

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ОД.6 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

**заочная**

форма обучения


**2015**

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 № 1 от «24» января 2017 г.)

Зав. кафедрой

  
\_\_\_\_\_ Николаев В.Г.  
подпись

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – 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:

- понимать, знать, получить представление об основных принципах выполнения релейной защиты, а также особенностей их использования для осуществления защиты отдельных элементов электрической системы;
- получить навыки проектирования систем релейной защиты.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7);
- способностью использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8).

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

Данная дисциплина относится к вариативной части образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника направленность (профиль) Высоковольтные электроэнергетика и электротехника и является обязательной дисциплиной.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- теоретические основы электротехники,
- электроэнергетические системы и сети,
- электромеханика,
- электротехническое и конструкционное материаловедение,
- информационно-измерительная техника и электроника,
- переходные процессы в электроэнергетических системах.

Материал данной дисциплины используется при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ студентов направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

## **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 3 зачетных единицы, 108 часов.  
(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	4	4	-	8	-	64	-	-	-
5	9	1	36	-	-	-	-	-	32	-	4	Зачет
<b>Итого:</b>		<b>3</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>96</b>	<b>-</b>	<b>4</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.**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1	Назначение РЗА	0,5	0,5	-	1	-	20
2	Элементная база РЗА	0,5	0,5	-	1	-	20
3	Основные типы релейных защит	1	1	-	2	-	20
4	Резервирование при отказах защит и выключателей	1	1	-	2	-	20
5	Автоматизация в электроэнергетических системах	1	1	-	2	-	16
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>96</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 ЕЭС 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 3U0. 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 установок 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. Вопросы 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 "Информо" 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.