

**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
АВТОМАТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3; 3 семестр - 6; всего - 9
Часов (всего) по учебному плану:	324 часа
Лекции	2 семестр - 32 часа; 3 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов; 3 семестр - 16 часов; всего - 32 часа
Консультации	2 семестр - 2 часа; 3 семестр - 18 часов; всего - 20 часов
Самостоятельная работа	2 семестр - 57,5 часа; 3 семестр - 129,2 часа; всего - 186,7 часа
в том числе на КП/КР	3 семестр - 5,7 часов;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Лабораторная работа Решение задач	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;
Защита курсового проекта	3 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,3 часа

Москва 2020

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 назначений, требований, принципов действия и построения алгоритмов функционирования устройств режимной, сетевой и противоаварийной автоматики

Задачи дисциплины

- Освоение принципов работы с разнообразными видами устройств режимной, сетевой и противоаварийной автоматики, предъявляемых к ним требованиям и основными характеристиками;
- Приобретение навыков работы с документацией устройств режимной, сетевой и противоаварийной автоматики;
- Приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при последующем проектировании комплексов РЗА энергообъекта;
- Изучение теоретических основ автоматического управления нормальными режимами работы синхронных генераторов (блоков генератор-трансформаторов); а также технического исполнения соответствующих автоматических управляющих устройств и 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: - назначение и область применения систем противоаварийной автоматики; - основные алгоритмы противоаварийной автоматики, используемые на подстанции; - принципы работы систем противоаварийной автоматики в электроэнергетике. уметь: - разрабатывать алгоритмы противоаварийной автоматики; - читать схемы противоаварийной автоматики.
ПК-2 Способен использовать знания об автоматических устройствах в электроэнергетике в научной деятельности	ИД-1ПК-2 Работает с отдельными видами автоматических устройств	знать: - перечень возможных нарушений на ПС; - влияние аварийных режимов на параметры работы ЭЭС. уметь: - рассчитывать параметры аварийного режима.
ПК-2 Способен использовать знания об автоматических устройствах в электроэнергетике в научной деятельности	ИД-4ПК-2 Способен производить системный анализ действия релейной защиты а автоматики на энергообъекте	знать: - основные показатели качества работы автоматики на энергообъекте. уметь: - использовать данные аварийного

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		режима для анализа алгоритмов автоматизи.

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 теории автоматического регулирования;
- знать основные типы алгоритмов релейной защиты
- уметь проектировать простейшие алгоритмы релейной защиты
- уметь работать с технической документацией и читать схемы РЗ

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 9 зачетных единиц, 324 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	Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики	12	2	6	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 5-24 [4], 7-28</p>	
1.1	Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики.	12		6	2	-	-	-	-	-	-	-	4		-
2	Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.	12		6	2	-	-	-	-	-	-	-	4		-

2.1	Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.	12		6	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<p>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 "Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования." материалу.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования. и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования."</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 97-127 [3], 8-76</p>
3	Устройства режимной автоматики. Автоматическое регулирование напряжением и реактивной мощностью. Назначение, Область применения, требования, принципы	30		12	8	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Устройства режимной автоматики. Автоматическое регулирование напряжением и реактивной мощностью. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования."</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p>

	действия и алгоритмы функционирования.													<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования." материалу.
4.1	Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.	18		8	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования. и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 52-82
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0		32	16	-	-	2	-	-	0.5	24	33.5	
	Итого за семестр	108.0		32	16	-	2	-	-	0.5		57.5		
5	Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования.	14	3	2	1	1	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования. и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u>

5.1	Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования.	14		2	1	1	-	-	-	-	-	10	-	<p>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования."</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования."</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 339-389 [3], 330-424</p>
6	Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования.	32		6	3	3	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования."</p>
6.1	Локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ). Назначение. Принцип действия. Виды УВ.	14		2	1	1	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования. и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p>
6.2	Централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА).	18		4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<p>Изучение материалов по разделу Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования. и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе</p>

													необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования." материалу. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 319-354
7	Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН).	36	8	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)." <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)."
7.1	Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН).	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	дополнительного материала по разделу "Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)."
7.2	Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН).	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения

													<p>напряжения (АОСН). и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)." материалу.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 277-315</p>
8	Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО).	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО)."</p>
8.1	Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО).	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО)." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО). и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО)."</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p>

														<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 380-393
9	Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ).	36	8	4	4	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ). и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ)."	
9.1	Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ).	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ)." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ)." материалу. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ)."	
9.2	Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ).	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных</u>	

													<u>источников:</u> [1], 359-369
10	Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР).	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)."
10.1	Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР).	18	4	2	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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 "Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)." материалу. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР). и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 451-463
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	26.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	5.7	-	
	Всего за семестр	216.0	32	16	16	16	2	4	-	0.8	95.7	33.5	
	Итого за семестр	216.0	32	16	16	18		4		0.8	129.2		

	ИТОГО	324.0	-	64	32	16	20	4	1.3	186.7	
--	-------	-------	---	----	----	----	----	---	-----	-------	--

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. Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики

1.1. Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики.

