

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»**  
**в г. Апатиты**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.07 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**

---

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы**  
**по направлению подготовки**

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**направленность (профиль) «Высоковольтные электроэнергетика и**  
**электротехника»**

---

(код и наименование направления подготовки  
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

**высшее образование – бакалавриат**

---

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**бакалавр**

---

квалификация

**очная**

---

форма обучения

**2019**

---

год набора

**Составитель:**  
Морозов И.Н., канд. техн. наук, доцент  
кафедры физики, биологии и  
инженерных технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,  
биологии и инженерных технологий  
(протокол № 9 от 30 мая 2019 г.)

Зав. кафедрой



подпись

Николаев В.Г.

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) – Целью изучения дисциплины является формирование знаний о принципах организации и технической реализации релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.**

**Задачей** изучения дисциплины является усвоение студентами основных принципов выполнения защит, как отдельных элементов, так и системы в целом, а также основных положений по расчету систем релейной защиты

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

**- знать:**

- историю развития, область применения и инновационные тенденции совершенствования средств РЗА;
- основные понятия и принципы построения релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения;
- физические явления в аппаратах РЗА и основы теории их функционирования;
- элементную базу, характеристики, эксплуатационные требования и регулировочные свойства современных средств релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения;
- структурные и упрощённые принципиальные схемы основных типов систем РЗА;

**- уметь:**

- применять электромеханические, электронные и микропроцессорные средства РЗА для контроля значений электрических величин с целью защиты электроэнергетических объектов;
- использовать современные информационные и телекоммуникационные технологии для повышения надёжности, чувствительности и селективности средств РЗА;
- выбирать и реализовывать эффективные режимы работы средств РЗА по заданным методикам;
- правильно эксплуатировать средства РЗА энергетических объектов, проводить ремонтные и профилактические работы;
- осуществлять оперативные изменения схем и основных параметров (уставок) средств РЗА в соответствии с требованиями нормативных документов
- составлять и оформлять оперативную документацию, предусмотренную правилами эксплуатации средств РЗА;
- обосновывать принятые технические решения на основе анализа их технологических, экономических и экологических последствий;

**- владеть:**

- методами расчёта основных параметров и характеристик средств РЗА;
- навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации в сфере релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения;
- методиками проектирования наиболее распространённых средств РЗА;
- навыками проведения стандартных испытаний и регулировки средств РЗА;
- способностью формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде технического отчёта с его публичной защитой;
- информацией о российских и зарубежных инновационных разработках в изучаемой предметной области.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

– способен определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-3).

## 3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является обязательным.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- теоретические основы электротехники,
- электроэнергетические системы и сети,
- электротехническое и конструкционное материаловедение,

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.  
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
4	8	2	72	20	20	20	60	-	12	-	-	Зачет
<b>Итого:</b>		<b>2</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>Зачет</b>

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.

№	Контактная работа	Вс	ег	Из	них	К	ол
---	-------------------	----	----	----	-----	---	----

п/п	Наименование раздела, темы	ЛК	ПР	ЛБ			
1	Назначение РЗА	4	4	-	8	-	-
2	Элементная база РЗА	4	4	-	8	-	2
3	Основные типы релейных защит	4	4	-	8	-	2
4	Резервирование при отказах защит и выключателей	4	4	6	14	-	4
5	Автоматизация в электроэнергетических системах	4	4	14	22	-	4
	Итого:	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>-</b>	<b>12</b>

### **Содержание разделов дисциплины**

#### **Раздел 1. Назначение РЗА**

*Тема 1. Функции и свойства устройств РЗ. Первичные измерительные преобразователи.*

Единая энергетическая система ЕЭС России. Принципы построения автоматизированной системы управления (АСУ) ЕЭС. Основные виды автоматических устройств в ЭЭС и их назначение. Технический, экономический и экологический эффект внедрения автоматических устройств. РЗ как один из видов противоаварийной автоматики. Структура устройств защиты и ее основные функциональные элементы, их реализация на различных элементных базах. Функции и свойства РЗ, общие принципы действия защиты с абсолютной и относительной селективностью, основные и резервные защиты, ближнее и дальнее резервирование.

Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы в сетях с изолированной и заземленной нейтралью. Требования, предъявляемые к РЗ линий электропередач.

Первичные измерительные преобразователи (трансформаторы тока и напряжения) в устройствах РЗ. Источники оперативного тока.

#### **Раздел 2. Элементная база РЗА.**

*Тема 1. Токовые защиты в сетях с односторонним питанием*

Структурная схема токовой защиты. Токовые ступенчатые защиты: выбор параметров срабатывания, оценка защитоспособности и чувствительности защит, включенных на полные фазные токи. Способы выполнения и включения измерительных реле тока. Условное графическое обозначение в схемах РЗ в соответствии с ГОСТ. Оценка токовых защит и область их применения.

