Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 31.10.2023 17:34:01
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ /Л.А. Марюшин/

« 28 » 04 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Релейная защита и автоматика»

Направление подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль
«Электроснабжение»

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
заочная

Москва, 2022 г.

Разработчик(и):
Старший преподаватель кафедры
«Электрооборудование и промышленная электроника»  /Ю.М. Шматков/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Электрооборудование
и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Руководитель образовательной программы,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Релейная защита и автоматика» 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3 Структура и содержание дисциплины 4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 5
3.3 Содержание дисциплины 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 9
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 9
4.2 Основная литература 9
4.3 Дополнительная литература 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 10
5 Материально-техническое обеспечение 10
6 Методические рекомендации 10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 10
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. 11
7 Фонд оценочных средств 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
7.3 Оценочные средства 13

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Релейная защита и автоматика»

Целью изучения данной дисциплины является формирование знаний у студентов о современных средствах релейной защиты и автоматики как об основных средствах повышения надежности работы энергосистем в нормальных и аварийных режимах.

Задачами изучения дисциплины являются приобретение студентами знаний:

- принципов построения и функционирования основных типов устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем;
- методов эксплуатации и выбора элементов релейной защиты и автоматики;
- методов анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования расчета параметров устройств релейной защиты и автоматики.

Планируемые результаты обучения, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.

Обучение по дисциплине **«Релейная защита и автоматика»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПК-1.1 Настраивает релейную защиту на различных объектах электроснабжения. ИПК-1.2 Рассчитывает объекты электромеханических систем, анализирует технические параметры электротехнического оборудования. ИПК-1.3 Владеет навыками проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- физика;
- электроника;
- электрические и электронные аппараты;
- электрические машины;
- регулируемый электропривод;
- управление системами электротехнических объектов.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			9	10
1	**Аудиторные занятия**	**32**	**16**	**16**
	В том числе:			
1.1	Лекции	8	8	
1.2	Семинарские/практические занятия	8	8	
1.3	Лабораторные занятия	16		16
2	**Самостоятельная работа**	**256**	**128**	**128**
	В том числе:			
2.1	Подготовка отчетов по лабораторным и практическим работам и их защита	90	36	54
2.2	Подготовка к промежуточной аттестации	60	28	32
2.3	Обучение в системе LMS	106	64	42
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**Зачет**	**Экзамен**
	Итого	**288**	**144**	**144**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1.	**Раздел 1. Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ**	128	**4**	**8**	**16**		**100**
1.1	Тема 1. Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ плавкими предохранителями	23	1	2	-		20
1.2	Тема 2. Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ автоматическими выключателями	23	1	2	-		20
1.3	Тема 3. Обзор коммутационных и защитных аппаратов напряжением до 1 кВ	22	1	1	-		20
1.4	Тема 4. Обзор коммутационных и защитных аппаратов напряжением до 1 кВ	21,5	0,5	1	-		20
1.5	Тема 5. Защита силовых трансформаторов напряжением 6–10/0,4 кВ	22,5	0,5	2	-		20

2.	**Раздел 2. Организация защиты электрических сетей напряжением 6–10 кВ**	96	**2**	**-**	**8**		**86**
2.1	Тема 1. Организация защиты электрических сетей напряжением 6–10 кВ	71	1	-	8		60
2.2	Тема 2. Защита от однофазных замыканий на землю в электрических сетях напряжением 6–10–35 кВ	27	1	-	-		26
3.	**Раздел 3. Защита электротехнических систем и устройств**	80	**2**	**-**	**8**		**70**
3.1	Тема 1. Защита электродвигателей, конденсаторных установок, силовых резонансных фильтров	38	-	-	4		34
3.2	Тема 2. Особенности защиты и автоматики трансформаторов электротермических установок и полупроводниковых преобразовательных агрегатов	42	2	-	4		36
	Итого	**288**	**8**	**8**	**16**		**256**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ

Тема 1. Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ плавкими предохранителями

Виды токовых нагрузок на элементы СЭС. Принцип защиты от токовых перегрузок: соотношение время-токовых характеристик (ВТХ) – пропускных элементов СЭС, нагрузочных и защитных. ВТХ плавких предохранителей. Условия выбора плавких вставок; проверка селективности. Методика построения ВТХ плавких вставок по каталожным данным с учетом разброса повремени срабатывания. Основные типы и устройство предохранителей напряжением 380 В, 6–10 кВ. Понятие токоограничения плавкими предохранителями.

