

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 (139)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем
Протокол №9 от 16 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

Научная специальность: 2.4.3 Электроэнергетика

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Федосов Денис
Сергеевич
Дата подписания: 09.06.2026

Документ подписан простой электронной
подписью
: Федосов Денис Сергеевич
Дата подписания: 10.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

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

1.1 Дисциплина «Электроэнергетика» обеспечивает формирование следующих результатов освоения программы аспирантуры

Код, наименование результата освоения программы	Код, наименование результата освоения дисциплины (модуля)
Р-1 Готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности на основании способности к генерированию новых идей и поиска нестандартных решений в профессиональной деятельности	(Р-1.3 Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии',) Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код наименования результата освоения дисциплины (модуля)	Результат обучения
Р-1.3 - Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии	Знать фундаментальные законы и закономерности функционирования электроэнергетических систем (ЭЭС), методы анализа установившихся и переходных режимов, принципы проектирования электростанций и сетей, основы релейной защиты и автоматизации Уметь применять методы математического и компьютерного моделирования для оценки режимов работы, устойчивости и качества электроэнергии; верифицировать технические и проектные решения; выявлять оптимальные параметры развития ЭЭС Владеть навыками критического анализа научно-технической литературы, методами аргументации и отстаивания собственной научной позиции в ходе дискуссии, инструментами интеграции информационных технологий в задачи

	электроэнергетики
--	-------------------

2 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Аудиторные занятия, в том числе:	60	60
лекции	36	36
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	24	24
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	120	120
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

3 Структура и содержание дисциплины

3.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ 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	Электрическая часть электростанций и подстанций	1	3			1	4	3	4	Устный опрос
2	Энергосистемы, сети и системы электроснабжени я	2	8			2, 3	8	1, 2, 3	48	Реферат
3	Переходные процессы и устойчивость ЭЭС	3	14			4, 5	8	1, 2, 3	48	Реферат
4	Релейная защита, автоматика и информационные технологии в электроэнергетик е	4	11			6	4	2, 3	20	Устный опрос

	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		36				24		156	

3.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Электрическая часть электростанций и подстанций	Особенности технологических процессов функционирования электрических станций различного типа и вопросы экологии при их эксплуатации. Анализ графиков нагрузки и методов их регулирования. Влияние роста единичной мощности генераторов и трансформаторов на построение главных электрических схем и схем собственных нужд. Термическое и динамическое воздействие токов КЗ. Методы и технические средства ограничения токов КЗ, координация их уровней. Выбор оборудования: Эксплуатационные характеристики и методика выбора электрических аппаратов, токоведущих элементов, контактных соединений и заземляющих устройств электроустановок. Основы проектирования электростанций, применение систем автоматизированного проектирования (САПР). Конструкция и компоновка распределительных устройств (включая комплектные – КРУ). Методы оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений. Принципы построения систем управления, контроля, сигнализации и автоматизированных диагностических систем.
2	Энергосистемы, сети и системы электроснабжения	Системный подход и иерархическое построение энергосистем. Модели и методы оптимального развития энергосистем (линейное и нелинейное программирование, динамическое программирование, метод ветвей и границ). Прогнозирование развития и оптимизация структуры размещения генерирующих мощностей и электрических сетей. Характеристики и параметры элементов сети. Методы определения расчетных электрических нагрузок промышленных предприятий, городов и сельского хозяйства. Расчеты установившихся режимов, требования к ним и методы регулирования. Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения. Теоретические основы компенсации реактивной мощности и обоснование размещения компенсирующих устройств. Структура потерь электроэнергии в распределительных сетях и

