

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

9 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 8

Зачет 8 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель А.Н. Козлов, доцент, канд. техн. наук

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 144

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.02.2024 г. г. _____, протокол №
Протокол № 6

Заведующий кафедрой _____ Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

_____ Чалкина Н.А. Чалкина

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

_____ Петрович О.В. Петрович

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

_____ Савина Н.В. Савина

9 апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

_____ Годосейчук А.А. Годосейчук

9 апреля 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Формирование у будущих специалистов знаний по специфике настройки и работы противоаварийной автоматики, а также - оперативного управления режимами электроэнергетических систем.

Задачи дисциплины:

Освоение алгоритмов работы противоаварийной автоматики и их аппаратной реализации, методов оценки надежности режима и прогнозирования нагрузки; идентификации и контроля режима; учета внешних факторов при оперативном прогнозировании.

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем» относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений и является элективной дисциплиной.

Основой для изучения дисциплины являются курсы:

- «Высшая математика», разделы: анализ; дифференциальное и интегральное исчисления, элементы теории функций и функционального анализа, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения;

- «Цифровая грамотность», разделы: общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации; технические и программные средства реализации информационных процессов;

- «Теоретические основы электротехники», разделы переходные процессы в линейных цепях; нелинейные электрические и магнитные цепи; цепи с распределенными параметрами; электромагнитное экранирование;

- «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» - полностью.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-2 Способен определять параметры оборудования, рассчитывать режимы работы и участвовать в ведении режимов объектов профессиональной деятельности	ИД-1ПК-2. Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности ИД-3ПК-2. Обеспечивает заданные параметры режимов работы оборудования и систем объектов профессиональной деятельности

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Структура противоаварийной автоматики (ПА)	8	2		2								5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
2	Системы регулирования частоты вращения синхронных генераторов	8	2		2								5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
3	Системы регулирования возбуждения СГ	8	2		2								5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
4	Регулирование напряжения на подстанциях	8	2		2								5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
5	Перспективные устройства противоаварийной автоматики	8	2		2								5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
6	Дозирование управляющих воздействий ПА	8	2		2								5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
7	Структура автоматизированной системы диспетчерского управления	8	2		2								5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)

8	Формирование модели сети. Контроль и идентификация режимов	8	2		2							5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
9	Оперативное прогнозирование нагрузки	8	2		2							5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
10	Оптимальные алгоритмы управления	8	2		2							5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
11	Автоматизированные системы диспетчерского управления	8	2		2							5	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
12	Подготовка руководящего оперативного персонала энергосистем	8	2		2							4.8	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
13	Зачет	8							0.2				
	Итого			24.0	24.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0		59.8	

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Структура противоаварийной автоматики (ПА)	Основные принципы построения противоаварийной автоматики. Группы ПА: - автоматика предотвращения нарушения динамической или статической устойчивости (АПНУ); - автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР), делительная автоматика (ДА); - автоматика предотвращения недопустимых изменений параметров режима ЭЭС – ограничений снижений или повышений частоты (АОСЧ, АОПЧ) и напряжения (АОСН, АОПН). - автоматика повторного включения (АПВ) отключенных релейной защитой электроэнергетических объектов и включения резервных источников питания (АВР); АПНУ и АЛАР на интегральной микроэлектронной и микропроцессорной элементной базе.
2	Системы регулирования частоты вращения синхронных	Аналоговый и микропроцессорные автоматические синхронизаторы синхронных генераторов с вычисляемым углом опережения. Микропроцессорная электрическая часть автоматической системы регулирования (ЭЧСР)