Тема 2. Защита электрических сетей напряжением до 1 кВ автоматическими выключателями

Максимальные токовые защиты с независимой и зависимой выдержкой времени, принцип действия. Примеры выполнения максимальных токовых защит. Расчет параметров. Область применения, достоинства и недостатки. Токовые ступенчатые защиты. Принцип выполнения, расчет параметров, примеры схемных решений. Общая оценка токовых ступенчатых защит, область применения. Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению. Принцип действия, расчет параметров, область применения.

Максимальная токовая направленная защита, назначение, принцип действия. Пример схемы максимальной токовой направленной защиты, расчет параметров. Недостатки защиты и возможные способы их устранения. Область применения защиты. Дистанционная защита. Характеристики измерительных органов дистанционной защиты и определяющие их факторы. Структурная схема построения защиты. Поведение защиты при возникновении качаний в энергосистеме, принципы выполнения блокировок от качаний.

Тема 3. Обзор коммутационных и защитных аппаратов напряжением до 1 кВ

Термины и основные определения, используемые в российской и зарубежной литературе для описания характеристик электрической сети и защитных аппаратов. Плавкие предохранители и их характеристики. Автоматические выключатели компании Schneider Electric: Acti9, Multi, Compact, Masterpact. АВ отечественного производства.

Тема 4. Обзор коммутационных и защитных аппаратов напряжением до 1 кВ

Общие требования, предъявляемые к защитам электрических сетей до 1 кВ. Особенности организации защиты на разных ступенях электрических сетей. Расчет уставок защит; особенности построения и согласование ВТХ защит разных ступеней СЭС. Направления оптимизации параметров обратно-зависимых ВТХ . Примеры расчёта электрических сетей напряжением до 1 кВ.

Тема 5. Защита силовых трансформаторов напряжением 6–10/0,4 кВ

Виды повреждений силовых трансформаторов. Требования, предъявляемых к защитам трансформаторов напряжением 6–10/0,4 кВ. Организация защиты трансформаторов 6–10/0,4 кВ; расчет уставок их защиты; построение ВТХ защит. Особенности расчётов и согласования обратно-зависимых ВТХ устройств защиты Sepam. Примеры расчёта релейной защиты трансформаторов напряжением 6–10/0,4 кВ.

Раздел 2. Организация защиты электрических сетей напряжением 6–10 кВ

Тема 1. Организация защиты электрических сетей напряжением 6–10 кВ

Общие требования, предъявляемые к защитам электрических сетей. Диаграмма селективности времени срабатывания защиты. Организация защиты на разных ступенях электрических сетей напряжением 6–10 кВ. Расчет уставок защит: радиальной линии, питающей одну ТП; магистральной линии, питающей несколько ТП; радиальной линии, питающей РП; вводных и секционного выключателя РП.; особенности построения и согласование ВТХ защит разных ступеней СЭС. Направления оптимизации параметров обратно-зависимых ВТХ устройств защиты Sepam. Примеры расчёта электриче-ских сетей напряжением 6–10 кВ.

Тема 2. Защита от однофазных замыканий на землю в электрических сетях напряжением 6–10–35 кВ

Распределение токов в контуре нулевой последовательности при ОЗЗ. Требования к защитам от ОЗЗ в электрических сетях напряжением 6–10–35 кВ. Устройство контроля изоляции сети 6–10–35 кВ. Ненаправленная токовая защита от ОЗЗ. Принципы построения устройств защиты от ОЗЗ отечественного производства и компании Schneider Electric.