#### **Раздел 3. Основные типы релейных защи.**

*Тема 1. Защиты линий с двухсторонним питанием. Защиты линий с абсолютной селективностью*

Токовые направленные защиты: особенности выбора параметров токовых направленных защит, включенных на полные токи фаз и составляющие нулевой последовательности. Способы выполнения и включения реле направления мощности. Оценка и область применения токовых направленных защит.

Дистанционные защиты: способы выполнения и включения реле сопротивления, выбор параметров срабатывания, влияние качаний в энергосистеме на работу дистанционной защиты, оценка защиты и область применения.

Принципы выполнения защит с абсолютной селективностью. Виды каналов связи. Дифференциальная токовая защита: Продольная дифференциальная токовая защита с проводными каналами связи, ток небаланса в установившемся и переходном режимах, выбор параметров срабатывания и способы повышения ее чувствительности. Принцип выполнения дифференциально-фазной защиты линий с высокочастотным каналом связи. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита линий. Оценка и область применения защит линий с абсолютной селективностью. Состав и конструктивное выполнение защит типов ШДЭ 2801,2802. Орган тока Т-103. Орган направления мощности М104. Орган выявления неисправности в цепях ЗУ0. Логическая часть ТЗНП. Расчет ТЗНП. Направленная высокочастотная защита линии типа ПДЭ-2802. Структурная схема. Назначение ПДЭ 2802, расчет уставок.

#### ***Раздел 4. Резервирование при отказах защит и выключателей***

*Защита трансформаторов и автотрансформаторов.* Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов, требования, предъявляемых их защите.

Дифференциальная токовая защита, особенности ее выполнения, повышение чувствительности и защитоспособности при использовании разных методов отстройки от бросков токов намагничивания и токов небаланса при внешних коротких замыканиях. Газовая защита трансформаторов.

Резервные защиты от внешних коротких замыканий и перегрузок. Особенности выполнения защит трех обмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.

Защита трансформаторов, установленных в схемах распределительных устройств без выключателей на стороне высшего напряжения.

Особенности расчета уставок микропроцессорной релейной защиты трансформаторов и автотрансформаторов. МПРЗ трансформаторов типа «Сириус».

#### *Тема 2. Защита синхронных генераторов.*

Особенности выполнения защиты блока генератор-трансформатор. Релейные защиты генераторов и блоков типа ШЭ 1111-1113.

#### *Тема 3. Защита шин, электродвигателей, синхронных компенсаторов:*

Виды повреждений шин, требования, предъявляемые к их защите. Способы реализации защиты шин. Выполнение дифференциальной токовой защиты шин при различных схемах сборных шин.

Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей. Защита от многофазных коротких замыканий и замыканий на землю.

Защита электродвигателей от перегрузок и понижения напряжения. Особенности выполнения релейной защиты синхронных компенсаторов.

#### ***Раздел 5. Автоматизация в электроэнергетических системах.***

##### *Тема 1. Автоматическое повторное включение объектов ЭЭС, автоматическое включение резервного источника питания*

Автоматическое повторное включение (АПВ) линий электропередачи, шин и трансформаторов. Виды АПВ и область их применения, требования к устройствам АПВ.

Автоматическое включение резервного питания (АВР): назначение, требования к устройствам, способы реализации.

##### *Тема 2. Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности в ЭЭС*

Назначение автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности (АРН и РМ) в электрических системах. Допустимые по ГОСТ отклонения напряжения. Требования, предъявляемые к устройствам АРН и РМ, регулируемые объекты: трансформаторы с устройством регулирования напряжения под нагрузкой (УРНП) и статические источники реактивной мощности (ИРМ). Принцип действия и способ выполнения автоматических регуляторов. Автоматический регулятор коэффициента трансформации понижающих трансформаторов.

*Тема 3. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в ЭЭС.  
Противоаварийная автоматика ЭЭС:*

Назначение автоматического регулирования частоты и активной мощности в ЭЭС (АРЧ и АМ), допустимые по ГОСТ отклонения частоты. Требования к устройствам АРЧ и АМ.

Назначение и основные требования, предъявляемые к противоаварийной автоматике (ПА). Аварийные ситуации и способы воздействия на режим работы энергосистемы. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР): основные понятия и определения, требования к системе АЧР, статические и динамические характеристики энергосистемы. Примеры функционирования комплекса устройств ПА при ликвидации последствий аварийных ситуаций.

**Практические занятия (семинары)**

Тема
Короткие замыкания и несимметричные режимы электроэнергетических систем и основных электроприёмников. Способы обеспечения требований, предъявляемых к релейной защите. вопросов курсового проектирования и итоговой аттестации.
Элементная база РЗА, классификация устройств РЗА. Трансформаторы тока и напряжения в схемах РЗА.
Токовые защиты (отсечка, МТЗ, токовая ступенчатая защита). Токовая защита с пуском/блокировкой по напряжению.
Токовая направленная защита; реле направления мощности.
Дистанционная защита; реле сопротивления.
Дифференциальные токовые защиты (продольная, поперечная, поперечная направленная). Дифференциально-фазная защита.
Защиты от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю.
Ближнее и дальнее резервирование. Устройства резервирования при отказах выключателей (УРОВ).
Автоматизация в электроэнергетических системах. Устройства АПВ, АВР, АЧР, автоматической синхронизации и др.

