

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИКА»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрические станции, системы и сети

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Федосов Денис Сергеевич Дата подписания: 08.05.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Федосов Денис Сергеевич Дата подписания: 17.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Противоаварийная автоматика» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен выполнять научные исследования и анализ нормальных и аварийных режимов работы электрических станций, сетей и систем	ПК-1.5
ПК-3 Способен выполнять исследования и анализ работы устройств и комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики, осуществлять их эксплуатацию, техническое обслуживание и реконструкцию	ПК-3.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.5	Проводит анализ работы устройств противоаварийной автоматики электроэнергетических систем	Знать методы расчёта управляющих воздействий по предотвращению развития аварий в электроэнергетических системах Уметь составлять программы, планы и методики по расчёту электромагнитных и электромеханических переходных процессов для выбора параметров устройств противоаварийной автоматики Владеть навыками работы с нормативно-технической документацией по расчёту и обеспечению устойчивой работы электроэнергетических систем
ПК-3.4	Анализирует работу устройств и комплексов противоаварийной автоматики, принимает решения по их реконструкции	Знать критерии устойчивости работы электрических систем и мероприятия по предотвращению нарушения устойчивости энергосистем Уметь применять программные средства для расчёта параметров режима и формирования управляющих воздействий противоаварийной автоматики Владеть навыками анализа эффективности и экономичности управляющих воздействий для предотвращения развития аварий в электрической системе

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Противоаварийная автоматика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Перенапряжения и координация изоляции», «Управление ЭЭС в нормальных и аварийных режимах», «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	52	52
лекции	26	26
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	26	26
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	56	56
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Вводная лекция	1	2					3	2	Устный опрос
2	Противоаварийно е управления (ПАУ) в ЕЭС России. Структурные	2	4					3	2	Устный опрос

	особенности ЭЭС и их связь с устойчивостью. Общая характеристика принципов построения ПАУ ЭЭС России									
3	Централизованная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ) ЭЭС России	3	6			1, 2	7	1, 2, 3	12	Устный опрос
4	Локальная автоматика ликвидации асинхронных режимов (АЛАР)	4	6			3, 4	6	1, 2, 3	15	Устный опрос
5	Локальная автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ)	5	4			5, 6	6	1, 2, 3	12	Устный опрос
6	Локальные автоматики ограничения снижения (АОСН) и повышения (АОПН) напряжения	6	4			7, 8, 9	7	1, 2, 3	13	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		26				26		56	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Вводная лекция	Место ПА в структуре управления ЭС. Элементы теории автоматического управления, необходимые для анализа систем ПАУ: метод пространства состояний, метод структурных схем
2	Противоаварийное управления (ПАУ) в ЭЭС России. Структурные особенности ЭЭС и их связь с устойчивостью. Общая характеристика принципов построения ПАУ ЭЭС России	Рубежи системы ПАУ ЭЭС России, их характеристики и назначение. Общая структура устройств ПА ЭЭС России: контроль предшествующего режима (КПР); пусковой орган (ПО); логическая часть, выбирающая управляющие воздействия (УВ); реализация УВ
3	Централизованная автоматика	Структура и общая характеристика подсистем: координирующая (КСПА), централизованные

	предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ) ЭЭС России	(ЦСПА) и локальные (ЛАПНУ) подсистемы АПНУ. Расчеты устойчивости для настройки АПНУ. Расчеты статической и динамической устойчивости. Коэффициенты запаса, нормируемые (нормативные) возмущения. Требования к устойчивости ЭЭС для нормальных, утяжеленных и вынужденных режимов. Общая структура комплекса ЛАПНУ системы АПНУ. Принципы создания и настройки комплекса ЛАПНУ, обеспечивающего статическую апериодическую устойчивость. Принципы создания и настройки комплекса ЛАПНУ, обеспечивающего статическую апериодическую и динамическую устойчивость. Пример реализации внутренней логики комплекса ЛАПНУ. Назначение координирующей подсистемы АПНУ (КСПА). Назначение централизованных подсистемы АПНУ (ЦСПА). Схема аппаратной реализации АПНУ. Алгоритмы автоматической дозировки воздействий (АДВ): 2-ДО, 1-ДО, 1-ПОСЛЕ. Краткосрочные и долгосрочные перспективы развития АПНУ.
4	Локальная автоматика ликвидации асинхронных режимов (АЛАР)	Характеристики асинхронного режима, допустимость кратковременного асинхронного режима. Локальные принципы выявления асинхронного хода: дистанционный принцип, токовый принцип. Стадии прерывания асинхронного режима: неселективное быстродействующее деление; деление на первом цикле асинхронного режима (АР); деление после нескольких циклов АР. Деление на первом цикле: назначение, формы зон срабатывания (эллипс, трапеция, многоугольник), учет знака скольжения, настройка устройств (первые основные ступени АЛАР). Деление после нескольких циклов АР: назначение, формы зон срабатывания (эллипс, трапеция, многоугольник), учет знака скольжения, настройка устройств (вторые, третьи резервные ступени АЛАР). Токовый принцип. Расчеты и настройка устройств АЛАР. Анализ сечений асинхронного хода, выделение фиксируемых и нефиксируемых сечений. Выбор количества ступеней АЛАР и их настройка. Перспективы развития автоматики АЛАР: использование технологий глобального позиционирования (GPS/ГЛОНАСС), возможности частичной централизации устройств АЛАР, особенности настройки устройств АЛАР в зависимости от структуры сети и инертности агрегатов.
5	Локальная автоматика ограничения снижения	АОСЧ принципы реализации, общая характеристика подсистем: АЧВР, АЧР, ДАР,