Раздел 3. Защита электротехнических систем и устройств

Тема 2. Особенности защиты и автоматики трансформаторов электротермических установок и полупроводниковых преобразовательных агрегатов

Ненормальные режимы работы и виды повреждений трансформаторов электротермических установок. Организация защиты и методика их расчёта. Ненормальные режимы работы и виды повреждений полупроводниковых преобразовательных агрегатов. Организация защиты и методика их расчёта

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1. Конструктивное исполнение предохранителей напряжением до 1 кВ и выше 1 кВ отечественного производства: принцип работы; время-токовые характеристики; разброс срабатывания предохранителей. Принцип построения защиты электрических сетей: максимально допустимый ток элементов СЭС (кабеля, линии, трансформатора); максимальный ток нагрузки; токовые перегрузки; принцип защиты от токовых перегрузок с помощью защитных аппаратов (предохранителей и автоматических выключателей). Защита плавкими предохранителями: время-токовые характеристики (ВТХ); условия выбора плавких вставок; проверка селективности. Методика построения время-токовых характеристик плавких вставок по каталожным данным с учетом разброса повремени срабатывания. Основные типы предохранителей, их конструкции, области применения. Выбор плавкой вставки для защиты: линии; одного и группы электродвигателей; проверка селективности последовательно включенных предохранителей; проверка чувствительности плавких вставок. Токоограничивающая способность плавких;

Практическое занятие №2. Методика построения реальной время-токовой характеристики АВ отечественного и зарубежного производства. Микропроцессорные (цифровые) расцепители, устанавливаемые в автоматические выключатели. Расчет защиты электродвигателя с помощью автоматических выключателей ВА47-29 и Compact . Расчет защиты линии, питающей РПН, с помощью автоматического выключателя Compact . Схемы распределительного устройства напряжением 0,4 кВ ТП. Организация защиты со стороны НН трансформаторной подстанции: основные условия выбора вводных и секционного выключателей; селективность по току и времени между защитными аппаратами отходящих линий и секционным и вводными выключателями; ограничения, накладываемые на выбор защитных характеристик АВ; расчет характеристик расцепителей вводных и секционного АВ. Защита от однофазных замыканий на землю. Принципы построения защиты от однофазных замыканий на землю. Устройства защитного отключения;

Практическое занятие №3. Обзор коммутационных и защитных аппаратов напряжением до 1 кВ. Организация защиты электрических сетей напряжением до 1 кВ;

Практическое занятие №4. Виды повреждений и особые режимы работы: перегрузки; внутренние и внешние повреждения трансформаторов; включение трансформатора под напряжение. Организация защиты трансформаторов напряжением 6–10/0,4 кВ: защита от перегрузки; селективная токовая отсечка; мгновенная токовая отсечка; оценка чувствительности рассматриваемых защит; согласование защит трансформатора, установленных на стороне ВН, с защитами, установленными на стороне НН; газовая защита; дифференциальная защита от токов однофазного КЗ на стороне НН; контроль температуры изоляции и токовая защита от перегрева.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. Исследование организации защиты электрических сетей напряжением 380 В;

Лабораторная работа №2. Исследование защиты трансформаторов 110–220/6–10 кВ;

Лабораторная работа №3. Исследование защиты электродвигателей напряжением выше 1 кВ**;**

Лабораторная работа №4. Исследование защиты трансформаторов электротермических установок.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Свод правил «Электротехнические устройства» СП 76.13330.2016. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
3. ГОСТ Р 55438–2013. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и эксплуатации. Общие требования.
4. ГОСТ Р 56865–2016. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Технический учет и анализ функционирования. Общие требования.

4.2 Основная литература

1. Ершов, А.М. Релейная защита и автоматика в системах электроснабжения: учебное пособие к изучению курса / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 76 с
2. Кузьмин И.Л. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электрических машин: учебное пособие / И. Л. Кузьмин, И. Ю. Иванов, Ю. В. Писковацкий [и др.]. – Казань: КГЭУ, 2021–125 с.
3. Козлов А.Н., Козлов В.А., Мясоедов Ю.В. Релейная защита и автоматика электрических систем: учебное пособие / 3-е изд., испр. и доп. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2013 – 158с.