**6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Основная литература:**

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения Высшая школа , 2007 Физ. характеристика: 639 с. (11 экз.)
2. Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем. МЭИ , 2010 Физ. характеристика: 336 с. (7 экз.)

**Дополнительная литература:**

1. Ершов Ю. А. , Халезина О. П. , Малеев А. В. ,Перехватов Д. П. Электроэнергетика: релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие. Сибирский федеральный университет, 2012. 68 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=363895](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=363895)
2. Захаров О. Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки. Инфра-Инженерия, 2014. 128 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=234786](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=234786)

3. Гуревич В.И. Устройства электропитания релейной защиты: проблемы и решения. Инфра-Инженерия, 2013. 288 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=144809](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=144809)
4. Плащанский Л. А. Основы электроснабжения: Раздел "Релейная защита электроустановок": учебное пособие. Московский государственный горный университет, 2008. 143 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=99348](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=99348)

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);
- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);
- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

### **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

### **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

### **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Электронная база данных Scopus.

### **7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>
2. Электронный справочник "Информιο" для высших учебных заведений  
<http://www.informio.ru/>

### **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрено.

### **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.

**Приложение 1 к РПД Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**  
**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**Направленность (профиль) – Высоковольтные электроэнергетика и электротехника**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора - 2019**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
5.	Форма обучения	Очная
6.	Год набора	2019

**1. Методические рекомендации.**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и лабораторные / семинарские занятия.

**1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий.**

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит

больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

## **1.2. Методические рекомендации по подготовке к семинарским (практическим занятиям)**

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и

обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

### **1.3. Методические рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и

ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### **1.4. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена**

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в МАГУ балльно-рейтинговой системы подготовка к экзамену включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные преподавателем основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

#### **1.5. Методические рекомендации по подготовке доклада**

Алгоритм создания доклада:

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

### **1.6. Методические рекомендации по составлению глоссария**

1. Внимательно прочитайте и ознакомьтесь с текстом. Вы встретите в нем много различных терминов, которые имеются по данной теме.

2. После того, как вы определили наиболее часто встречающиеся термины, вы должны составить из них список. Слова в этом списке должны быть расположены в строго алфавитном порядке, так как глоссарий представляет собой не что иное, как словарь специализированных терминов.

3. После этого начинается работа по составлению статей глоссария. Статья глоссария - это определение термина. Она состоит из двух частей: 1. точная формулировка термина в именительном падеже; 2. содержательная часть, объемно раскрывающая смысл данного термина.

При составлении глоссария важно придерживаться следующих правил:

- стремитесь к максимальной точности и достоверности информации;
- старайтесь указывать корректные научные термины и избегать всякого рода жаргонизмов. В случае употребления такового, дайте ему краткое и понятное пояснение;
- излагая несколько точек зрения в статье по поводу спорного вопроса, не принимайте ни одну из указанных позиций. Глоссарий - это всего лишь констатация имеющихся фактов;
- также не забывайте приводить в пример контекст, в котором может употребляться данный термин;
- при желании в глоссарий можно включить не только отдельные слова и термины, но и целые фразы.

### **1.7 Рекомендации по составлению опорного конспекта**

Опорный конспект – это развернутый план ответа на теоретический вопрос. Правильно составленный опорный конспект должен содержать все то, что в процессе ответа будет устно обозначено. Это могут быть схемы, графики, таблицы.

Основные требования к содержанию опорного конспекта: полнота (в нем должно быть отражено все содержание вопроса) и логически обоснованная последовательность изложения.

*Основные требования к форме записи опорного конспекта:*

1) Лаконичность.

Опорный конспект должен быть минимальным, чтобы его можно было воспроизвести за 6 – 8 минут. По объему он должен составлять примерно один полный лист.

2) Структурность.

Весь материал должен располагаться малыми логическими блоками, т.е. должен содержать несколько отдельных пунктов, обозначенных номерами или строчными пробелами.

3) Акцентирование.

Для лучшего запоминания основного смысла опорного конспекта, главную идею выделяют рамками различных цветов, различным шрифтом, различным расположением слов (по вертикали, по диагонали).

4) Унификация.

При составлении опорного конспекта используются определённые аббревиатуры и условные знаки, часто повторяющиеся в курсе данного предмета.

5) Автономия.

Каждый малый блок (абзац), наряду с логической связью с остальными, должен выражать законченную мысль, должен быть аккуратно оформлен (иметь привлекательный вид).

6) Оригинальность.

Опорный конспект должен быть оригинален по форме, структуре, графическому исполнению, благодаря чему, он лучше сохраняется в памяти. Он должен быть наглядным и понятным.

7) Взаимосвязь.

Текст опорного конспекта должен быть взаимосвязан с текстом учебника, что также влияет на усвоение материала.

*Примерный порядок составления опорного конспекта*

- 1) Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
- 2) Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
- 3) Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
- 4) Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
- 5) Составление опорного конспекта.

