.10	Пр	Выбор и расчет уставок АПВ	3	0,2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0	
4.11	Пр	Выбор и расчет уставок АВР	3	0,2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0	
4.12	Ср		3	75	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0	
4.13	Экзамен		3	2	ПК-3 ПК-4	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4	0	

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа, лекция – дискуссия,

проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-консультация, занятия с применением затрудняющих условий, методы группового решения творческих задач, метод развивающейся кооперации)

Технология коллективного взаимодействия (работа в малых группах) (самостоятельное изучение обучающимися нового материала посредством сотрудничества в малых группах, дает возможность всем участникам участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения)

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Контрольные вопросы и задания

Коллоквиум

Раздел 1. Элементы релейной защиты и автоматики

1. Повреждения и ненормальные режимы в электрических сетях.
2. Основные требования к защитам от КЗ.
3. Характеристика измерительной и оперативной частей схемы релейной защиты.
4. Типы логических функций и способы их реализации.
5. Способы включения реле на ток и напряжение сети, способы воздействия реле на выключатель.
6. Характеристика источников постоянного и переменного оперативного тока. Классификация реле.
7. Типы магнитных систем электромагнитных реле.
8. Основные свойства и характеристики электромагнитных реле.
9. Особенности конструкции электромагнитного реле, работающего на переменном токе.
10. Особенности конструкции поляризованного реле.
11. Способы изменения быстродействия реле.
12. Принцип действия электроиндукционного реле, область применения.
13. Индукционное реле направления мощности, конструкция, векторная диаграмма, основные свойства.
14. Характеристики реле направления мощности.
15. Конструкция и принцип действия магнитоэлектрических реле.
16. Принцип действия реле направления мощности, построенного на основе сравнения модулей двух напряжений.
17. Работа схемы реле тока (напряжения) на операционных усилителях.
18. Устройство, принцип работы, режимы работы трансформаторов тока, трансреакторов, трансформаторов напряжения.

Раздел 2. Защита линий и сетей

1. Принцип действия токовых защит.
2. Расчет параметров плавких предохранителей.
3. Мгновенные токовые отсечки, расчет параметров, схемы.
4. Токовые отсечки нулевой последовательности, включение реле, настройка.
5. Настройка ТО системы с двухсторонним питанием.
6. Настройка НТО и ТОВ.
7. МТЗ. Принципы обеспечения селективности, настройка, проверка чувствительности.
8. Схемы МТЗ.
9. МТЗ нулевой последовательности. Назначение, параметры настройки.
10. Двух и трехступенчатые защиты, схемы.
11. Способы повышения чувствительности МТЗ.
12. Направленные токовые защиты. Принцип работы, настройка.
13. Включение реле направления мощности. Схемы.
14. Общий принцип дифференциальных защит, виды защит.
15. Продольная дифференциальная защита, токи небаланса,
16. Поперечные дифференциальные защиты, принцип работы, основные свойства, настройка, оценка чувствительности.
17. Схемы дифференциальных защит.
18. Область применения и общий принцип работы дистанционной защиты.
19. Упрощенная измерительная схема и основные органы дистанционной защиты.
20. Оперативная схема дистанционной защиты.
21. Дистанционные органы и их характеристики. Пример схемы дистанционного органа.
22. Принципы подключения дистанционного органа на ток и напряжение сети.
23. Виды высокочастотных защит, область применения, высокочастотная обработка ЛЭП.
24. Принцип действия направленной защиты с высокочастотной блокировкой.
25. Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты.

Раздел 3. Защита машин и аппаратов

1. Типы защит силовых трансформаторов.
2. Настройка токовых защит трансформаторов.
3. Принцип дифференциальной защиты трансформатора и особенности его реализации.
4. Факторы, учитываемые при настройке дифференциальной защиты трансформатора.
5. Особенности защиты трансформаторов без выключателей на высокой стороне.
6. Защиты низковольтных двигателей, принципы настройки, схемы.
7. Защиты высоковольтных двигателей, настройка, схемы.

8. Особенности защиты синхронных двигателей.
9. Повреждения и ненормальные режимы в синхронных генераторах.
10. Защиты низковольтных генераторов, настройка, схемы.
11. Дифференциальная защита синхронного генератора.
12. МТЗ от сверхтоков генератора, схемы, настройка.
13. Защиты от замыкания на корпус обмоток статора и ротора, защиты от витковых замыканий.
14. Типы защит шин и токопроводов, пример схемы.
15. УРОВ. Назначение, пример схемы.
16. Защиты конденсаторных установок. Расчёт параметров, схемы.
17. Защиты преобразовательных установок. Расчёт параметров, схемы.
18. Защиты печных трансформаторов. Расчёт параметров.