4.3 Дополнительная литература

1. Ершов, А.М. Релейная защита в системах электроснабжения: учебное пособие по лабораторным работам / А.М. Ершов, А.Н. Садовников. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 56 с

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Устройства защиты и автоматизации электромеханических систем	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=3355

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. Электротехническая библиотека «Элек.ру» https://www.elec.ru/library/info/
8. Netelectro. Новости электротехники, оборудование. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. https://netelectro.ru/
9. Электроцентр. http://electrocentr.info/

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: В-307 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используется аудитория: В-306 и аудитории в Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной подготовки к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации в девятом семестре: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине «Релейная защита и автоматика» проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Релейная защита и автоматика»: выполнили и защитили лабораторные работы, а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

Форма промежуточной аттестации в десятом семестре: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине «Релейная защита и автоматика» методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Релейная защита и автоматика»: выполнили и защитили лабораторные работы, а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«зачет»** и их описание:

Шкала оценивания	Критерий оценивания
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобре-

	тенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«экзамен»** и их описание:

Шкала оценивания	***Критерий оценивания***
Отлично	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*
Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

1. Подготовка к выполнению, проведение расчетов, оформление отчетов и защита всех лабораторных работ.

2. Выполнение промежуточного и итогового тестирования по основным разделам дисциплины в системе LMS.

7.3.2 Промежуточная аттестация (экзамен)

Промежуточная аттестация в форме **зачёта** проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра.

Промежуточная аттестация проводится в форме письменного **экзамена** с последующим собеседованием по материалам ответа.

Экзаменационный билет содержит два вопроса. Список вопросов, выносимых на экзамен, выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет студенту выделяется 40 минут. В процессе проведения собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса.

Вопросы к экзамену:

1. Назначение и виды технологической и системной автоматики. Релейная защита как первая ступень противоаварийной автоматики.
2. Требования, предъявляемые к устройствам защиты: селективность, быстродействие, надежность, чувствительность, выполнение функций резервирования.
3. Структурная схема защиты. Основные алгоритмы функционирования защит, понятие абсолютной и относительной селективности.
4. Измерительные преобразователи.
5. Назначение трансформаторов тока. Принцип действия, конструктивное выполнение.
6. Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты, погрешности.
7. Выбор трансформаторов тока для схем релейной защиты. Схемы соединения трансформаторов тока и измерительных органов защит.
8. Назначение трансформаторов напряжения. Принцип действия, конструктивное выполнение, типовые схемы соединения. Погрешности трансформаторов напряжения. Выбор трансформаторов напряжения для релейной защиты, их проверка.
9. Измерительные органы релейной защиты и автоматики на микроэлектронной элементной базе.
10. Измерительные органы одной и двух электрических величин.

Принципы действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины.

11. Максимальные токовые защиты с независимой и зависимой выдержкой времени, принцип действия. Примеры выполнения максимальных токовых защит. Расчет параметров. Область применения, достоинства и недостатки.
12. Токовые ступенчатые защиты. Принцип выполнения, расчет параметров, примеры схемных решений. Общая оценка токовых ступенчатых защит, область применения.
13. Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению. Принцип действия, расчет параметров, область применения.
14. Максимальная токовая направленная защита, назначение, принцип действия.

Пример схемы максимальной токовой направленной защиты, расчет параметров. Недостатки защиты и возможные способы их устранения. Область применения защиты.

15. Дистанционная защита. Принцип действия. Характеристики измерительных органов дистанционной защиты и определяющие их факторы. Структурная схема построения защиты. Поведение защиты при возникновении качаний в энергосистеме, принципы выполнения блокировок от качаний.

16. Расчет параметров срабатывания дистанционной защиты. Область применения, достоинства и недостатки.

17. Продольная и поперечная дифференциальные защиты. Принцип действия, причины возникновения токов небаланса, расчет параметров срабатывания, достоинства и недостатки, область применения.

18. Дифференциально-фазная защита. Принцип действия, область применения. Основные органы ДФЗ линий электропередачи и выбор параметров их настройки.

19. Поведение направленных защит с блокировкой при качаниях в ЭЭС и в неполнофазных режимах.