По итогам обучения материала предлагается проведение промежуточного тестирования знаний, так как на дисциплине, раскрывающей: основные понятия релейной защиты и автоматики, логику действия и требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты, основные компоненты устройств релейной защиты и автоматики, токовые защиты с относительной селективностью, используемые в сетях с односторонним питанием, формируется успешность освоения дальнейшего более сложного материала.

В качестве оценки знаний, приобретенных при изучении дисциплины «Релейная защита электроэнергетических систем», учитывая традиционную значимость дисциплины в подготовке специалиста-электроэнергетика, наибольшее значение имеет приобретение студентом навык выбора и расчета уставок устройств релейной защиты и автоматики. С этой целью в качестве проверки знаний предлагается комплексное решение такой задачи на примере объекта электроэнергетической системы, как:

- синхронный генератор,
- двухобмоточный трансформатор,
- трехобмоточный трансформатор или автотрансформатор,
- линии электропередачи,
- высоковольтный двигатель,
- синхронный компенсатор.

Данная задача может быть решена как с использованием справочной и нормативной литературы, с использованием программного обеспечения для расчета аварийных режимов объекта, так и вручную. Объем задачи предусматривает 7-10 страниц рукописного текста.

### **Тематика и планы аудиторной работы студентов по изученному материалу** (практические и семинарские занятия)

Курс «Релейная защита электроэнергетических систем», являющийся базовой дисциплиной профессионального цикла подготовки бакалавров направления 140200 «Электроэнергетика и электротехника», включает в себя кроме теоретического курса практические занятия, посвященных решению задач по: расчетам аварийных режимов электроэнергетических систем; выбору оборудования для подключения релейной защиты и проверке правильности его работы; расчетам уставок релейной защиты объектов электроэнергетической системы.

## 1. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

Реферативная работа предлагается студентам при изучении части дисциплины, посвященной основным устройствам автоматического управления и регулирования в электроэнергетической системе. Работа предполагает более глубокое изучение предложенного теоретического материала, а также изучение современного оборудования и перспективных направлений развития автоматики ЭЭС.

Реферат должен быть представлен в виде основной части объемом 15-20 страниц формата А4 при использовании не менее 5 источников, включая периодические и электронные издания.

### *Темы рефератов:*

1. Современное состояние единой энергосистемы Российской Федерации. Актуальность создания единой диспетчерской службы энергосистемы России.
  2. Структура устройств релейной защиты.
  3. Первичные измерительные преобразователи в РЗ и А.
  4. Токовые ступенчатые защиты линий электропередачи в комплектах микропроцессорной РЗ.
  5. Особенности защит с абсолютной селективностью.
  6. РЗ, реагирующая на два параметра состояния электрической системы.
  7. Устройства микропроцессорной РЗ в распределительных сетях 6-10кВ.
  8. Устройства микропроцессорной РЗ в 110-220кВ.
  9. Газовые защиты трансформаторов.
  10. Микропроцессорные защиты трансформаторов.
  11. Защиты блоков генератор-трансформатор от междуфазных КЗ.
  12. Защиты блоков генератор-трансформатор от внешних КЗ.
  13. Защиты блоков генератор-трансформатор от однофазных КЗ.
  14. Защиты шин подстанций.
  15. Микропроцессорные защиты высоковольтных двигателей.
  16. АПВ объектов электроэнергетических систем.
  17. АВР в энергосистемах.
  18. Автоматические регуляторы напряжения в электрических сетях.
  19. Автоматические регуляторы частоты и активной мощности в электроэнергетических системах.
1. Противоаварийная автоматика в районных электрических сетях.

### **Темы для самостоятельного изучения**

Объем самостоятельной работы составляет 68 часов. В качестве разделов самостоятельной работы студентам предлагается:

- изучение теоретического материала;
- написание реферата по тематике изучения современных образцов релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетической системы.

### **Содержание и объем самостоятельной работы студентов**

№ раз дела	Самостоятельное изучение разделов дисциплины
1	Векторные диаграммы для к.з. и несимметричных режимов. Взаимосвязь требований, предъявляемых к релейной защите.
2	Сравнительная характеристика устройств РЗА на различной элементной базе. Схемы замещения трансформаторов тока и напряжения. Типовые схемы соединения трансформаторов тока и реле.

3	Относительная и абсолютная селективность релейной защиты. Применение различных типов релейной защиты в электроэнергетических системах. Логическая защита.
4	Ближнее и дальнее резервирование. Устройства резервирования при отказах выключателей (УРОВ). Делительная защита. Дуговая защита.
5	Требования, предъявляемые к устройствам АПВ, АВР, АЧР, автоматической синхронизации и др. Виды и оборудование систем телемеханики.