Обзор автоматических устройств сетевой, режимной, противоаварийной и технологической автоматики, применяемой на объектах электроэнергетики ЕЭС России.. Особенности взаимодействия различных видов автоматических устройств и комплексов релейной защиты и автоматики..

2. Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.

2.1. Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.

Автоматическое повторное включение. Виды, назначение, область применения. Требования к схемам автоматического повторного включения. Схема автоматического повторного включения однократного действия для линии с односторонним питанием. Расчет параметров настройки. Особенности выполнения схем автоматического повторного включения для линий с двухсторонним питанием. Расчет параметров настройки.. Автоматический ввод резерва. Виды, назначение, область применения. Требования к схемам автоматического ввода резерва. Расчет параметров настройки устройства автоматического ввода резерва.. Автоматика опережающего деления сети. Принципы выполнения, назначение, область применения..

3. Устройства режимной автоматики. Автоматическое регулирование напряжением и реактивной мощностью. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.

3.1. Устройства режимной автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.

Автоматическое регулирование напряжением и реактивной мощностью. Обзор технических средств, позволяющих регулировать напряжение и реактивную мощность в ЕЭС России.. Классификация систем возбуждения синхронных генераторов. Назначение, область применения, принцип действия. Сравнение. Принципы построения автоматических систем регулирования.. Автоматическое регулирование возбуждением системы возбуждения синхронных генераторов. Назначение, принцип действия, характеристики схемы компаундирования, корректора напряжения и компаундирования с двухсистемным корректором напряжения. Автоматическое регулирование возбуждением сильного действия. Особенности, назначение, характеристики. Функциональная схема автоматического регулятора возбуждения сильного действия.. Принципы распределение реактивных мощностей между двумя и более параллельно работающими генераторами.. Автоматика регулирования коэффициента трансформации трансформатора. Принцип действия. Функциональная схема..

3.2. Устройства режимной автоматики. Автоматическое регулирование частотой и перетоками активной мощностью. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.

Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в электроэнергетических системах. Виды регулирования, назначение. Автоматическое регулирование частоты и

активной мощности в электроэнергетических системах. Первичное регулирование частоты. Назначение, требования, характеристики.. Автоматический регулятор частоты вращения агрегатов. Распределение активных нагрузок между параллельно работающими агрегатами. Аварийное регулирование мощности паровых турбин.. Вторичное регулирование частоты и перетоков активной мощности. Назначение, требования. Система АРЧМ ГЭС. Системные устройства АРЧМ. Третичное регулирование частоты..

4. Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.

4.1. Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.

Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью. Способы включения. Устройства точной автоматической синхронизации с постоянным углом и временем опережения. Требования. Характеристики. Расчет параметров настройки автоматических устройств точной синхронизации с постоянным временем и углом опережения.

5. Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования.

5.1. Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования.

Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования. Виды управляющих воздействий. Требования к каналам связи для ПА.. Схемы и режима работы энергосистемы. Виды перетоков в сечении. Критерии определения максимально допустимого и аварийно допустимого перетока в сечении.. Устройства фиксации отключения и фиксации состояния линий электропередачи, электросетевого и генерирующего оборудования..

6. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования.

6.1. Локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ). Назначение. Принцип действия. Виды УВ.

Автоматика разгрузки при отключении сетевого и генерирующего оборудования (АРО СГО). Принцип действия. Выбор параметров настройки.. Автоматика разгрузки при близких КЗ (АР БКЗ) или затяжных КЗ (АР ЗКЗ). Принцип действия. Выбор параметров настройки.. Автоматика разгрузки при перегрузке по мощности (АРПМ). Принцип действия. Выбор параметров настройки.. Реализация функции локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости в устройства РЗА. Принцип 2-ДО..

6.2. Централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА).

Централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА). Структура, функции ЦСПА.. Функциональная схема ЦСПА верхнего уровня. Алгоритмы выбора управляющих воздействий..

7. Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН).

7.1. Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН).

Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Назначение. Требования. Примеры алгоритмов. УРОВ АОПН.. Резонансные ВЛ с ШР. Виды перенапряжений. Технические решения по исключению перенапряжений.. Резонансные ВЛ с ШР. Возникновение опасных значение апериодической составляющей в токах, коммутируемых элегазовыми выключателями. Технические решения по обеспечению успешной коммутации ЭВ..