		методы их снижения. Нормируемые показатели качества электроэнергии, причины искажений и методы приведения их к допустимым пределам. Особенности формирования расчетной нагрузки и схем распределительных сетей городов и промпредприятий (подстанции глубокого ввода, встроенные подстанции). Особенности расчетов и повышения пропускной способности протяженных электропередач переменного и постоянного тока.
3	Переходные процессы и устойчивость ЭЭС	Причины и физическая природа переходных процессов в ЭЭС. Математические модели элементов ЭЭС, виды возмущений (короткие замыкания, сложные виды повреждений) и их отражение в схемах замещения. Преобразования координат. Практические методы расчета токов КЗ, включая особенности расчетов в электроустановках напряжением до 1000 В, а также в сетях с длинными линиями, установками продольной компенсации и нелинейными регулирующими элементами. Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова. Практические критерии статической устойчивости. Исследование статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС методом малых колебаний и системы с регулируемым возбуждением. Упрощенные критерии динамической устойчивости. Протекание процессов при малых и больших возмущениях. Характеристики многомашинной ЭЭС, устойчивость систем, объединенных слабыми связями. Асинхронные режимы, ресинхронизация. Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов.
4	Релейная защита, автоматика и информационные технологии в электроэнергетике	Повреждения и ненормальные режимы. Алгоритмы управления, иерархические структуры систем. Принципы построения защит генераторов, трансформаторов, двигателей и линий электропередачи. Ближнее и дальнее резервирование. Автоматические переключения (АВР, АПВ, частотная разгрузка, балансирующие отключения). Автоматическое регулирование напряжения (АРН) и частоты (АРЧМ). Микропроцессорные терминалы РЗА. Комплексы сбора, передачи и отображения информации. Каналы межобъектовой связи, протоколы передачи данных, обеспечение помехоустойчивости и электромагнитной совместимости. Критерии надежности функционирования систем управления. Применение теории вероятностей и математической статистики для расчета

		надежности схем. Метод статистических испытаний «Монте-Карло», элементы теории массового обслуживания. Интегральные критерии качества электроэнергии. Основы теории подобия (полное и неполное подобие, критерии подобия электрических цепей). Физическое, аналоговое и кибернетическое моделирование. Основные алгоритмы и области применения ЭВМ для расчетов режимов работы, устойчивости и оптимизации функционирования больших ЭЭС.
--	--	--

3.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

3.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет и выбор токоведущих частей и аппаратов высокого напряжения	4
2	Расчет установившихся режимов и потерь электроэнергии в распределительных сетях	4
3	Анализ показателей качества электроэнергии и выбор средств их нормализации	4
4	Расчет токов короткого замыкания в сетях различного напряжения	4
5	Оценка статической и динамической устойчивости простейшей электроэнергетической системы	4
6	Оптимизация распределения активной мощности и регулирование частоты в ЭЭС	4

3.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	56
2	Подготовка к практическим занятиям	36
3	Проработка разделов теоретического материала	28

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: интерактивные лекции, проблемное обучение, исследовательский метод

4 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

4.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

4.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Перед каждым практическим занятием обучающиеся знакомятся с теоретическими сведениями по практической работе, которые содержатся в методических указаниях, конспектах лекций или раздаточных материалах. В начале каждой работы проводится устный опрос обучающихся. Практические работы проводятся в форме выполнения расчётно-графических работ и выполнения учебных проектов.

По практическим работам обучающиеся готовят общий индивидуальный отчёт за семестр в печатном виде, в который включают расчётные и другие разделы по указанию преподавателя. Обучающиеся индивидуально защищают отчёт преподавателю на собеседовании, отвечая на контрольные вопросы и/или демонстрируя выполнение индивидуальных заданий.

4.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Изучение дисциплины следует начинать с проработки данной рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.

По каждой практической работе обучающиеся готовят индивидуальные отчёты в письменном или печатном виде и готовятся к их защите. Контрольные вопросы к каждой работе содержатся в п. 6.1 данной рабочей программы. Защита проходит индивидуально в формате собеседования, где обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя и/или защищают выполненные индивидуальные задания.

В течение семестра обучающиеся самостоятельно выполняют рефераты по индивидуальным вариантам. Преподаватель проверяет рефераты в печатном виде, слушает доклад обучающегося и задаёт вопросы. Примеры тем рефератов и вопросы для контроля приведены в п. 6.1 данной рабочей программы.

Проработка теоретических разделов курса выполняется по конспектам лекций и рекомендуемой литературе в соответствии с перечнем оценочных средств и контрольных вопросов, представленных в п. 6.2 данной рабочей программы.

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

5.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

5.1.1 семестр 7 | Реферат

Описание процедуры.

Обучающийся выполняет реферат по индивидуальному варианту на 8-12 страниц, оформляя его в печатном виде. Обучающийся защищает реферат преподавателю. Преподаватель проверяет реферат, слушает доклад обучающегося и задаёт 2-3 уточняющих вопроса по теме работы.