20. Защита линий от однофазных замыканий на землю.

21. Электрические величины, используемые для действия защит. Принципы выполнения защит.

22. Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов и автотрансформаторов.

23. Защиты трансформаторов от внутренних повреждений: токовая отсечка, дифференциальная защита, газовая защита. Причины погрешностей дифференциальной защиты, выбор тока срабатывания.

24. Защита от перегрузок. Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты трансформатора.

25. Защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор.

26. Защита генераторов. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов. Защиты генераторов от внутренних повреждений: продольная и поперечная дифференциальные защиты, защита от замыканий на землю. Защиты от внешних замыканий: максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению, токовая защита обратной последовательности, дистанционная защита. Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты генератора.

27. Особенности защиты блоков генератор-трансформатор (автотрансформатор).

28. Защита электродвигателей. Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей. Защита от внутренних повреждений. Защита от перегрузок.

29. Структурная схема защиты электродвигателя. Особенности защиты синхронных двигателей.

Виды повреждений и требования, предъявляемые к защите. Принципы выполнения защит: токовый, дистанционный, дифференциальный.

30. Дифференциальная токовая и дифференциальная токовая с торможением защита двойной системы шин с фиксированным присоединением элементов. Защита шин генераторного напряжения.

31. Резервирование действия защит.Способы резервирования. Достоинства и недостатки ближнего и дальнего резервирования.

32. Принципы выполнения схем устройств резервирования при отказе выключателя (УРОВ).

33. Вспомогательные функции цифровой релейной защиты. Фиксация места повреждения. Контроль исправности цифровых защит.

34. Особенности эксплуатации микропроцессорных защит и автоматики.

35. Надежность функционирования систем с цифровыми реле. Помехозащищенность цифровых реле

36. Современные средства и методы проверки устройств релейной защиты и автоматики.

Основные характеристики установок. Испытательные установки и устройства для проверки простых защит.

37. Методы и средства моделирования режимов работы и автоматики энергосистем.

38. Краткая характеристика аппаратно-программных комплексов моделирования энергосистем, их достоинства и недостатки.

39. Автоматическое повторное включение (АПВ) элементов в энергосистемах.

Назначение и виды АПВ: АПВ линий с односторонним питанием; трехфазное АПВ линий с двухсторонним питанием; АПВ шин и трансформаторов; однофазное АПВ; АПВ электродвигателей.

40. Принципы и средства реализации различных АПВ. Автоматическое включение резервного (АВР) питания и оборудования в энергосистемах.

41. Автоматическая синхронизация синхронных машин.

42. Принципы и средства реализации автоматической самосинхронизации генераторов в энергосистемах.

Анализ процесса и условий точной синхронизации генератора.

43. Принципы и средства реализации автоматической точной синхронизации генераторов в энергосистемах.

44. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) в энергосистемах. Методика расчета и способы реализации АЧР.

45. Принципы и средства реализации АЧР и частотного АПВ. Регулирование напряжения и реактивной мощности в энергосистемах.

46. АРВ с компаундированием, в том числе фазовым и управляемым, электромагнитным корректором напряжения, в том числе двухсистемным, их операторные функциональные схемы и характеристики;

47. АРВ с высокочастотной системой возбуждения, операторная функциональная схема АРВ и его характеристики; АРВ сильного действия, его операторные функциональные схемы и характеристики.

48. Принципы и средства реализации различных видов и типов АРВ. Групповое управление возбуждением генераторов.

49. Принципы и средства реализации различных видов автоматических статических регуляторов напряжения и реактивной мощности в энергосистемах.

50. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в энергосистемах.

51. Противоаварийная автоматика энергосистем. Методы, способы и принципы реализации различных видов противоаварийного управления в энергосистемах.

52. Принципы и средства реализации автоматики предотвращения и прекращения асинхронного режима в энергосистемах.

53. Принципы и средства реализации автоматического аварийного управления мощностью турбин.

54. Принципы и средства реализации противоаварийной автоматики ограничения частоты, напряжения, перетоков мощности и др.