7.2. Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН).

Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН). Назначение. Требования. Примеры алгоритмов..

8. Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО).

8.1. Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО).

Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО). Назначение. Требования. Алгоритмы АОПО со ступенчатой, кусочно-линейной характеристикой. Алгоритмы АОПО с контролем скорости и направления ветра..

9. Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ).

9.1. Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ).

Автоматический частотный ввод резерва (АЧВР). Назначение. Требование. Функциональная схема.. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Назначение. Требование. Функциональная схема.. Дополнительная автоматическая разгрузка (ДАР). Назначение. Требование. Функциональная схема.. Частотная делительная автоматика (ЧДА). Назначение. Требование. Функциональная схема.. Частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ). Назначение. Требование. Функциональная схема..

9.2. Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ).

Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ). Назначение. Требование. Функциональная схема..

10. Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР).

10.1. Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР).

Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Назначение. Требования. Характерные признаки асинхронного режима.. АЛАР по току, по току с контролем знака активной мощности. Принцип действия, функциональная схема. Выбор параметров настройки.. АЛАР по сопротивлению, по скорости изменения сопротивления. Принцип действия, функциональная схема. Выбор параметров настройки.. АЛАР по углу, по скорости изменения угла. Принцип действия, функциональная схема. Выбор параметров настройки..

3.3. Темы практических занятий

1. Построение алгоритмов функционирования и расчет настроек параметров устройств сетевой автоматики (автоматического повторного включения и автоматического ввода резерва);
2. Расчет настроек параметров срабатывания устройства автоматической частотной разгрузки;;
3. Расчет настроек параметров устройств автоматической точной синхронизации с

- постоянным временем опережения;
4. Расчет настроек параметров устройств автоматической точной синхронизации в постоянным углом опережения;
 5. Построение алгоритмов функционирования устройств автоматического регулирования возбуждением синхронных генераторов;
 6. Построения алгоритмов функционирования системы автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности;;
 7. Построение алгоритмов функционирования устройств автоматического ограничения снижения частоты;;
 8. Построение алгоритмов функционирования устройств автоматической точной синхронизации и самосинхронизации.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование типовых звеньев.;
2. Соединение типовых звеньев.;
3. Статические характеристики АСР.;
4. Исследование устойчивости АСР.;
5. Автоматическая частотная разгрузка;
6. Автоматическое повторное включение;
7. Токовое компаундирование;
8. Синхронизаторы.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования."

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устройства режимной автоматики. Автоматическое регулирование напряжением и реактивной мощностью. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования."
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования."
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования."
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)."

8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО)."
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ)."
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)."

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования."
2. Консультации проводятся по разделу "Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН)."
3. Консультации проводятся по разделу "Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО)."
4. Консультации проводятся по разделу "Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ)."
5. Консультации проводятся по разделу "Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)."

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

3 Семестр

Курсовой проект (КП)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1	2 - 8	9 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2, 3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	40	50	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	50	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Разработка и согласование плана курсового проекта
2	Разработка и отладка тестовой схемы энергосистемы для проведения испытаний функции РЗА
3	Разработка и отладка функции РЗА
4	Тестовые испытания функции РЗА на схеме энергосистемы

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	5	6	7	8	9	10		
Знать:													
принципы работы систем противоаварийной автоматики в электроэнергетике	ИД-3ПК-1	+	+	+	+								Тестирование/Контрольное мероприятие 2
основные алгоритмы противоаварийной автоматики, используемые на подстанции	ИД-3ПК-1	+	+	+	+								Лабораторная работа/Защита ЛР
назначение и область применения систем противоаварийной автоматики	ИД-3ПК-1			+									Тестирование/Контрольное мероприятие 1
влияние аварийных режимов на параметры работы ЭЭС	ИД-1ПК-2		+	+									Тестирование/Контрольное мероприятие 3
перечень возможных нарушений на ПС	ИД-1ПК-2						+						Тестирование/Контрольное мероприятие 1
основные показатели качества работы автоматики на энергообъекте	ИД-4ПК-2					+	+						Лабораторная работа/Защита ЛР 1 Лабораторная работа/Защита ЛР 2 Тестирование/Контрольное мероприятие 3
Уметь:													
читать схемы противоаварийной автоматики	ИД-3ПК-1							+	+	+	+		Решение задач/Контрольное мероприятие 2
разрабатывать алгоритмы противоаварийной автоматики	ИД-3ПК-1							+	+	+	+		Лабораторная работа/Защита ЛР 2
рассчитывать параметры аварийного режима	ИД-1ПК-2					+	+						Лабораторная работа/Защита ЛР 2
использовать данные аварийного режима	ИД-4ПК-2					+	+						Лабораторная работа/Защита ЛР