#### Раздел 4. Автоматика электроэнергетических систем

1. Виды автоматики и её назначение.
2. АПВ. Классификация, назначение.
3. Совместная работа АПВ с релейной защитой.
4. АВР. Общие принципы, классификация.
5. АВР секционного выключателя, работа схемы.
6. Назначение и общие принципы АЧР.
7. Характер изменения частоты при работе АЧР-I и АЧР-II.
8. Работа схемы АЧР-I.
9. Работа схемы АЧР-II.
10. Общие принципы регулирования напряжения силовых трансформаторов.
11. Работа схемы РПН.
12. Работа схемы АРКТ.
13. Работа схемы АРКОН.

### 6.2. Темы письменных работ

Тема курсового проекта Проектирование устройств релейной защиты объектов системы электроснабжения промышленного предприятия

### 6.3. Фонд оценочных средств

1. Экзаменационные вопросы

#### Раздел 1. Элементы релейной защиты и автоматики

1. Повреждения и ненормальные режимы в электрических сетях.
2. Основные требования к защитам от КЗ.
3. Характеристика измерительной и оперативной частей схемы релейной защиты.
4. Типы логических функций и способы их реализации.
5. Способы включения реле на ток и напряжение сети, способы воздействия реле на выключатель.
6. Характеристика источников постоянного и переменного оперативного тока. Классификация реле.
7. Типы магнитных систем электромагнитных реле.
8. Основные свойства и характеристики электромагнитных реле.
9. Особенности конструкции электромагнитного реле, работающего на переменном токе.
10. Особенности конструкции поляризованного реле.
11. Способы изменения быстродействия реле.
12. Принцип действия электроиндукционного реле, область применения.
13. Индукционное реле направления мощности, конструкция, векторная диаграмма, основные свойства.
14. Характеристики реле направления мощности.
15. Конструкция и принцип действия магнитоэлектрических реле.
16. Принцип действия реле направления мощности, построенного на основе сравнения модулей двух напряжений.
17. Работа схемы реле тока (напряжения) на операционных усилителях.
18. Устройство, принцип работы, режимы работы трансформаторов тока, трансреакторов, трансформаторов напряжения.

#### Раздел 2. Защита линий и сетей

1. Принцип действия токовых защит.
2. Расчет параметров плавких предохранителей.
3. Мгновенные токовые отсечки, расчет параметров, схемы.
4. Токовые отсечки нулевой последовательности, включение реле, настройка.
5. Настройка ТО системы с двухсторонним питанием.
6. Настройка НТО и ТОВ.
7. МТЗ. Принципы обеспечения селективности, настройка, проверка чувствительности.
8. Схемы МТЗ.
9. МТЗ нулевой последовательности. Назначение, параметры настройки.
10. Двух и трехступенчатые защиты, схемы.
11. Способы повышения чувствительности МТЗ.
12. Направленные токовые защиты. Принцип работы, настройка.
13. Включение реле направления мощности. Схемы.
14. Общий принцип дифференциальных защит, виды защит.



15. Продольная дифференциальная защита, токи небаланса,
16. Поперечные дифференциальные защиты, принцип работы, основные свойства, настройка, оценка чувствительности.
17. Схемы дифференциальных защит.
18. Область применения и общий принцип работы дистанционной защиты.
19. Упрощённая измерительная схема и основные органы дистанционной защиты.
20. Оперативная схема дистанционной защиты.
21. Дистанционные органы и их характеристики. Пример схемы дистанционного органа.
22. Принципы подключения дистанционного органа на ток и напряжение сети.
23. Виды высокочастотных защит, область применения, высокочастотная обработка ЛЭП.
24. Принцип действия направленной защиты с высокочастотной блокировкой.
25. Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты.

### Раздел 3. Защита машин и аппаратов

1. Типы защит силовых трансформаторов.
2. Настройка токовых защит трансформаторов.
3. Принцип дифференциальной защиты трансформатора и особенности его реализации.
4. Факторы, учитываемые при настройке дифференциальной защиты трансформатора.
5. Особенности защиты трансформаторов без выключателей на высокой стороне.
6. Защиты низковольтных двигателей, принципы настройки, схемы.
7. Защиты высоковольтных двигателей, настройка, схемы.
8. Особенности защиты синхронных двигателей.
9. Повреждения и ненормальные режимы в синхронных генераторах.
10. Защиты низковольтных генераторов, настройка, схемы.
11. Дифференциальная защита синхронного генератора.
12. МТЗ от сверхтоков генератора, схемы, настройка.
13. Защиты от замыкания на корпус обмоток статора и ротора, защиты от витковых замыканий.
14. Типы защит шин и токопроводов, пример схемы.
15. УРОВ. Назначение, пример схемы.
16. Защиты конденсаторных установок. Расчёт параметров, схемы.
17. Защиты преобразовательных установок. Расчёт параметров, схемы.
18. Защиты печных трансформаторов. Расчёт параметров..