	частоты (АОСЧ)	ЧДА, ЧАПВ. Автоматический частотный ввод резерва (АЧВР) - назначение и принцип реализации. Дополнительная автоматическая разгрузка (ДАР) - назначение и принцип реализации. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) - назначение и принцип реализации. АЧР-1 - назначение, принцип реализации и настройка; АЧР-2 - назначение, принцип реализации и настройка. Частотная делительная автоматика (ЧДА) - назначение и принцип реализации. Влияние частоты на работу электростанций. Способы реализации ЧДА (выделение на собственные нужды, выделение на изолированный энергорайон). Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ) - назначение и принцип реализации
6	Локальные автоматики ограничения снижения (АОСН) и повышения (АОПН) напряжения	Назначение и принципы реализации

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет статической апериодической устойчивости для настройки локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ)	3
2	Расчет уставок и настройка локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ) на примере простейшей схемы межсистемного транзита	4
3	Выбор уставок и настройка дистанционной автоматики ликвидации асинхронного режима (АЛАР)	3
4	Выбор уставок и настройка токовой автоматики ликвидации асинхронного режима (АЛАР)	3
5	Выбор уставок и настройка автоматики АЧР	3
6	Расчет уставок локальной автоматики АЧР	3
7	Выбор уставок и настройка автоматики ограничения снижения напряжения (АОСН)	2
8	Выбор уставок и настройка автоматики ограничения повышения напряжения (АОПН)	2
9	Расчет динамики и выбор уставок локального регулятора автоматики ограничения снижения	3

	напряжения (АОСН), обеспечивающей устойчивость узла нагрузки	
--	--	--

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	32
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	10
3	Проработка разделов теоретического материала	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: дискуссия, проводимая в форме публичного обсуждения по поводу заданного спорного вопроса, проблемы

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Практические занятия направлены на закрепление теоретических знаний, более глубокое освоение уже имеющихся у студентов умений и навыков и приобретение новых умений и навыков, необходимых для формирования компетенций, предусмотренных основной образовательной программой.

Цель практического занятия: выработка основных умений и навыков, связанных с решением примеров и задач.

Задание на практическое занятие:

- условия задач по соответствующей теме выдаются студентам в начале занятия;
- для более успевающих студентов предусматриваются дополнительные задания повышенной сложности.

Требования по выполнению заданий:

- все задачи следует решать подробно. Вычисления должны быть расположены в логическом порядке;
- графическую часть можно выполнять от руки в соответствии с данными условиями.

Если рисунок требует точного выполнения, то следует пользоваться линейкой с указанием масштаба;

- решение каждой задачи должно быть доведено до окончательного ответа, которого требует условие, и, по возможности, проведено в общем виде. Затем в полученное выражение подставляют числовые значения (если таковые даны) входящих в нее переменных.

Ход занятия:

- повторение соответствующего теоретического материала, который был рассмотрен на лекции. Студент должен иметь при себе конспект лекций и тетрадь для практических занятий;
- решение студентами типовых задач на доске под контролем и с пояснениями преподавателя;
- самостоятельное решение задач. Преподаватель контролирует процесс, при необходимости консультируя студентов, добиваясь, чтобы каждый студент включился в

практическую работу;

- в конце занятия преподаватель анализирует работу студентов и оценивает участие каждого в процессе решения задач.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям – выполнение заданий по практическим занятиям с последующей их защитой.

Подготовка к зачету – изучение основной и дополнительной литературы, подготовка по предварительно выданным контрольным вопросам.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Проводится в начале каждого занятия по разделам дисциплины.

Описание процедуры: позволяет не только опрашивать и контролировать знания обучающихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки.

Проводится в виде устных тестов. Обучающийся выбирает один вариант из нескольких предложенных, свой ответ он должен обосновать. Опрос занимает минимум времени, используется на этапах повторения и закрепления темы.

Критерии оценивания.

Показывает всестороннее и глубокое знание учебного и нормативного материала (зачтено). Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в ответах (не зачтено).

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-1.5	Самостоятельно выполняет анализ работы устройств противоаварийной автоматики электроэнергетических систем и предлагает мероприятия по совершенствованию работы систем автоматики	Устное собеседование по теоретическим вопросам на зачёте. Выполнение практических заданий.
ПК-3.4	На высоком уровне выполняет анализ правильности работы устройств и комплексов противоаварийной	Устное собеседование по теоретическим

	автоматики, обоснованно принимает решения по реконструкции систем автоматики	вопросам на зачёте. Выполнение практических заданий.
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачёты проводятся по билетам, составленным в соответствии с программой курса. В случае организации проведения зачёта в форме тестирования, тесты формируются на основе набора тестовых заданий по дисциплине, утвержденных заведующим кафедрой. Перечень теоретических и практических вопросов, включенных в билеты, форма и порядок проведения зачёта доводятся до сведения обучающихся не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии.