### Практические занятия

№ занятия	Тема
1	<p>Короткие замыкания и несимметричные режимы электроэнергетических систем и основных электроприёмников. Способы обеспечения требований, предъявляемых к релейной защите. вопросов курсового проектирования и итоговой аттестации.</p> <p><i>Литература:</i> [1-56-101].</p> <p><i>Вопросы для самоконтроля</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Каковы задачи комплексной автоматизации электрических систем?</li> <li>Каковы основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты и автоматики?</li> </ol> <p>Элементная база РЗА, классификация устройств РЗА. Трансформаторы тока и напряжения в схемах РЗА.</p> <p><i>Литература:</i> [1-212-258].</p> <p><i>Вопросы для самоконтроля</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Каковы основные виды повреждений и нарушений режимов работы объектов ЭЭС?</li> <li>Чему равны коэффициенты схемы для различных соединений трансформаторов тока.</li> <li>Как выставляется уставка на микроэлектронных реле.</li> </ol>
2	<p>Токовые защиты (отсечка, МТЗ, токовая ступенчатая защита). Токовая защита с пуском/блокировкой по напряжению.</p> <p><i>Литература:</i> [1-258-278].</p> <p><i>Вопросы для самоконтроля</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Из каких основных органов состоит максимальная токовая защита?</li> <li>Что называется током срабатывания и током возврата реле?</li> <li>В чем отличие максимальной токовой защиты от токовой отсечки?</li> <li>Как определяется выдержка времени максимальной токовой защиты?</li> <li>Для какой цели в схемах защит применяются промежуточные реле?</li> <li>Чему равен коэффициент чувствительности максимальных токовых защит?</li> <li>Зачем применяется пуск минимального напряжения?</li> <li>Чем характеризуются основная и резервная защиты?</li> <li>Какие требования предъявляются к зоне действия резервной защиты?</li> <li>Какие защиты применяются в качестве основных для сетей напряжений 35 и 110</li> </ol>
3	<p>Токовая направленная защита; реле направления мощности.</p> <p><i>Литература:</i> [1-283-346].</p> <p><i>Вопросы для самоконтроля</i></p> <p>Дистанционная защита; реле сопротивления.</p>

№ занятия	Тема
	<p><i>Литература:</i> [1-347-378].</p> <p><i>Вопросы для самоконтроля</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В чем основные достоинства дистанционных защит?</li> <li>2. Как проводится согласование выдержек времени дистанционных защит со ступенчатой характеристикой?</li> <li>3. Каковы основные характеристики срабатывания реле сопротивления?</li> <li>4. Схемы включения дистанционных органов защиты.</li> <li>5. Как рассчитать уставки трехступенчатой дистанционной защиты и выставить их на реле?</li> </ol>
4	<p>Дифференциальные токовые защиты (продольная, поперечная, поперечная направленная). Дифференциально-фазная защита.</p> <p><i>Литература:</i> [1-412-478].</p> <p><i>Вопросы для самоконтроля</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В каких случаях применяются специальные защиты шин?</li> <li>2. Как выбирается ток срабатывания дифференциальной защиты шин?</li> <li>3. От какого тока отстраивается токовая отсечка в защите шин?</li> </ol> <p>Защиты от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю.</p> <p><i>Литература:</i> [1-478-530].</p> <p><i>Вопросы для самоконтроля</i></p>
5	<p>Ближнее и дальнее резервирование. Устройства резервирования при отказах выключателей (УРОВ).</p> <p><i>Литература:</i> [1-531-542].</p> <p><i>Вопросы для самоконтроля</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы резервирования.</li> <li>2. Устройства резервирования при отказах выключателей</li> </ol> <p>Автоматизация в электроэнергетических системах. Устройства АПВ, АВР, АЧР, автоматической синхронизации и др.</p> <p><i>Литература:</i> [1-543-605].</p> <p><i>Вопросы для самоконтроля</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что дает ускорение действия защиты при АПВ?</li> <li>2. В чем преимущества АПВ с улавливанием синхронизма перед несинхронным АПВ?</li> <li>3. Для чего необходимо контролировать отсутствие напряжения на шинах?</li> <li>4. Когда применяются устройства ОАПВ?</li> <li>5. В чем отличие действия избирательных органов ОАПВ для тупиковых линий и линий с двухсторонним питанием?</li> <li>6. В чем особенности работы устройств АВР на подстанциях с синхронным компенсатором?</li> <li>7. Как проводится расчет уставок АВР?</li> <li>8. В чем состоит согласование выдержек времени схем АВР?</li> <li>9. Как обеспечивается однократность работы устройств АВР?</li> <li>10. В чем особенность расчета уставок АВР для обеспечения самозапуска</li> </ol>

№ занятия	Тема
	двигателей?

**Приложение 2 к РПД Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем**  
**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**Направленность (профиль) – Высоковольтные электроэнергетика и электротехника**  
**Форма обучения – очная**  
**Год набора - 2019**

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**1. Общие сведения**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
5.	Форма обучения	Очная
6.	Год набора	2019

**2. Перечень компетенций**

– способен определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-3).

