

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.05
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	3 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 93,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Лабораторная работа Домашнее задание	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	3 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Арцишевский Я.Л.
	Идентификатор	Re1a0c0ff-ArtsishevskyYL-f4af1cc3

Я.Л.  
Арцишевский

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Арцишевский Я.Л.
	Идентификатор	Re1a0c0ff-ArtsishevskyYL-f4af1cc3

Я.Л.  
Арцишевский

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

А.А. Волошин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение принципов действия и построения (технической реализации) автоматических устройств управления

### Задачи дисциплины

- изучение теоретических основ автоматического управления нормальными режимами работы синхронных генераторов (блоков генератор-трансформаторов); а также технического исполнения соответствующих автоматических управляющих устройств и систем;

- изучение теоретических основ противоаварийного автоматического управления в энергосистемах, а также технической реализации устройств и систем противоаварийной автоматики;

- получение информации об элементной базе устройств и систем автоматики;

- приобретение навыков определения возможных вариантов выполнения автоматики различных энергообъектов для проектирования устройств и систем автоматики управления нормальными и аварийными режимами;

- приобретение навыков анализировать, эксплуатировать и создавать устройства автоматики;

- приобретение первичных навыков работы с устройствами автоматики электроэнергетических систем.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен использовать знания об автоматических устройствах в электроэнергетике в научной деятельности	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Работает с отдельными видами автоматических устройств	знать: - основные методы дистанционного и топографического определения мест повреждения.  уметь: - производить расчеты расстояния до места повреждения.
ПК-2 Способен использовать знания об автоматических устройствах в электроэнергетике в научной деятельности	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Применяет знания об особенностях эксплуатации автоматических устройств на энергообъекте	знать: - способы организации работы ремонтного персонала при выполнении поиска места повреждения.  уметь: - организовывать работы ремонтного персонала при выполнении поиска места повреждения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать электрические сети переменного тока
- знать электромагнитные и электромеханические процессы

- знать элементную базу релейной защиты и средств связи
- уметь проводить измерения и расчеты электрических сетей переменного тока
- уметь анализировать различные схемы и режимы в сетях
- уметь моделировать переходные процессы в сетях переменного тока

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Двухсторонние средства ОМП и ПАР	22.5	3	-	4	8	-	0.5	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Двухсторонние средства ОМП и ПАР" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 10-19 [2], 106-115 [3], 51-60</p>	
1.1	Двухсторонние средства ОМП и ПАР	22.5		-	4	8	-	0.5	-	-	-	10	-		
2	Односторонние средства ОМП и ПАР	22.5		-	4	8	-	0.5	-	-	-	10	-		<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Односторонние средства ОМП и ПАР"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 20-29 [2], 116-125 [3], 61-70</p>
2.1	Односторонние средства ОМП и ПАР	22.5		-	4	8	-	0.5	-	-	-	10	-		
3	Структура многоуровневого комплекса ОМП в сетях 110 кВ и выше	32.5		-	4	8	-	0.5	-	-	-	20	-		<p><b><u>Проведение эксперимента:</u></b> Работа выполняется по индивидуальному заданию. Для проведения исследования применяется специальное оборудование</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 30-34 [2], 126-130 [3], 71-75</p>
3.1	Структура многоуровневого комплекса ОМП в сетях 110 кВ и выше	32.5		-	4	8	-	0.5	-	-	-	20	-		

4	Локационные искатели и ВЧКС	32.5	-	4	8	-	0.5	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Локационные искатели и ВЧКС" материалу.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 35-46 [2], 131-142 [3], 76-87</p>
4.1	Локационные искатели и ВЧКС	32.5	-	4	8	-	0.5	-	-	-	20	-	
	Экзамен	34.0	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	-	<b>16</b>	<b>32</b>	-	<b>2.0</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>60</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	-	<b>16</b>	<b>32</b>		<b>2.0</b>	-		<b>0.5</b>		<b>93.5</b>	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Двухсторонние средства ОМП и ПАР

##### 1.1. Двухсторонние средства ОМП и ПАР

Соотношения электрических величин при коротких замыканиях и замыканиях на землю при различных способах заземления нейтрали. Одно- и двухсторонние методы ОМП по параметрам аварийного режима. Волновой метод. Топографические указатели, стационарные и переносные. Селективная сигнализация и поиск места однофазного замыкания.

#### 2. Односторонние средства ОМП и ПАР

##### 2.1. Односторонние средства ОМП и ПАР

Дистанционные и топографические средства ОМП. Методы по ПАР, волновые методы, локаторы. Топографические указатели. Взаимодействие технических средств и людей, ремонтная бригада, центры управления сетями.

#### 3. Структура многоуровневого комплекса ОМП в сетях 110 кВ и выше

##### 3.1. Структура многоуровневого комплекса ОМП в сетях 110 кВ и выше

Взаимодействие средств ОМП и РЗА. Временные диаграммы. Требования к фиксирующим приборам и указателям. Расчеты соотношений электрических величин. Виды повреждений. Распространение электромагнитных волн. Локационные искатели. Одно- и двухсторонние методы.