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита ЛР (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольное мероприятие 1 (Тестирование)
2. Контрольное мероприятие 2 (Тестирование)
3. Контрольное мероприятие 3 (Тестирование)

3 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. Защита ЛР 1 (Лабораторная работа)
2. Защита ЛР 2 (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольное мероприятие 1 (Тестирование)
2. Контрольное мероприятие 2 (Решение задач)
3. Контрольное мероприятие 3 (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

Оценка за экзамен может быть выставлена по совокупности результатов КМ при условии выполнения каждого КМ с баллом не менее 3 до окончания теоретического обучения по следующей градации: Суммарная за все КМ 4.8-5.0 – за экзамен выставляется оценка 5 (отл); Суммарная за все КМ 3.8-4.7 – за экзамен выставляется оценка 4 (хор); Суммарная за все КМ менее 3.8 – экзамен по билетам.

Экзамен (Семестр №3)

Оценка за экзамен может быть выставлена по совокупности результатов КМ при условии выполнения каждого КМ с баллом не менее 3 до окончания теоретического обучения по следующей градации: Суммарная за все КМ 4.8-5.0 – за экзамен выставляется оценка 5 (отл); Суммарная за все КМ 3.8-4.7 – за экзамен выставляется оценка 4 (хор); Суммарная за все КМ менее 3.8 – экзамен по билетам.

Курсовой проект (КП) (Семестр №3)

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. Автоматика электроэнергетических систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация производства и распределения электроэнергии" / Ред. В. Л. Козис, Н. И. Овчаренко . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 480 с.;
2. Автоматизация электроэнергетических систем : Учебное пособие для вузов по специальности "Автоматическое управление электроэнергетическими системами", "Электроэнергетические системы и сети" / О. П. Алексеев, и др. ; Ред. В. П. Морозкин . – М. : Энергоатомиздат, 1994 . – 448 с. - ISBN 5-283-01105-4 : 6000.00 .;
3. Беркович, М. А. Основы автоматики энергосистем / М. А. Беркович, А. Н. Комаров, В. А. Семенов . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоиздат, 1981 . – 432 с.;
4. Овчаренко Н.И.- "Автоматика энергосистем", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html>.

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
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. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.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 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	Г-101в-1, Лаборатория Автоматики кафедры РЗиАЭ	стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, оборудование специализированное, компьютер персональный, кондиционер

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**Автоматика электроэнергетических систем**

(название дисциплины)

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

КМ-1 Контрольное мероприятие 1 (Тестирование)

КМ-2 Контрольное мероприятие 2 (Тестирование)

КМ-3 Защита ЛР (Лабораторная работа)

КМ-4 Контрольное мероприятие 3 (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	6	10	14	16
1	Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики					
1.1	Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики.			+	+	
2	Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.					
2.1	Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.			+	+	+
3	Устройства режимной автоматики. Автоматическое регулирование напряжением и реактивной мощностью. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.					
3.1	Устройства режимной автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.		+	+	+	+
3.2	Устройства режимной автоматики. Автоматическое регулирование частотой и перетоками активной мощностью. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.		+	+		
4	Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.					
4.1	Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.			+	+	
Вес КМ, %:			25	25	25	25

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольное мероприятие 1 (Тестирование)
- КМ-2 Защита ЛР 1 (Лабораторная работа)
- КМ-3 Контрольное мероприятие 2 (Решение задач)
- КМ-4 Защита ЛР 2 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Контрольное мероприятие 3 (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	6	10	14	15	16
1	Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования.						
1.1	Устройства и комплексы противоаварийной автоматики. Функции, назначения, требования.			+		+	+
2	Автоматика предотвращения нарушения устойчивости. Функции, назначения, требования.						
2.1	Локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ). Назначение. Принцип действия. Виды УВ.		+	+		+	+
2.2	Централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА).		+	+		+	+
3	Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН). Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН).						
3.1	Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН).				+	+	
3.2	Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН).				+	+	
4	Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО).						
4.1	Автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО).				+	+	
5	Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ).						
5.1	Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ).				+	+	
5.2	Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ).				+	+	
6	Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР).						
6.1	Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР).				+	+	
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Автоматика электроэнергетических систем

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 Получено задание

КМ-2 Выполнено 50%

КМ-3 Выполнено 100%, выход на защиту

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	1	8	16
1	Разработка и согласование плана курсового проекта		+		
2	Разработка и отладка тестовой схемы энергосистемы для проведения испытаний функции РЗА			+	
3	Разработка и отладка функции РЗА			+	
4	Тестовые испытания функции РЗА на схеме энергосистемы				+
Вес КМ, %:			10	40	50