

**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**  
**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.01.01.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 75,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Лабораторная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>1 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Я.Л.

Арцишевский

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

Я.Л.

Арцишевский

(расшифровка подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

А.А. Волошин

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение общих принципов действия и построения (технической реализации) автоматических устройств управления нормальными режимами работы электроэнергетических систем и противоаварийного управления ими

### Задачи дисциплины

- изучение теоретических основ противоаварийной автоматики электроэнергетических систем, а также технического исполнения соответствующих устройств и систем противоаварийной автоматики;
- изучение технической реализации устройств и систем противоаварийной автоматики;
- получение информации об элементной базе устройств и систем противоаварийной автоматики;
- приобретение навыков определения возможных вариантов выполнения противоаварийной автоматики различных энергообъектов для проектирования устройств и систем противоаварийной автоматики управления нормальными и аварийными режимами;
- освоение дисциплины должно обеспечить студенту умение анализировать, эксплуатировать и проектировать устройства противоаварийной автоматики;
- приобретение первичных навыков работы с устройствами противоаварийной 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-1 Способен вести разработку автоматических систем в электроэнергетике	ИД-3ПК-1 Способен производить расчеты параметров аварийных режимов	знать: - перечень возможных нарушений в энергосистеме; - влияние аварийных режимов на параметры электроэнергетической системы; - основные параметры переходных процессов.  уметь: - рассчитывать параметры аварийного режима; - производить анализ аварийных режимов.
ПК-2 Способен использовать знания об автоматических устройствах в электроэнергетике в научной деятельности	ИД-1ПК-2 Работает с отдельными видами автоматических устройств	знать: - характерные параметры, необходимые для настройки автоматических устройств; - принципы работы специализированных программных комплексов.  уметь: - работать в специализированных ПО.

## 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 основы интегрального и дифференциального исчисления
- знать основы теории рядов
- знать основы теории цепей
- знать основы теории автоматического регулирования
- знать основы релейной защиты
- уметь составлять и решать интегральные и дифференциальные уравнения
- уметь строить векторные диаграммы коротких замыканий
- уметь строить АЧХ функций

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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	Общие положения	12	1	6	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение</u></b>  <b><u>теоретического материала:</u></b> Подготовка к лекциям по разделу "Основные положения"  <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>                      [1], 15-42, 208-339,351-415</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b>                      Выполнение расчетного задания со следующими примерными тематиками:                      Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при нарушении баланса активной мощности;                      Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при нарушении баланса реактивной мощности;                      Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при коротких замыканиях и аварийных отключениях элементов системообразующей сети</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b>                      Выполнение предварительных и исполнительных отчетов к лабораторным работам раздела "Системы противоаварийной автоматики"  <b><u>Самостоятельное изучение</u></b></p>
1.1	Общие положения	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Основные модели элементов электроэнергетической системы	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
1.3	Основные методы расчёта и ПО	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
2	Системы противоаварийной автоматики	60		6	12	-	-	-	-	-	-	42	-	
2.1	Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при нарушении баланса активной мощности	20		2	4	-	-	-	-	-	-	14	-	
2.2	Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при нарушении баланса реактивной мощности	20		2	4	-	-	-	-	-	-	14	-	
2.3	Системы противоаварийной автоматики,	20	2	4	-	-	-	-	-	-	14	-		

	предотвращающие развитие аварии при коротких замыканиях и аварийных отключениях элементов системообразующей сети												<b><u>теоретического материала:</u></b> Подготовка к лекциям по разделу "Системы противоаварийной автоматики" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 278-313, 247-275,15-42
3	Современные средства нейтрализации аварийных возмущений, предотвращающих развитие аварий в электроэнергетической системе	18	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Подготовка к лекциям по разделу "Современные средства нейтрализации аварийных возмущений, предотвращающих развитие аварий в электроэнергетической системе" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 208-339 [2], 4-36
3.1	Современные средства нейтрализации аварийных возмущений, предотвращающих развитие аварий в электроэнергетической системе	18	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>58</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>75.7</b>		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Общие положения

#### 1.1. Общие положения

Назначение противоаварийной автоматики. Возможные нарушения режима работы электроэнергетических систем без противоаварийной автоматики. Примеры больших системных аварий. Общие принципы построения системы ПА как эшелонированной системы, предотвращение прекращения электроснабжения на больших территориях.

#### 1.2. Основные модели элементов электроэнергетической системы

Модели отдельных элементов электроэнергетической системы, используемые для анализа установившихся и переходных режимов: комплексные модели частей электроэнергетической системы. Основные соотношения электрических параметров, используемые для анализа статической и динамической устойчивости.

#### 1.3. Основные методы расчёта и ПО

RastrWin, ДАКАР, Eurostag. Основные допущения и ограничения при расчётах по стандартным программам.

### 2. Системы противоаварийной автоматики

2.1. Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при нарушении баланса активной мощности

Основные возмущения, приводящие к возникновению аварийного небаланса активной мощности. Методы выявления и локализация аварийного небаланса активной мощности. Методы автоматического управления при возникновении аварийного небаланса активной мощности.

2.2. Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при нарушении баланса реактивной мощности

Основные возмущения, приводящие к возникновению небаланса реактивной мощности. Методы выявления и локализация аварийного небаланса реактивной мощности. Методы автоматического управления при возникновении аварийного небаланса реактивной мощности.

2.3. Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при коротких замыканиях и аварийных отключениях элементов системообразующей сети

Методы выявления и оценки опасности аварийных возмущений с КЗ и без КЗ, сопровождающихся нарушением статической и динамической устойчивости. Методы автоматического управления при аварийных возмущениях с КЗ и без КЗ сопровождающихся нарушением статической и динамической устойчивости.

### 3. Современные средства нейтрализации аварийных возмущений, предотвращающих развитие аварий в электроэнергетической системе

3.1. Современные средства нейтрализации аварийных возмущений, предотвращающих развитие аварий в электроэнергетической системе

Устройства типа FACTS, СПИНЭ. Сверхмощные аккумуляторы.

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

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Автоматическая частотная разгрузка;
2. Автоматическое повторное включение;
3. Автоматическое регулирование возбуждения;
4. Сипнхронизатор.

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие положения"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы противоаварийной автоматики"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Современные средства нейтрализации аварийных возмущений, предотвращающих развитие аварий в электроэнергетической системе"

### **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	
<b>Знать:</b>					
основные параметры переходных процессов	ИД-3ПК-1	+			Лабораторная работа/Синхронизатор
влияние аварийных режимов на параметры электроэнергетической системы	ИД-3ПК-1		+		Расчетно-графическая работа/Системы противоаварийной автоматики
перечень возможных нарушений в энергосистеме	ИД-3ПК-1	+			Лабораторная работа/Автоматическая частотная разгрузка
принципы работы специализированных программных комплексов	ИД-1ПК-2	+		+	Лабораторная работа/Автоматическое повторное включение Расчетно-графическая работа/Системы противоаварийной автоматики
характерные параметры, необходимые для настройки автоматических устройств	ИД-1ПК-2		+		Лабораторная работа/Автоматическое повторное включение
<b>Уметь:</b>					
производить анализ аварийных режимов	ИД-3ПК-1		+		Лабораторная работа/Автоматическое повторное включение Лабораторная работа/Автоматическое регулирование возбуждения Расчетно-графическая работа/Системы противоаварийной автоматики
рассчитывать параметры аварийного режима	ИД-3ПК-1	+			Лабораторная работа/Автоматическая частотная разгрузка
работать в специализированных ПО	ИД-1ПК-2		+		Лабораторная работа/Автоматическое повторное включение Лабораторная работа/Синхронизатор

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

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

#### **1 семестр**

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Автоматическая частотная разгрузка (Лабораторная работа)
2. Автоматическое повторное включение (Лабораторная работа)
3. Автоматическое регулирование возбуждения (Лабораторная работа)
4. Синхронизатор (Лабораторная работа)

Форма реализации: Защита задания

1. Системы противоаварийной автоматики (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Зачет с оценкой (Семестр №1)

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

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

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

1. Овчаренко, Н. И. Автоматика энергосистем : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / Н. И. Овчаренко ; Ред. А. Ф. Дьяков . – 3-е изд., испр . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 476 с. - ISBN 978-5-383-00354-1 .  
[http://elibr.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5283](http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5283);
2. А. А. Осинцев- "Локальные устройства противоаварийной автоматики", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2019 - (68 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576448>.

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

1. RastrWin.

### **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. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
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. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
12. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
13. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
14. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
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	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****Специальные вопросы противоаварийной автоматики**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Автоматическая частотная разгрузка (Лабораторная работа)  
 КМ-2 Автоматическое повторное включение (Лабораторная работа)  
 КМ-3 Автоматическое регулирование возбуждения (Лабораторная работа)  
 КМ-4 Синхронизатор (Лабораторная работа)  
 КМ-5 Системы противоаварийной автоматики (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	5	9	13	16	16
1	Общие положения						
1.1	Общие положения		+				
1.2	Основные модели элементов электроэнергетической системы					+	
1.3	Основные методы расчёта и ПО		+	+			+
2	Системы противоаварийной автоматики						
2.1	Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при нарушении баланса активной мощности			+	+	+	+
2.2	Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при нарушении баланса реактивной мощности			+	+	+	+
2.3	Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при коротких замыканиях и аварийных отключениях элементов системообразующей сети			+	+	+	+
3	Современные средства нейтрализации аварийных возмущений, предотвращающих развитие аварий в электроэнергетической системе						
3.1	Современные средства нейтрализации аварийных возмущений, предотвращающих развитие аварий в электроэнергетической системе			+			+
Вес КМ, %:			20	25	25	25	5