	генераторов	частотой вращения и активной мощностью турбогенераторов.
3	Системы регулирования возбуждения СГ	Аналого- цифровой и микропроцессорный автоматические регуляторы возбуждения «сильного действия» синхронных генераторов с бесщеточным и тиристорным возбуждением. Аналоговый и цифровой автоматические регуляторы возбуждения асинхронизированного генератора.
4	Регулирование напряжения на подстанциях	Микропроцессорная автоматическая система управления и защиты СТК (САУЗ). Цифровой автоматический регулятор напряжения трансформаторов и автотрансформаторов с УРПН.
5	Перспективные устройства противоаварийной автоматики	Интегральные микропроцессорные устройства противоаварийной автоматики, программно выполняющие функции АПВ, АВР, АЧР основного вида АОСЧ и частотного АПВ. Программная функция однофазного АПВ (ОАПВ) линий сверхвысокого напряжения.
6	Дозирование управляющих воздействий ПА	Программно- технический комплекс автоматического дозирования (АДВ) и запоминания (АЗД) противоаварийных управляющих воздействий АПНУ. Микропроцессорная реализация АЛАР.
7	Структура автоматизированной системы диспетчерского управления	Формирование модели управляемой сети и оценивание состояния. Идентификация и контроль режима. Формирование и выдача управляющих команд на объекты. Прогнозирование нагрузки.
8	Формирование модели сети. Контроль и идентификация режимов	Формирование топологии сети. Оценивание состояния ЭЭС. Согласование данных телеизмерений и телесигнализации. Наблюдаемость и ее проверка. Программно-вычислительные комплексы, реализующие алгоритмы оценивания состояния. Контроль параметров режима. Методы решения отдельных задач при контроле режима.
9	Оперативное прогнозирование и нагрузки	Прогнозируемость как информационное свойство ЭЭС. Методы прогнозирования. Прогнозирование экстремальных значений процесса. Учет внешних факторов при оперативном прогнозировании.
10	Оптимальные алгоритмы управления	Методы формирования алгоритмов. Иерархические системы противоаварийного управления. Реализация алгоритмов на базе ПЭВМ.
11	Автоматизированные системы диспетчерского управления	Средства приема и передачи информации. Средства диалога и отображения информации. Комплексы технических средств АСДУ
12	Подготовка руководящего	Требования к отбору и подготовке оперативного персонала. Учебно- тренировочные центры

оперативного персонала энергосистем	оперативного персонала. Тренажеры для подготовки и обучения диспетчерского персонала энергосистем. Режимный тренажер руководящего оперативного персонала ЭЭС.
-------------------------------------	---

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Расчет параметров устройства АРКТ	Освоение методики расчета. Решение конкретной задачи
Расчет уставок автоматического включения резерва (АВР)	Освоение методики расчета. Решение конкретной задачи
Расчет параметров автоматической частотной разгрузки (АЧР).	Освоение методики расчета. Решение конкретной задачи
Расчет параметров АОСЧ, АОПЧ	Освоение методики расчета. Решение конкретной задачи
Расчет параметров АОСН, АОПН	Освоение методики расчета. Решение конкретной задачи
Формирование модели управляемой сети и оценивание состояния	Формирование топологии сети. Оценивание состояния ЭЭС. Согласование данных телеизмерений и телесигнализации
Идентификация и контроль режима	Формирование модели управляемой сети и оценивание состояния
Прогнозирование нагрузки	Освоение методики прогнозирования. Учет внешних факторов при оперативном прогнозировании
Оперативная оценка надежности межсистемных связей, распределительных сетей	Освоение методики оценки надежности. Решение конкретной задачи
Выбор включенного резерва мощности	Ознакомление с порядком формирования и выдачи управляющих команд на объекты
Расчет допустимости несинхронного АПВ и других видов повторного включения	Освоение методики расчета. Решение конкретной задачи
Исследование способов синхронизации синхронных генераторов с системой	Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу с системой. Колонка синхронизации. Автоматические синхронизаторы

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Структура противоаварийной автоматики (ПА)	Отчет по выполнению практического занятия	5
2	Системы регулирования	Отчет по выполнению практического занятия	5

	частоты вращения синхронных генераторов		
3	Системы регулирования возбуждения СГ	Отчет по выполнению практического занятия	5
4	Регулирование напряжения на подстанциях	Отчет по выполнению практического занятия	5
5	Перспективные устройства противоаварийной автоматики	Отчет по выполнению практического занятия	5
6	Дозирование управляющих воздействий ПА	Отчет по выполнению практического занятия	5
7	Структура автоматизированной системы диспетчерского управления	Отчет по выполнению практического занятия	5
8	Формирование модели сети. Контроль и идентификация режимов	Отчет по выполнению практического занятия	5
9	Оперативное прогнозирование нагрузки	Отчет по выполнению практического занятия	5
10	Оптимальные алгоритмы управления	Отчет по выполнению практического занятия	5
11	Автоматизированные системы диспетчерского управления	Отчет по выполнению практического занятия	5
12	Подготовка руководящего оперативного персонала энергосистем	Отчет по выполнению практического занятия	4.8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из

современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: лекции с разбором конкретных ситуаций, проблемные ситуации, компьютерные симуляции.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: зачет (8 семестр).