### Раздел 4. Автоматика электроэнергетических систем

1. Виды автоматики и её назначение.
2. АПВ. Классификация, назначение.
3. Совместная работа АПВ с релейной защитой.
4. АВР. Общие принципы, классификация.
5. АВР секционного выключателя, работа схемы.
6. Назначение и общие принципы АЧР.
7. Характер изменения частоты при работе АЧР-I и АЧР-II.
8. Работа схемы АЧР-I.
9. Работа схемы АЧР-II.
10. Общие принципы регулирования напряжения силовых трансформаторов.
11. Работа схемы РПН.
12. Работа схемы АРКТ.
13. Работа схемы АРКОН.

2. Банк тестовых заданий: 11 тестовых заданий, 25 вариантов.

#### 6.4. Перечень видов оценочных средств

Коллоквиумы, экзаменационные вопросы, тестовые задания.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Андреев В.А.	Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов	Москва: Высшая школа, 2006	20	
Л1. 2	Попик В.А., Булатов Ю.Н.	Релейная защита и автоматика: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2014	64	

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
--	---------	----------	---------------	--------	-----------

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Андреев В.А.	Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах: Учеб. пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 2008	20	
Л2. 2	Курбацкий В.Г., Попик В.А.	Автоматика электроэнергетических систем: Учебное пособие	Братск: БрГТУ, 2004	62	
Л2. 3	Федосеев А.М., Федосеев М.А.	Релейная защита электроэнергетических систем: Учебник для вузов	Москва: Энергоатомизда т, 1992	5	
Л2. 4	Ершов Ю. А., Халезина О. П., Малеев А. В., Перехватов Д. П.	Электроэнергетика: релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие	Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012	1	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=363895">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=363895</a>

### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Попик В.А., Булатов Ю.Н.	Исследование релейных защит электроэнергетических систем на универсальной модели: лабораторный практикум	Братск: БрГУ, 2010	83	
Л3. 2	Булатов Ю.Н.	Релейная защита и автоматика: лабораторный практикум	Братск: БрГУ, 2014	21	
Л3. 3	Попик В.А., Булатов Ю.Н.	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2017	58	
Л3. 4	Булатов Ю.Н., Шуманский Э.К.	Исследование токовых защит на электромеханической элементной базе: лабораторный практикум	Братск: БрГУ, 2019	1	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Булатов%20Ю.Н.Исследование%20токовых%20защит%20на%20электромеханической%20элементной%20базе.Лаб.практикум.2019.PDF">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Энергетика%20-%20Автоматика/Булатов%20Ю.Н.Исследование%20токовых%20защит%20на%20электромеханической%20элементной%20базе.Лаб.практикум.2019.PDF</a>

### 7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.3	Архиватор 7-Zip
7.3.1.4	Adobe Reader
7.3.1.5	КОМПАС-3D V13
7.3.1.6	Программные средства Autodesk: Fusion 360, Revit, 3dsmax, Autocad, Maya, Robot Structural Analysis
7.3.1.7	Булатов Ю.Н., Попик В.А. Дистанционная защита (Distance v.1.00) (программа для ЭВМ)

### 7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.2	«Университетская библиотека online»
7.3.2.3	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.4	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.5	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
7.3.2.6	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1108	Лаборатория релейной защиты	1. Системный блок 2. Монитор TFT 17 LG 3. Монитор Philips LCD 4. Стенд ЭЭ1-3А-С-К (Электроэнергетика) 4. Стенд Р3АСЭС-Н-Р (Релейная защита и автоматика) 5.Комплект лабораторного оборудования «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения (Зарница)» 6. Лабораторные стенды собственной разработки по релейной защите 7. Испытательный прибор для электрооборудования РЕТОМ-21
1108	Лаборатория релейной защиты	1. Системный блок 2. Монитор TFT 17 LG 3. Монитор Philips LCD 4. Стенд ЭЭ1-3А-С-К (Электроэнергетика) 4. Стенд Р3АСЭС-Н-Р (Релейная защита и автоматика) 5.Комплект лабораторного оборудования «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения (Зарница)» 6. Лабораторные стенды собственной разработки по релейной защите 7. Испытательный прибор для электрооборудования РЕТОМ-21
1108	Лаборатория релейной защиты	1. Системный блок 2. Монитор TFT 17 LG 3. Монитор Philips LCD 4. Стенд ЭЭ1-3А-С-К (Электроэнергетика) 4. Стенд Р3АСЭС-Н-Р (Релейная защита и автоматика) 5.Комплект лабораторного оборудования «Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения (Зарница)» 6. Лабораторные стенды собственной разработки по релейной защите 7. Испытательный прибор для электрооборудования РЕТОМ-21
2201	читальный зал №1	Учебная мебель Оборудование 10- ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP Laser Jet P2055D

### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем направлена на изучение теоретических основ, принципов работы и методов настройки устройств релейной защиты и автоматики.