### 1. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Назначение РЗА	ПК-3	основные принципах выполнения релейной защиты, а также особенности их использования для осуществления защиты отдельных элементов электрической системы;	использовать полученные знания при освоении смежных дисциплин и в работе по окончании вуза	навыками проектирования систем релейной защиты	<i>Тест</i>
2. Элементная база РЗА	ПК-3	основные принципах выполнения релейной защиты, а также особенности их использования для осуществления защиты отдельных элементов электрической системы;	использовать полученные знания при освоении смежных дисциплин и в работе по окончании вуза	навыками проектирования систем релейной защиты	<i>Доклад, решение задач, тест</i>
3. Основные типы релейных защит	ПК-3	основные принципах выполнения релейной защиты, а также особенности их использования для осуществления защиты отдельных элементов электрической системы;	использовать полученные знания при освоении смежных дисциплин и в работе по окончании вуза	навыками проектирования систем релейной защиты	<i>Доклад, решение задач, презентация, тест</i>
4. Резервирование при отказах защит и выключателей	ПК-3	основные принципах выполнения релейной защиты, а также особенности их использования для осуществления защиты отдельных элементов электрической системы;	использовать полученные знания при освоении смежных дисциплин и в работе по окончании вуза	навыками проектирования систем релейной защиты	<i>Доклад, решение задач, тест</i>
5. Автоматизация в электроэнергетических системах	ПК-3	основные принципах выполнения релейной защиты, а также особенности их использования для осуществления защиты отдельных элементов электрической системы;	использовать полученные знания при освоении смежных дисциплин и в работе по окончании вуза	навыками проектирования систем релейной защиты	<i>Доклад, решение задач, презентация, тест</i>

## Критерии и шкалы оценивания

### 1. Презентация (критерии оценки презентации)

<b>Структура презентации</b>	<b>Максимальное количество баллов</b>
<b>Содержание</b>	
Сформулирована цель работы	0,5
Понятны задачи и ход работы	0,5
Информация изложена полно и четко	0,5
Иллюстрации усиливают эффект восприятия текстовой части информации	0,5
Сделаны выводы	0,5
<b>Оформление презентации</b>	
Единый стиль оформления	0,5
Текст легко читается, фон сочетается с текстом и графикой	0,5
Все параметры шрифта хорошо подобраны, размер шрифта оптимальный и одинаковый на всех слайдах	0,5
Ключевые слова в тексте выделены	0,5
<b>Эффект презентации</b>	
Общее впечатление от просмотра презентации	0,5
<b>Мах количество баллов</b>	<b>5</b>
<b>Окончательная оценка:</b>	

### 2. Критерии оценки доклада

<b>Баллы</b>	<b>Характеристики ответа студента</b>
5	<ul style="list-style-type: none"><li>- студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li><li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li><li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li><li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- свободно владеет понятиями</li></ul>
3	<ul style="list-style-type: none"><li>- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы;</li><li>- не допускает существенных неточностей;</li><li>- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;</li><li>- аргументирует научные положения;</li><li>- делает выводы и обобщения;</li><li>- владеет системой основных понятий</li></ul>
2	<ul style="list-style-type: none"><li>- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы;</li><li>- допускает несущественные ошибки и неточности;</li><li>- испытывает затруднения в практическом применении знаний;</li></ul>

	- слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой понятий
0	- студент не усвоил значительной части проблемы; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений; - не владеет понятийным аппаратом

### 3. Тест

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов за решенный тест	0,5	1	2

### 4. Решение задач

5 балла выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 балла выставляется, если студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

2 балла выставляется, если студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировав их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

***Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы***

#### ***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;

### Типовая задача (пример)

Определить  $F_n$ ,  $x_p$ ,  $z_p$  и  $\gamma_p$  промежуточного реле 110 в переменного тока типа МКУ-48 при пуске, т. е. в первый момент подачи напряжения на катушку реле и после его срабатывания, по следующим данным:  $r_p = 650 \text{ ом}$ ;  $\omega_p = 6000 \text{ витков}$ ;  $I_{\text{пуск}} = 0,058 \text{ а}$ ;  $I_{\text{с.р}} = 0,044 \text{ а}$ .

*Решение.* Определяем параметры реле при пуске по выражениям (1-9), (1-3), (1-7):

$$F_{\text{н.пуск}} = I_{\text{пуск}} \omega_p = 0,058 \cdot 6000 = 348 \text{ а};$$

$$z_{\text{р.пуск}} = \frac{U_{\text{ном}}}{I_{\text{пуск}}} = \frac{110}{0,058} = 1895 \text{ ом};$$

$$\cos \gamma_{\text{р.пуск}} = \frac{r_p}{z_{\text{р.пуск}}} = \frac{650}{1895} = 0,343;$$

$$\gamma_{\text{р.пуск}} = 70^\circ;$$

$$x_{\text{р.пуск}} = z_{\text{р.пуск}} \sin \gamma_{\text{р.пуск}} = 1895 \sin 70^\circ = 1895 \cdot 0,94 = 1780 \text{ ом}.$$