#### 4. Локационные искатели и ВЧКС

##### 4.1. Локационные искатели и ВЧКС

Структура ВЧ каналов связи по проводам ВЛ. Расчеты распространения ВЧ сигналов, выбор значений параметров элементов ВЧ обработки ВЛ. Виды помех и оценка электромагнитной обстановки и совместимости средств ОМП на энергообъектах. Расчет коэффициентов запаса.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчеты распространения ВЧ сигналов. Построение совмещенной диаграммы частот и уровней. Выбор рабочей частоты. Выбор параметров элементов ВЧ обработки ВЛ. Источники помех во вторичных цепях. Продольные и поперечные помехи. Механизмы проникновения. Уровни устойчивости устройств РЗА. Расчет коэффициентов запаса помехоустойчивости. Дистанционные средства ОМП КЛ. Прожигание изоляции КЛ, расчеты действия по ступеням переключения согласующего трансформатора. Выбор параметров колебательного разряда. Топографические средства ОМП КЛ. Расчет диаграммы топографического метода ОМП КЛ. Расчет требуемой чувствительности индукционного датчика;
2. Соотношения электрических величин при повреждениях в сетях ВЛ 6-35 кВ. Сигнализация однофазных замыканий. Расчеты токораспределения в разветвленной сети. Выбор уставок. Селективная сигнализация. Импульсный режим включения резистора, расчет параметров. Расчет корреляции импульсов наложенного тока;
3. Расчеты ОМП одно- и двухсторонним методом. Расчеты по формулам ОМП графическим методом. Расчетные графики и гистограммы. ПО для расчетов на ЭВМ;
4. Расчет временной диаграммы взаимодействия РЗА и фиксирующего прибора при КЗ с неуспешным АПВ на ВЛ. Определение требований к средствам ОМП (точность, быстродействие, селективность, кратность, пределы измерений);

5. Состав комплекса средств и методов ОМП в сетях ВН и СВН. Определение зон одно- и двухсторонних методов, зон резервирования, мест установок топографических указателей. Временная диаграмма взаимодействия средств ОМП, бригады АВР и ЦУС.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Помехи в сетях вторичной коммутации;
2. Поиск места ОЗЗ на физической модели сети ВЛ с изолированной нейтралью;
3. Двухсторонние методы ОМП;
4. Определение погрешностей ОМП с помощью ПО.

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Двухсторонние средства ОМП и ПАР"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Односторонние средства ОМП и ПАР"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Структура многоуровневого комплекса ОМП в сетях 110 кВ и выше"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Локационные искатели и ВЧКС"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены



### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
основные методы дистанционного и топографического определения мест повреждения	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>		+			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы по односторонним средствам ОМП
способы организации работы ремонтного персонала при выполнении поиска места повреждения	ИД-2 <sub>ПК-2</sub>			+		Домашнее задание/Защита расчетов параметров ВЧКС
<b>Уметь:</b>						
производить расчеты расстояния до места повреждения	ИД-1 <sub>ПК-2</sub>	+				Лабораторная работа/Защита лабораторной работы по двухсторонним средствам ОМП
организовывать работы ремонтного персонала при выполнении поиска места повреждения	ИД-2 <sub>ПК-2</sub>				+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы АРМ по расчетам ОМП

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**3 семестр**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Защита лабораторной работы АРМ по расчетам ОМП (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы по двухсторонним средствам ОМП (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы по односторонним средствам ОМП (Лабораторная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчетов параметров ВЧКС (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №3)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Арцишевский, Я. Л. Определение мест повреждения линий электропередачи в сетях с заземленной нейтралью : Учебное пособие для СПТУ / Я. Л. Арцишевский . – М. : Высшая школа, 1988 . – 94 с.;
2. М. М. Ковалевский- "Географические определения мест и магнитные наблюдения", Издательство: "Тип. Имп. Акад. наук", Санкт-Петербург, 1853 - (378 с.)  
[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=70728;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=70728)
3. Шалыт, Г. М. Определение мест повреждения линий электропередачи по параметрам аварийного режима / Г. М. Шалыт, А. И. Айзенфельд, А. С. Малый . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1983 . – 208 с..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-116, Учебная лаборатория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Д-103/1, Помещение каф. "РЗиАЭ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-103/2, Склад кафедры РЗиАЭ	компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Определение мест повреждения

(название дисциплины)

## 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Защита лабораторной работы по двухсторонним средствам ОМП (Лабораторная работа)  
 КМ-2 Защита лабораторной работы по односторонним средствам ОМП (Лабораторная работа)  
 КМ-3 Защита расчетов параметров ВЧКС (Домашнее задание)  
 КМ-4 Защита лабораторной работы АРМ по расчетам ОМП (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	7	14	11
1	Двухсторонние средства ОМП и ПАР					
1.1	Двухсторонние средства ОМП и ПАР		+			
2	Односторонние средства ОМП и ПАР					
2.1	Односторонние средства ОМП и ПАР			+		
3	Структура многоуровневого комплекса ОМП в сетях 110 кВ и выше					
3.1	Структура многоуровневого комплекса ОМП в сетях 110 кВ и выше				+	
4	Локационные искатели и ВЧКС					
4.1	Локационные искатели и ВЧКС					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25