Изучение дисциплины Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем:

- лекции,
- практические занятия,
- лабораторные работы,
- курсовой проект,
- самостоятельную работу,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Элементы релейной защиты и автоматики» студенты должны уяснить:

- что такое релейная защита;
- какие существуют типы реле;
- какие требования предъявляются к релейной защите;
- устройство и принципы работы различных типов реле.

В ходе освоения раздела 2 «Защита линий и сетей» студенты должны уяснить:

- какие существуют типы защит ЛЭП;
- принцип работы различных типов защит ЛЭП;
- методы расчета уставок защит ЛЭП.

В ходе освоения раздела 3 «Защита машин и аппаратов» студенты должны уяснить:

- принципы работы защит трансформаторов, двигателей и генераторов;
- методы настройки защит трансформаторов, двигателей и генераторов;
- какие существуют устройства релейной защиты и автоматики специальных электроустановок.

В ходе освоения раздела 4 «Автоматика электроэнергетических систем» студенты должны уяснить:

- виды автоматики, применяемые в электроэнергетических системах;
- назначение и классификацию АПВ, АВР и АЧР;
- работу схем АПВ, АВР и АЧР;
- типы и принципы работы автоматики управления напряжения.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется особо обратить внимание на принципы работы и методы настройки различных типов устройств релейной защиты и автоматики.

При подготовке к зачету и экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: основные требования к защитам от КЗ; характеристика измерительной и оперативной частей схемы релейной защиты; способы включения реле на ток и напряжение сети; способы воздействия реле на выключатель; характеристика источников постоянного и переменного оперативного тока; типы магнитных систем электромагнитных реле; основные свойства и характеристики электромагнитных реле; особенности конструкции поляризованного реле; принцип действия электроиндукционного реле, область применения; конструкция и принцип действия магнитоэлектрических реле; принцип действия токовых защит; мгновенные токовые отсечки, расчет параметров, схемы, токовые отсечки нулевой последовательности, включение реле,

настройка; настройка ТО системы с двухсторонним питанием; настройка НТО и ТОВ; Принципы обеспечения селективности, настройка, проверка чувствительности МТЗ; схемы МТЗ; МТЗ нулевой последовательности; двух и трехступенчатые защиты; направленные токовые защиты; включение реле направления мощности; общий принцип дифференциальных защит, виды защит; продольная дифференциальная защита, токи небаланса; поперечные дифференциальные защиты, принцип работы, основные свойства, настройка, оценка чувствительности; упрощённая измерительная схема и основные органы дистанционной защиты; оперативная схема дистанционной защиты; виды высокочастотных защит, область применения, высокочастотная обработка ЛЭП; принцип действия направленной защиты с высокочастотной блокировкой; принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты; типы защит силовых трансформаторов; настройка токовых защит трансформаторов; принцип дифференциальной защиты трансформатора и особенности его реализации; факторы, учитываемые при настройке дифференциальной защиты трансформатора; защиты низковольтных двигателей, принципы настройки, схемы; защиты высоковольтных двигателей, настройка, схемы; особенности защиты синхронных двигателей; защиты низковольтных генераторов, настройка, схемы; дифференциальная защита синхронного генератора; МТЗ от сверхтоков генератора, схемы, настройка; защиты от замыкания на корпус обмоток статора и ротора, защиты от витковых замыканий; типы защит шин и токопроводов, пример схемы; УРОВ; защиты конденсаторных установок; защиты преобразовательных установок; защиты печных трансформаторов; виды автоматики и её назначение; классификация и назначение АПВ; совместная работа АПВ с релейной защитой; общие принципы и классификация АВР; АВР секционного выключателя, работа схемы; назначение и общие принципы АЧР; работа схемы АЧР-I; работа схемы АЧР-II; общие принципы регулирования напряжения силовых трансформаторов; работа схемы РПН; работа схемы АРКТ; работа схемы АРКОН.

В процессе проведения практических занятий и лабораторных работ происходит закрепление практических навыков исследования и моделирования систем электроснабжения.

Самостоятельную работу необходимо начинать с изучения теоретического материала по рекомендации преподавателя.

В процессе консультации с преподавателем необходимо выяснить все непонятные моменты.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературы.