

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.7 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

2018

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 № 8 от 15 июня 2018 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:

- 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.

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

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	3	108	20	20	-	40	10	68	-	-	Зачет
Итого:		3	108	20	20	-	40	10	68	-	-	Зачет

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	4	4	-	8	2	10
2	Элементная база РЗА	4	4	-	8	2	10
3	Основные типы релейных защит	4	4	-	8	2	15
4	Резервирование при отказах защит и выключателей	4	4	-	8	2	15
5	Автоматизация в электроэнергетических системах	4	4	-	8	2	18
	Итого:	20	20	-	40	10	68

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, предъявляемые 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
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
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
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

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 "Информио" 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.