2. Аналогично определяем параметры реле в его сработавшем состоянии:

$$F_{\text{н.ср}} = 0,044 \cdot 6000 = 264 \text{ а};$$

$$z_{\text{р.ср}} = \frac{110}{0,044} = 2500 \text{ ом};$$

$$\cos \gamma_{\text{р.ср}} = \frac{650}{2500} = 0,26;$$

$$\gamma_{\text{р.ср}} = 75^\circ;$$

$$x_{\text{р.ср}} = 2500 \sin 75^\circ = 2410 \text{ ом}.$$

### *Презентация: алгоритм и рекомендации по созданию презентации*

Алгоритм создания презентации

- 1 этап – определение цели презентации
- 2 этап – подробное раскрытие информации,
- 3 этап - основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:

- первый слайд – титульный. Предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;
  - на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;
  - все оставшиеся слайды имеют информативный характер.
- Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

Рекомендации по созданию презентации:

1. Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
2. Тщательно структурированная информация.
3. Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
4. Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
5. Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.

6. Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
7. Графика должна органично дополнять текст.
8. Выступление с презентацией длится не более 10 минут;

### ***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.

### ***Примерные темы докладов***

Раздел 1. Тема 1. *Основные виды автоматических устройств в ЭЭС и их назначение.*

*Функции и свойства устройств РЗ. Первичные измерительные преобразователи*

1. Каковы задачи комплексной автоматизации электрических систем?
2. Каковы основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты и автоматики?
3. Каковы основные виды повреждений и нарушений режимов работы объектов ЭЭС?
4. Чему равны коэффициенты схемы для различных соединений трансформаторов тока.
5. Как выставляется уставка на микроэлектронных реле.

Раздел 2. Тема 1. *Токовые защиты в сетях с односторонним питанием*

1. Из каких основных органов состоит максимальная токовая защита?
2. Что называется током срабатывания и током возврата реле?
3. В чем отличие максимальной токовой защиты от токовой отсечки?
4. Как определяется выдержка времени максимальной токовой защиты?
5. Для какой цели в схемах защит применяются промежуточные реле?
6. Чему равен коэффициент чувствительности максимальных токовых защит?
7. Зачем применяется пуск минимального напряжения?
8. Чем характеризуются основная и резервная защиты?
9. Какие требования предъявляются к зоне действия резервной защиты?
10. Какие защиты применяются в качестве основных для сетей напряжений 35 и 110

Раздел 3. Тема 1. *Защиты линий с двухсторонним питанием. Защиты линий с абсолютной селективностью*

1. Почему в сетях с большим током замыкания на землю на линиях применяется отдельная защита от однофазных коротких замыканий?
2. В чем заключается принцип действия токовой направленной защиты?
3. Каков принцип расстановки органов направления мощности в кольцевой сети с одним источником питания?
4. Что такое "мертвая зона" у направленной токовой защиты и как ее подсчитать?
5. В чем основные достоинства дистанционных защит?
6. Как проводится согласование выдержек времени дистанционных защит со ступенчатой характеристикой?
7. Каковы основные характеристики срабатывания реле сопротивления?
8. Схемы включения дистанционных органов защиты.
9. Как рассчитать уставки трехступенчатой дистанционной защиты и выставить их на реле?
10. Укажите основные отличия дифференциальной защиты линий от других видов защиты.
11. Объясните причины возникновения токов небаланса в дифференциальной защите.

12. Чем определяется зона каскадного действия поперечной дифференциальной направленной защиты?
13. Для какой цели на параллельных линиях, защищенных поперечной дифференциальной защитой, должна быть предусмотрена дополнительная резервная защита?
14. Объясните принципы действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты и направленной фильтровой высокочастотной защиты.
15. В чем основное преимущество высокочастотной защиты перед дистанционной защитой линии?

#### Раздел 4. Тема 1. *Защита трансформаторов и автотрансформаторов*

1. Почему газовая защита не может быть основной защитой трансформатора?
2. Почему в дифференциальной защите трансформаторов вторичные обмотки трансформаторов тока на стороне обмотки, соединенной в звезду, соединяются в треугольник, а на стороне треугольника - в звезду?
3. В каких случаях целесообразно применять для трансформаторов максимальную токовую защиту с пуском минимального напряжения?
4. Как осуществляется отстройка в дифференциальной защите от бросков тока намагничивания?
5. Почему в дифференциальной защите трансформаторов токи небаланса имеют повышенное значение по сравнению с этими же токами в дифференциальной защите генератора?
6. Почему для трансформаторов более желательна дифференциальная защита с торможением в отличие от защиты генераторов?
7. Как осуществляется защита трансформаторов, не имеющих выключателей на стороне высшего напряжения?