Вопросы для контроля (примерные рефераты по теме "Энергосистемы, сети и системы электроснабжения"):

- 1 История развития и современные тенденции электроэнергетики в условиях рыночной экономики.
- 2 Системный подход и иерархическое построение энергосистем: модели оптимального развития.
- 3 Методы прогнозирования развития энергосистем и оптимизации структуры размещения генерирующих мощностей.
- 4 Методы математического программирования в задачах развития и функционирования энергосистем.
- 5 Особенности формирования расчетных электрических нагрузок промышленных

предприятий, городов и сельского хозяйства.

6 Режимы заземления нейтралей в сетях различного напряжения и их влияние на надежность электроснабжения.

7 Теоретические основы компенсации реактивной мощности и обоснование размещения компенсирующих устройств.

8 Структура потерь электроэнергии в распределительных сетях и современные методы их снижения.

9 Качество электроэнергии: нормируемые показатели, причины искажений и методы приведения к допустимым пределам.

10 Особенности расчетов и повышения пропускной способности протяженных электропередач переменного и постоянного тока.

Вопросы для контроля (примерные рефераты по теме "Переходные процессы и устойчивость ЭЭС"):

1 Физическая природа переходных процессов в ЭЭС: причины, виды возмущений и их отражение в схемах замещения.

2 Математические модели элементов ЭЭС, используемые при исследовании переходных процессов.

3 Практические методы расчета токов короткого замыкания в электроустановках различного напряжения.

4 Особенности расчета переходных процессов в сетях с длинными линиями и установками продольной компенсации.

5 Понятие о первом и втором (прямом) методах Ляпунова в современной теории устойчивости.

6 Практические критерии статической устойчивости простейшей нерегулируемой ЭЭС и системы с регулируемым возбуждением.

7 Упрощенные критерии динамической и результирующей устойчивости. Протекание процессов при малых и больших возмущениях.

8 Характеристики многомашинной ЭЭС: изменение частоты и мощности, устойчивость нормальных режимов сложных систем.

9 Переходные процессы и устойчивость систем, объединенных слабыми связями. Асинхронные режимы и ресинхронизация.

10 Мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов в ЭЭС.

Критерии оценивания.

Обучающийся сдал и защитил реферат, если показал при докладе и ответе на уточняющие вопросы самостоятельность выполнения, знание и удовлетворительное понимание темы работы. В противном случае реферат защищается повторно на следующем отведённом для этого занятии.

5.1.2 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный выборочный опрос обучающихся на лекциях и практических занятиях по темам, пройденным на предыдущих занятиях по дисциплине.

Вопросы для контроля (тема "Электрическая часть электростанций и подстанций"):

1 Каковы особенности технологического процесса и графики нагрузки электрических станций различного типа?

2 Как влияет рост единичной мощности генераторов и трансформаторов на построение главных электрических схем?

- 3 Каковы термическое и динамическое воздействия токов короткого замыкания и какие методы их ограничения применяются?
- 4 По какой методике осуществляется выбор электрических аппаратов и токоведущих элементов электроустановок?
- 5 Каковы конструктивные особенности и требования к заземляющим устройствам электроустановок?
- 6 Какова структура и особенности схем собственных нужд электростанций различного типа?
- 7 Какие принципы лежат в основе построения автоматизированных систем управления (АСУ) и диагностических систем на электростанциях?
- 8 Каковы основные характеристики и конструктивные особенности комплектных распределительных устройств (КРУ)?
- 9 Как осуществляется компоновка электрических станций и подстанций при проектировании?
- 10 Какие методы применяются для оценки технико-экономических показателей и надежности схем электрических соединений?

Вопросы для контроля (тема "Релейная защита, автоматика и информационные технологии в электроэнергетике"):

- 1 Какие повреждения и ненормальные режимы возникают в энергетических системах и как классифицируются задачи управления?
- 2 Каковы иерархические структуры систем управления и принципы работы терминалов РЗА?
- 3 Как осуществляется ближнее и дальнее резервирование в системах релейной защиты?
- 4 Какие комплексы сбора, передачи и отображения информации применяются на энергетических объектах?
- 5 Какие способы обеспечения помехоустойчивости и электромагнитной совместимости используются в системах управления?
- 6 По каким критериям оценивается надежность функционирования систем РЗА и противоаварийной автоматики?
- 7 Какие принципы построения защит применяются для генераторов, трансформаторов, двигателей и линий электропередачи?
- 8 Какие виды автоматических переключений (АВР, АПВ, частотная разгрузка) применяются в ЭЭС и для каких целей?
- 9 Как осуществляется автоматическое регулирование напряжения, частоты и распределение активной/реактивной мощности?
- 10 Какие вероятностно-статистические методы (Монте-Карло, теория массового обслуживания) и основы теории подобия применяются при анализе режимов ЭЭС с использованием ЭВМ?