Вопросы к зачету (8 семестр)

1. Классификация устройств автоматики
2. Возможные варианты развития аварийного процесса
3. Назначение и принципы выполнения УРОВ
4. Особенности работы схем УРОВ при различном исполнении распределительных устройств
5. Автоматика предотвращения нарушения динамической или статической устойчивости (АПНУ)
6. Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР)
7. Делительная автоматика (ДА)
8. Автоматика предотвращения недопустимых изменений параметров режима ЭЭС – ограничений снижений или повышений частоты (АОСЧ, АОПЧ)
9. Автоматика предотвращения недопустимых изменений параметров режима ЭЭС – ограничений снижений или повышений напряжения (АОСН, АОПН)
10. Микропроцессорная реализация АЛАР
11. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности (АРЧМ)
12. Автоматическое повторное включение (АПВ) – обоснование использования.

Требования к схемам

13. Однократное и двукратное трехфазное АПВ
14. АПВ на ВЛ с двусторонним питанием
15. АПВ на переменном оперативном токе
16. Однофазное АПВ
17. Автоматическое включение резерва (АВР) - обоснование использования.

Требования к схемам

18. АВР силового трансформатора
19. АВР трансформатора собственных нужд
20. АВР шин с синхронным двигателем
21. Структура автоматизированной системы диспетчерского управления.
22. Формирование модели управляемой сети и оценивание состояния.
23. Идентификация и контроль режима.
24. Формирование и выдача управляющих команд на объекты.
25. Прогнозирование нагрузки
26. Формирование топологии сети. Оценивание состояния ЭЭС.
27. Согласование данных телеизмерений и телесигнализации.
28. Наблюдаемость и ее проверка.
29. Программно- вычислительные комплексы, реализующие алгоритмы оценивания состояния.
30. Контроль параметров режима.
31. Прогнозируемость как информационное свойство ЭЭС.
32. Методы прогнозирования.
33. Прогнозирование экстремальных значений процесса.
34. Учет внешних факторов при оперативном прогнозировании.
35. Иерархические системы противоаварийного управления.

36. Средства приема и передачи информации.
37. Средства диалога и отображения информации.
38. Комплексы технических средств АСДУ
39. Требования к отбору и подготовке оперативного персонала.
40. Учебно-тренировочные центры оперативного персонала.
41. Тренажеры для подготовки и обучения диспетчерского персонала энергосистем.
42. Режимный тренажер руководящего оперативного персонала ЭЭС.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Автоматика управления режимами электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / АмГУ, Эн.ф.; сост. А. Н. Козлов. - 2-е изд., испр. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 64 с.: ил. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9676.pdf
2. Релейная защита и автоматика электрических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие для направления подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / сост. А. Н. Козлов, В. А. Козлов, Ю. В. Мясоедов; АмГУ, Эн.ф. - 4-е изд., испр. - Благовещенск: Издво Амур. гос. ун-та, 2017. - 160 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9689.pdf
3. Автоматика энергосистем [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. работам для направления подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / АмГУ, Эн.ф.; сост. А. Н. Козлов. - 2-е изд., испр. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 76 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7750.pdf
4. Графическая часть курсовых проектов и выпускных квалификационных работ [Электронный ресурс]: учеб. - метод. пособие. Ч. 2 / АмГУ, Эн.ф.; сост.: А. Н. Козлов, В. А. Козлов. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2017. - 168 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7735.pdf
5. Андреев, Василий Андреевич. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст]: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / В. А. Андреев, 2008. - 640 с.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014.
2	RastrWin3 Базовый комплекс	10 лиц. По договору №0323100012213000182-0001592-01/1144 от 31.12.2013.
3	RastrWin3 Оптимизация режима	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014.
4	RastrWin3 ТКЗ	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592-01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014.
5	Автоматизированная информационная библиотечная система «ИРБИС 64»	Лицензия коммерческая по договору №945 от 28 ноября 2011 года.
6	Программная система «Антиплагиат. ВУЗ»	Коммерческая лицензия по подписке по лицензионному договору №200 от 04 мая 2016 года.
7	Программный комплекс АРМ СРЗА-4	15 раб. Мест по договору № 205 от 12.11.2014.
8	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в

		России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
9	http://e.lanbook.com/	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
10	https://urait.ru	Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
11	https://elibrary.ru	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://gisee.ru/	Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный портал по вопросам энергосбережения.
2	http://drsk.ru	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
3	http://www.rushydro.ru/company/	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
4	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.
5	https://www.gost.ru/portal/gost/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
6	http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/	Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное общество «создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.
7	https://minenergo.gov.ru/node/234	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России)

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Занятия по дисциплине «Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и

промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально- технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point. Для проведения лабораторных и практических занятий и в самостоятельной работе студентов используются технологические схемы, модели процессов. Практические работы проводятся с использованием стационарного и переносного компьютерных классов кафедры энергетики.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.