Преподаватель имеет право с целью более глубокого выяснения уровня знаний студента задавать ему дополнительные вопросы, а также задачи в рамках программы дисциплины.

Пример задания:

1. Место ПА в структуре управления ЭС.
2. Элементы теории автоматического управления
3. Противоаварийное управления (ПАУ) в ЕЭС России. Общая характеристика принципов построения ПАУ ЕЭС России.
4. Рубежи системы ПАУ ЕЭС России, их характеристики и назначение. Общая структура устройств ПА ЕЭС России.
5. Централизованная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ) ЕЭС России. Структура и общая характеристика подсистем
6. Расчеты устойчивости для настройки АПНУ. Расчеты статической и динамической устойчивости. Коэффициенты запаса, нормируемые (нормативные) возмущения. Требования к устойчивости ЭЭС для нормальных, утяжеленных и вынужденных режимов.
7. Общая структура комплекса ЛАПНУ системы АПНУ.
8. Принципы создания и настройки комплекса ЛАПНУ, обеспечивающего статическую апериодическую устойчивость.
9. Принципы создания и настройки комплекса ЛАПНУ, обеспечивающего статическую апериодическую и динамическую устойчивость.
10. Назначение координирующей подсистемы АПНУ (КСПА). Назначение централизованных подсистемы АПНУ (ЦСПА).
11. Схема аппаратной реализации АПНУ. Алгоритмы автоматической дозировки воздействий (АДВ): 2-ДО, 1-ДО, 1-ПОСЛЕ.
12. Характеристики асинхронного режима, допустимость кратковременного асинхронного режима. Локальные принципы выявления асинхронного хода: дистанционный принцип, токовый принцип.
13. Локальная автоматика ликвидации асинхронных режимов (АЛАР). Стадии прерывания асинхронного режима
14. Деление на первом цикле: назначение, формы зон срабатывания (эллипс, трапеция, многоугольник), учет знака скольжения, настройка устройств (первые основные ступени

АЛАР).

15. Деление после нескольких циклов АР: назначение, формы зон срабатывания (эллипс, трапеция, многоугольник), учет знака скольжения, настройка устройств (вторые, третьи резервные ступени АЛАР). Токовый принцип.
16. Расчеты и настройка устройств АЛАР. Анализ сечений асинхронного хода. Выбор количества ступеней АЛАР и их настройка.
17. Локальная автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). АОСЧ принципы реализации, общая характеристика подсистем.
18. АЧВР, АЧР, ДАР, ЧДА, ЧАПВ. Автоматический частотный ввод резерва (АЧВР) - назначение и принцип реализации. Дополнительная автоматическая разгрузка (ДАР) - назначение и принцип реализации.
19. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) - назначение и принцип реализации.
20. АЧР-1 - назначение, принцип реализации и настройка
21. АЧР-2 - назначение, принцип реализации и настройка
22. Локальная автоматика ограничения снижения (АОСЧ) и повышения (АОПЧ) частоты.
23. Частотная делительная автоматика (ЧДА) - назначение и принцип реализации. Влияние частоты на работу электростанций. Способы реализации ЧДА (выделение на собственные нужды, выделение на изолированный энергорайон).
24. Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ) - назначение и принцип реализации.
25. Локальные автоматика ограничения снижения (АОСН) напряжения. Назначение и принципы реализации.
26. Локальные автоматика ограничения повышения (АОПН) напряжения. Назначение и принципы реализации.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Показывает полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Показывает систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

7 Основная учебная литература

1. Овчаренко Н. И. Автоматика энергосистем : учебник по направлению подготовки "Электроэнергетика" / Н. И. Овчаренко, 2009. - 475.
2. Автоматика электроэнергетических систем : учеб. пособие для вузов по спец. "Автоматизация пр-ва и распределения электроэнергии" / Под ред. В. Л. Козиса, Н. И. Овчаренко, 1981. - 479.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Беркович М. А. Автоматика энергосистем : учебник для техникумов / М. А. Беркович, В. А. Гладышев, В. А. Семенов, 1991. - 239.
2. Системная автоматика электроэнергетических систем : методические указания по выбору устройств противоаварийной автоматики / Иркут. гос. техн. ун-т, 2012. - 136.
3. Автоматическое управление и противоаварийная автоматика в крупных энергообъединениях : сб. науч. тр. / НИИ по передаче электроэнергии постоян. током высок. напряжения, 1987. - 109.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2013
3. MathWorks_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)_511547_eng
4. SiminTech Academic Classroom

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Экран с эл/приводом 180*180
2. мультимед.проектор ViewSonic PJ400
3. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
4. Компьютер в сборе BN-Ir1811-1 iC2D/iG/2Gb/320Gb/DWD-RWCR/кл/мышь/LCD 19"/ИБП/MOS