Критерии оценивания.

В течение семестра каждый обучающийся в течение 3-5 раз (в зависимости от числа обучающихся в группах) участвует в устном опросе (выборочно по списку группы). Ответ на вопрос должен быть кратким и содержательным. За каждый неверный ответ или отсутствие ответа обучающийся получает штрафной балл. При сдаче промежуточной аттестации за каждый штрафной балл обучающийся получает по дополнительному вопросу по той же теме, которая вызвала затруднения при устном опросе.

5.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

5.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания результата освоения дисциплины (модуля) в рамках промежуточной аттестации

Код и наименование результата освоения дисциплины (модуля)	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
Р-1.3 Способность применять системные теоретические знания для анализа, верификации, оценки процессов, происходящих в профессиональной сфере, а также умение аргументированно отстаивать собственную позицию в ходе научной дискуссии	Проявляет системные знания фундаментальных закономерностей функционирования электроэнергетических систем, методов анализа установившихся и переходных процессов, а также принципов проектирования и эксплуатации электрических станций и сетей. Обоснованно выбирает критерии принятия лучшего технического решения по многокритериальной модели с учетом неопределенности части информации о параметрах режимов и нагрузок ЭЭС. Самостоятельно получает и обрабатывает дополнительную научно-техническую информацию о процессах, происходящих в профессиональной сфере. Проявляет знание методов оценки надежности, устойчивости и качества электроэнергии, а также принципов построения систем релейной защиты, противоаварийной автоматики и АСУ ТП. Обоснованно выбирает критерии принятия лучшего решения по многокритериальной модели с учетом неопределенности части информации при оптимизации развития и функционирования энергосистем. Демонстрирует способность применять методы математического и компьютерного моделирования для верификации проектных решений и оценки процессов в сложных электроэнергетических объектах. Демонстрирует знание теоретических основ электроэнергетики и их взаимосвязи со спецификой собственного диссертационного исследования. Обоснованно выбирает критерии принятия лучшего решения по многокритериальной модели с учетом неопределенности части информации при выборе стратегий управления энергосистемами.	Экзамен в форме устного собеседования по теоретическим вопросам Выполнение практических заданий Написание и защита рефератов

	Демонстрирует владение навыками ведения научной дискуссии, умение критически анализировать профильные источники и аргументированно отстаивать собственную научную позицию.	
--	--	--

5.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

5.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения кандидатского экзамена по дисциплине

5.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен принимается предметной комиссией по приему кандидатского экзамена. Аспирант вытягивает экзаменационный билет, который содержит 3 вопроса:

- два вопроса — по профильным разделам дисциплины «Электроэнергетика»;
- один вопрос — по теме его диссертационного исследования (связь теории с практикой диссертации).

Время на подготовку: до 60 минут. Формат ответа: устное выступление в формате научной дискуссии с комиссией (проверка умения аргументированно отстаивать позицию).

Пример задания:

Примеры содержания экзаменационных билетов:

1. Электрическая часть электростанций: особенности технологического процесса электростанций различного типа, экология, графики нагрузки и их регулирование, влияние роста единичной мощности генераторов, трансформаторов, двигателей и станций на схемы соединений и требования к аппаратам и проводникам.
2. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем: способы определения электромагнитной обстановки и обеспечения электромагнитной совместимости, критерии и способы обеспечения надежности систем релейной защиты и противоаварийной автоматики, системы оперативного тока.
3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электрическая часть электростанций: структура главных схем и схем собственных нужд, термическое и динамическое воздействие токов короткого замыкания (КЗ), методы ограничения токов КЗ, координация уровней токов КЗ, эксплуатационные характеристики и выбор аппаратов, токоведущих элементов и контактных соединений.
2. Переходные процессы в электроэнергетических системах: статическая устойчивость нерегулируемой электроэнергетической системы методом малых колебаний, статическая устойчивость с регулируемым возбуждением, переходные процессы в узлах нагрузки при малых и больших возмущениях.
3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электрическая часть электростанций: заземляющие устройства, системы управления, контроля и сигнализации, установки оперативного тока, принципы и характеристики автоматизированных систем управления в энергетике, принципы создания

автоматизированных диагностических систем.

2. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем: комплексы сбора, передачи и отображения информации, первичные и вторичные измерительные преобразователи, цепи вторичной коммутации, каналы связи, помехоустойчивость, корректирующие коды, протоколы передачи информации.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Режимы работы основного электрооборудования электростанций: режимы синхронных генераторов, компенсаторов, двигателей и их систем возбуждения, методика анализа режимов синхронных машин.

2. Применение теории вероятностей, теории подобия и вычислительной техники к анализу режимов работы электростанций, сетей и систем: обзор моделирования, основы теории подобия, полное и неполное подобие, точность, критерии подобия, подобие электрических цепей, кибернетическое и приближённое моделирование, обработка и планирование экспериментов.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Режимы работы основного электрооборудования электростанций: режимы асинхронных и синхронных двигателей собственных нужд в нормальных и аномальных условиях, режимы силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

2. Электроснабжение городов и промышленных предприятий: компенсация реактивных нагрузок, различия в подходах к компенсации в городах и на предприятиях, размещение компенсирующих устройств, режим нейтрали до и выше 1 кВ, нормирование токов однофазного замыкания в сетях с изолированной нейтралью.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Проектирование электростанций: основы проектирования, системы автоматизированного проектирования электроустановок, проектирование главной схемы, собственных нужд и системы управления.

2. АСУ и оптимизация режимов работы электроэнергетических систем: задачи автоматизированной системы управления, структуры систем управления, противоаварийное управление, диспетчерское управление, оптимизация режимов, регулирование частоты и распределение нагрузок, межсистемные и межгосударственные связи.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Проектирование электростанций: конструкция распределительных устройств, характеристики комплектных распределительных устройств, компоновка станций и подстанций, оценка технико-экономических показателей и надежности схем.

2. Применение теории вероятностей, теории подобия и вычислительной техники к анализу режимов работы электростанций, сетей и систем: физическое и аналоговое моделирование, расчётные, аналоговые и динамические модели, расчёты режимов с ЭВМ, алгоритмы расчётов режимов и устойчивости, применение алгоритмических языков.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электроэнергетические системы и сети: история развития энергетики, особенности рыночной экономики в энергетике, энергетика как большая система, модели оптимального развития, системный подход, критерий оптимальности, представление информации, иерархия, задачи развития, методы прогнозирования.

2. Переходные процессы в электроэнергетических системах: причины и физическая природа переходных процессов, характеристики элементов электроэнергетической

системы и их математические модели.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электроэнергетические системы и сети: оптимизация структуры при проектировании и развитии, методы оптимизации: линейное и нелинейное программирование, транспортный и симплексный алгоритмы, динамическое программирование, метод границ и ветвей, градиентный метод, штрафные функции, критериальный анализ.

2. Переходные процессы в электроэнергетических системах: уравнения переходных процессов в электромашинах, преобразования координат, короткие замыкания в сетях с длинными линиями, продольной компенсацией, линейными и нелинейными регулирующими элементами.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электроэнергетические системы и сети: электростанции, сети и потребители как элементы энергосистем, методы определения расчётных нагрузок, условия работы и конструкция линий электропередачи (ЛЭП), проектирование воздушных ЛЭП.

2. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем: автоматическое регулирование частоты и распределение активной мощности, регуляторы частоты, определение мест повреждения, сигнализация, регистрация, цифровое осциллографирование, моделирование и испытания систем управления.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электроэнергетические системы и сети: режимы заземления нейтралей, характеристики и параметры сетевых элементов, теория передачи энергии, расчёты установившихся режимов и их регулирование.

2. Применение теории вероятностей, теории подобия и вычислительной техники к анализу режимов работы электростанций, сетей и систем: случайные процессы, простейший стационарный процесс, моделирование отказов и восстановлений, теория массового обслуживания, метод Монте-Карло.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электроэнергетические системы и сети: технико-экономические расчёты сетей, качество электроэнергии, регулирование напряжения, проектирование сетей и выбор параметров.

2. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем: повреждения и ненормальные режимы, задачи и алгоритмы управления, программно-технические комплексы, иерархия систем управления, терминалы релейной защиты и автоматики, резервирование, работа при повреждениях, локальные и распределённые системы противоаварийной автоматики.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электроэнергетические системы и сети: расчёты режимов протяжённых линий электропередачи переменного и постоянного тока, параметры линий, расчёт режимов дальних передач, увеличение пропускной способности и экономичности, особые режимы.

2. Переходные процессы в электроэнергетических системах: современная теория устойчивости, методы Ляпунова, критерии статической, динамической и результирующей устойчивости, процессы при возмущениях.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электроснабжение городов и промышленных предприятий: характеристика систем электроснабжения, различия в структурах городских и промышленных сетей,

формирование расчётной нагрузки, различие подходов.

2. Переходные процессы в электроэнергетических системах: характеристики многомашинной электроэнергетической системы, устойчивость нормальных режимов, изменение частоты и мощности, динамическая устойчивость, слабые связи, асинхронные режимы, ресинхронизация.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электроснабжение городов и промышленных предприятий: требования к схемам распределительных сетей, загрузка оборудования, влияние изолированного заземления на надёжность, глубокие вводы, требования и конструкция подстанций глубокого ввода, встроенные подстанции.

2. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем: автоматические переключения (АВР, АПВ, ЧАПВ, балансирующие отключения), автоматическое регулирование напряжения и реактивной мощности, регуляторы возбуждения и коэффициента трансформации.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Электроснабжение городов и промышленных предприятий: потери электроэнергии, структура потерь, методы расчёта и снижения потерь, качество электроэнергии, искажения токов и напряжений, расчёт и нормирование показателей по ГОСТ, методы приведения к допустимым пределам.

2. Переходные процессы в электроэнергетических системах: методические и нормативные указания по анализу переходных процессов и устойчивости, мероприятия по улучшению устойчивости и качества переходных процессов.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Переходные процессы в электроэнергетических системах: виды возмущений, в том числе короткие замыкания (КЗ) и сложные повреждения, схемы замещения, допущения, практические методы расчёта токов КЗ, особенности расчёта в установках до 1000 В.

2. Применение теории вероятностей, теории подобия и вычислительной техники к анализу режимов работы электростанций, сетей и систем: интегральные характеристики режимов, расчёт в сложных системах, интегральные критерии качества электроэнергии и их применение.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

1. Релейная защита и автоматическое управление электроэнергетических систем: защита генераторов, трансформаторов, двигателей, шин, линий с разными заземлениями нейтрали, принципы построения и взаимодействия комплектов защиты, системы релейной защиты и автоматики с каналами связи.

2. Применение теории вероятностей, теории подобия и вычислительной техники к анализу режимов работы электростанций, сетей и систем: случайные события и величины, расчёты надёжности схем, применение математической статистики и обработки данных по надёжности, параметрам режимов и нагрузкам.

3. Специальный вопрос по теме диссертационного исследования.

5.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Аспирант демонстрирует глубокие,	Аспирант показывает твердое знание	Аспирант владеет материалом на фрагментарном	Аспирант не знает фундаментальных основ дисциплины; не

системные знания программного материала; безусловно отвечает на оба вопроса билета; уверенно применяет методы математического и компьютерного моделирования; блестяще аргументирует связь теоретических вопросов с темой диссертации; активно и обоснованно отстаивает свою научную позицию в ходе дискуссии; свободно отвечает на дополнительные вопросы комиссии.	материала; отвечает на вопросы билета верно, но допускает незначительные неточности, исправляемые при наводящих вопросах; демонстрирует умение применять теоретические знания к задачам диссертации; участвует в дискуссии, аргументируя свою позицию, но ей не хватает глубины или оригинальности; допускает мелкие ошибки в расчетах или терминологии.	уровне; при ответе на вопросы билета допускает существенные ошибки, которые исправляет только с помощью наводящих вопросов комиссии; не может самостоятельно установить связь между общетеоретическим и вопросами и спецификой своей диссертации; в ходе дискуссии испытывает трудности с аргументацией и отстаиванием собственной позиции.	может ответить на основные вопросы билета даже с помощью наводящих вопросов комиссии; не понимает связи дисциплины с профессиональной сферой и темой диссертации; не способен к научной аргументации и ведению дискуссии. Экзамен не сдан.
--	---	--	---

6 Основная учебная литература

1. Дубицкий М. А. Резервы мощности в электроэнергетических системах : учебное пособие / М. А. Дубицкий, 2018. - 307.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-13878.pdf>

2. Идельчик В. И. Электрические системы и сети : учебник для электроэнергетических специальностей / В. И. Идельчик, 2009. - 592.