#### Раздел 4. Тема 2. *Защита синхронных генераторов*

1. Как выбирается ток срабатывания продольной дифференциальной защиты генератора?
2. Почему на генераторах большой мощности целесообразно применять защиту обратной последовательности?
3. Для чего применяется устройство гашения поля генератора?
4. Как действует защита цепей ротора при замыканиях на землю в двух точках?
5. Способы повышения чувствительности в защите генератора от замыкания на землю в обмотке статора.
6. Как выполняется защита генераторов, реагирующая на ток обратной последовательности? Чем опасны токи обратной последовательности для генератора?
7. В каких случаях целесообразно устанавливать кроме общей продольной дифференциальной защиты блока отдельную дифференциальную защиту генератора и трансформатора?
8. Есть ли необходимость в дифференциальной защите блока генератор- трансформатор отстраиваться от бросков тока намагничивания?
9. Как выполняется защита от замыканий на землю в блоках генератор- трансформатор?
10. Какие напряжения (фазные или линейные) следует подводить к реле минимального напряжения защиты от сверхтоков, вызванных внешними короткими замыканиями?

#### Раздел 4. Тема 3. *Защита шин, электродвигателей, синхронных компенсаторов*

1. От какого тока отстраивается защита от междуфазных коротких замыканий?
2. В каких случаях требуется установка на двигателях защиты от замыканий на землю? От какого тока отстраивается защита?
3. В каких случаях применяют защиту минимального напряжения?
4. Объясните явление самозапуска асинхронных двигателей и порядок его расчета.
5. Как выбирают выдержку времени в защите двигателя от перегрузки?
6. Как ведет себя асинхронный двигатель при симметричном и несимметричном понижении напряжения на его зажимах?

7. Как выполняется защита от асинхронного режима на синхронных двигателях? Какую опасность представляет длительный асинхронный режим?
8. В каких случаях применяются специальные защиты шин?
9. Как выбирается ток срабатывания дифференциальной защиты шин?
10. От какого тока отстраивается токовая отсечка в защите шин?

Раздел 5. Тема 1. *Автоматическое повторное включение объектов ЭЭС, автоматическое включение резервного источника питания*

1. Что дает ускорение действия защиты при АПВ?
2. В чем преимущества АПВ с улавливанием синхронизма перед несинхронным АПВ?
3. Для чего необходимо контролировать отсутствие напряжения на шинах?
4. Когда применяются устройства ОАПВ?
5. В чем отличие действия избирательных органов ОАПВ для тупиковых линий и линий с двухсторонним питанием?
6. В чем особенности работы устройств АВР на подстанциях с синхронным компенсатором?
7. Как проводится расчет уставок АВР?
8. В чем состоит согласование выдержек времени схем АВР?
9. Как обеспечивается однократность работы устройств АВР?
10. В чем особенность расчета уставок АВР для обеспечения самозапуска двигателей?

Раздел 5. Тема 2. *Автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности в ЭЭС*

### **Вопросы промежуточной аттестации**

1. Требования, предъявляемые к релейной защите.
2. Требование селективности в релейной защите.
3. Требование чувствительности в релейной защите; коэффициент чувствительности.
4. Классификация реле и устройств РЗА.
5. Условия работы трансформаторов тока и требования к ним в схемах РЗА.
6. Типовые схемы соединения трансформаторов тока.
7. Трансформаторы напряжения в схемах РЗА.
8. Достоинства и недостатки максимальной токовой защиты.
9. Ток срабатывания максимальной токовой защиты.
10. Принцип выбора выдержки времени срабатывания максимальной токовой защиты.
11. Достоинства и недостатки токовой отсечки.
12. Ток срабатывания токовой отсечки.
13. Способы расширения защищаемой зоны токовой отсечки.
14. Токовая ступенчатая защита.
15. Назначение и принцип действия максимальной токовой направленной защиты (МТНЗ).
16. Назначение и принцип действия дистанционной защиты.
17. Виды дифференциальных токовых защит.
18. Назначение и принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты.
19. Ток небаланса в дифференциальной защите.
20. Способы повышения чувствительности дифференциальной защиты.
21. Назначение и принцип действия устройства защитного отключения (УЗО).
22. Назначение и принцип действия дифференциально-фазной защиты.
23. Назначение и принцип действия поперечной дифференциальной токовой защиты.
24. Назначение и принцип действия поперечной дифференциальной токовой направленной защиты.
25. Защита от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю.
26. Требования к устройствам автоматического включения резерва (АВР), их назначение.

27. Требования к устройствам автоматического повторного включения (АПВ), их назначение.
28. Требования к устройствам автоматической частотной разгрузки (АЧР), их назначение.
29. Токовые защиты трансформаторов.
30. Газовая защита трансформатора.
31. Дифференциальные защиты трансформаторов и особенности их выполнения.
32. Виды устройств релейной защиты, применяемые на электродвигателях.
33. Виды устройств РЗА, применяемые на синхронных генераторах.
34. Особенности РЗА трансформаторов дуговых электропечных установок.
35. Виды устройств РЗА, применяемые на конденсаторных установках.
36. Виды устройств РЗА шин и токопроводов.
37. Устройства резервирования при отказе выключателей (УРОВ).
38. Назначение и принцип действия устройств телемеханики.
39. Способы передачи информации по каналам связи.
40. Основные элементы систем телемеханики ближнего и дальнего действия.
41. Интеграция РЗА в АСУ ТП энергообъектов.