3. Электрическая часть станций и подстанций : учебник для вузов по спец. "Электрич. станции" / Под ред. А. А. Васильева, 1990. - 575.

4. Надежность систем энергетики и их оборудования : справочник : в 4 т. / под общ. ред. Ю. Н. Руденко. Т. 2 : Надежность электроэнергетических систем / Н. И. Воропай [и др.]; под ред. М. Н. Розанова, 2000. - 564, [1].

5. Ковалев Г. Ф. Надежность систем электроэнергетики : монография / Г. Ф. Ковалев, Л. М. Лебедева; отв. ред. Н. И. Воропай, 2015. - 222.

6. Ульянов С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебник для электротехнических и энергетических вузов и факультетов / С. А. Ульянов, 2010. - 518.

7. Ларин А. М. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебное пособие / А. М. Ларин, Д. В. Полковниченко, И. Б. Гуляева, 2022. - 268.

[Сайт] – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124142.html>

8. Басс Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" ... / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев; под ред. А. Ф. Дьякова, 2006. - 294.

9. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 140200 "Электроэнергетика" / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко, 2010. - 335.

10. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для вузов по курсу "Электроснабжение пром. предприятий" / Б. И. Кудрин, 2006. - 670.

7 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Электрические системы. Управление переходными режимами электроэнерг. систем : учебник для электроэнерг. спец. вузов. / Под ред. В. А. Веникова, 1982. - 247.

2. Веников В. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учеб. для энерг. спец. вузов / В. А. Веников, В. Г. Журавлев, Т. А. Филиппова, 1990. - 349.

3. Веников В. А. АСУ и оптимизация режимов энергосистем и электростанций : учебное пособие для электроэнергетических факультетов (специальности 0301, 0302, 0307) всех форм обучения / В. А. Веников, В. Г. Журавлев, Т. А. Филиппова, 1977. - 108.

4. Жданов А. С. Проектирование и конструирование электрической части электростанций и подстанций : конспект лекций / А. С. Жданов, 2016. - 118.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-1172.pdf>

5. Жданов А. С. Электрооборудование электростанций : конспект лекций / А. С. Жданов, 2016. - 144.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-1217.pdf>

6. Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ : учебно-справочное пособие для вузов / И. П. Крючков, М. В. Пираторов, В. А. Старшинов, 2021. - 137.

7. Электрические системы. Электрические сети : учеб. для вузов по направлению "Энергетика и энергомашиностроение" / В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков и др., 1998. - 510.

8. Герасименко А. А. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Электроэнергетика" / А. А. Герасименко, В. Т. Федин, 2008. - 716.

9. Арзамасцев Д. А. АСУ и оптимизация режимов энергосистем : учеб. пособие для электроэнерг. специальностей вузов / Д. А. Арзамасцев, П. И. Бартоломей, А. М. Холян, 1983. - 208.

10. Дроздов А. Д. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебное пособие / А. Д. Дроздов, 1976. - 79.

11. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 140200 "Электроэнергетика" / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко, 2008. - 335.

12. Фокин Юрий Александрович. Вероятностно-статистические методы в расчетах систем электроснабжения / Юрий Александрович Фокин, 1985. - 240.

8 Ресурсы сети Интернет

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

9 Профессиональные базы данных

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

10 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. PTC_MathCAD14
4. MathWorks_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)_511547_eng
5. NanoCAD для учебного процесса
6. SiminTech Academic Classroom
7. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
8. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
9. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
2. мультимед.проектор ViewSonic PJ400
3. Экран с эл/приводом 180*180
4. Компьютер P4 631/1646Gz/1024/120/3.5"/GF256/DVD-RW/ монитор Samsung940/кл/мышь
5. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в

том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

6. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.