

**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

«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

Научная специальность: 2.4.3 Электроэнергетика

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Федосов Денис
Сергеевич
Дата подписания: 05.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
: Федосов Денис Сергеевич
Дата подписания: 05.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 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 свойства электроэнергетической системы с позиций системных исследований и предпосылок перехода к многокритериальной модели оптимизации; теорию нечетких множеств в задачах оптимизации параметров ЭЭС; свойства больших сложных систем на примере систем электроэнергетики Уметь выполнять исследование статической устойчивости ЭЭС; проводить анализ работы систем возбуждения и автоматического регулирования синхронных машин; применять алгоритмы решения задачи многокритериальной постановки Владеть методами решения задач оптимизации параметров; навыками синтеза электроэнергетических систем по уровню надежности; навыками оптимального управления переходными режимами ЭЭС

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)	Кандидатский экзамен по спец. дисциплине	Кандидатский экзамен по спец. дисциплине

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	Электрические системы и их основные свойства	1	3					3	4	Устный опрос
2	Методы исследования устойчивости электроэнергетических систем	2	8			1, 2	8	1, 2, 3	48	Реферат
3	Надежность электростанций и электроэнергетических систем	3	14			3, 4	8	1, 2, 3	48	Реферат
4	Задачи оптимизации электроэнергетических систем и методы их решения	4	11			5, 6	8	2, 3	20	Устный опрос
	Промежуточная								36	Кандидатс

	аттестация									кий экзамен по спец. дисциплин е
	Всего		36				24		156	

3.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Электрические системы и их основные свойства	Введение в вопросы надёжности и живучести ЭЭС и оптимизации параметров ЭЭС. Предпосылки усложнения систем энергетики. Историческая справка. Электроэнергетическая система – большая сложная система с характерными свойствами (иерархичность построения и управления, управляемость, динамика развития), множество целей функционирования, неопределенность части исходной информации. Отличие систем электроснабжения районов от системообразующих сетей. Концепция развития ЭЭС на перспективу
2	Методы исследования устойчивости электроэнергетических систем	Математическая модель ЭЭС для исследования статической устойчивости. Исследование статической устойчивости нерегулируемой ЭЭС и при ручном регулировании. Исследование статической устойчивости автоматически регулируемой ЭЭС. Синтез структуры АРВ сильного действия. Системы возбуждения и автоматического регулирования синхронных машин. Оптимальное управление переходными режимами ЭЭС
3	Надежность электростанций и электроэнергетических систем	Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов. Математические модели отказов и восстановления элементов электроэнергетических систем. Методы расчета надежности электроэнергетических систем. Экономические аспекты надежности. Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности
4	Задачи оптимизации электроэнергетических систем и методы их решения	Свойства больших сложных систем на примере систем электроэнергетики. Предпосылки усложнения задач оптимизации. Классификация задач оптимизации ЭЭС. Методы решения задач оптимизации параметров. Многокритериальная модель оптимизации. Неопределенность I-го и II-го рода. Алгоритм решения задачи многокритериальной постановки. Критерии выбора лучшего решения. Дополнительная информация, методы ее получения и обработки.

		Теория нечетких множеств в задачах оптимизации параметров ЭЭС. Решение задач планирования
--	--	---

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	Исследование влияния АРВ на статическую устойчивость ЭЭС. Синхронная динамическая устойчивость ЭЭС	4
2	Исследование асинхронных режимов и результирующей устойчивости электрической системы	4
3	Определение вероятностей отказов элементов и системы в целом	4
4	Определение показателей структурной и функциональной надежности. Расчет недоотпуска электроэнергии	4
5	Расчет границ экономических интервалов для воздушных линий, трансформаторных подстанций	4
6	Технико-экономическое сопоставление вариантов развития 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 | 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 "Электрические системы и их основные свойства"):

1. Введение в вопросы надёжности и живучести ЭЭС и оптимизации параметров ЭЭС
2. Предпосылки усложнения систем энергетики. Историческая справка
3. Электроэнергетическая система – большая сложная система с характерными свойствами (иерархичность построения и управления, управляемость, динамика развития), множество целей функционирования, неопределенность части исходной информации
4. Отличие систем электроснабжения районов от системообразующих сетей
5. Концепция развития ЭЭС на перспективу

Вопросы для контроля (тема "Задачи оптимизации электроэнергетических систем и методы их решения"):

1. Свойства больших сложных систем на примере систем электроэнергетики
2. Предпосылки усложнения задач оптимизации
3. Классификация задач оптимизации ЭЭС
4. Методы решения задач оптимизации параметров
5. Многокритериальная модель оптимизации

6. Неопределенность I-го и II-го рода
7. Алгоритм решения задачи многокритериальной постановки
8. Критерии выбора лучшего решения
9. Дополнительная информация, методы ее получения и обработки
10. Теория нечетких множеств в задачах оптимизации параметров ЭЭС
11. Решение задач планирования

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.

5.1.2 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 "Методы исследования устойчивости электроэнергетических систем"):

1. Математическая модель ЭЭС для исследования статической устойчивости
2. Исследование статической устойчивости нерегулируемой ЭЭС и при ручном регулировании
3. Исследование статической устойчивости автоматически регулируемой ЭЭС
4. Синтез структуры АРВ сильного действия
5. Системы возбуждения и автоматического регулирования синхронных машин
6. Оптимальное управление переходными режимами ЭЭС

Вопросы для контроля (примерные рефераты по теме "Надежность электростанций и электроэнергетических систем"):

1. Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов
2. Математические модели отказов и восстановления элементов электроэнергетических систем
3. Методы расчета надежности электроэнергетических систем
4. Экономические аспекты надежности электроэнергетических систем
5. Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности

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.

5.2 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
<p>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</p>	<p>Проявляет знания способов снятия неопределенности; требований нормативных документов по устойчивости электроэнергетических систем. Обоснованно выбирает критерии принятия лучшего решения по многокритериальной модели с учетом неопределенности части информации. Самостоятельно получает и обрабатывает дополнительную информацию о режиме электроэнергетических систем.</p> <p>Проявляет знание методов синтеза электроэнергетических систем и сетей по заданному уровню надежности. Обоснованно выбирает критерии принятия лучшего решения по многокритериальной модели с учетом неопределенности части информации. Демонстрирует способность выполнить синтез системы автоматического регулирования синхронных генераторов электрических станций.</p> <p>Демонстрирует знание теории принятия решений, обоснования выбора частных критериев оценки при неопределенности части исходной информации. Обоснованно выбирает критерии принятия лучшего решения по многокритериальной модели с учетом неопределенности части информации. Демонстрирует владение и применяет на практике теоретические основы анализа надежности электроэнергетических систем</p>	<p>Экзамен в форме устного собеседования по теоретическим вопросам</p> <p>Выполнение практических заданий</p> <p>Написание и защита рефератов</p>

5.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

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

5.2.2.1.1 Описание процедуры

К экзамену допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (защита отчётов по практическим работам, защита рефератов, устный опрос). На экзамен ко времени, указанному в расписании, приходит вся учебная группа. Экзамен состоит из двух частей: письменной и устной. Обучающиеся, получив билет, в течение 40-45 минут в письменной форме тезисно отвечают на вопросы билета. На письменной части экзамена обучающимся не разрешается разговаривать друг с другом и пользоваться конспектами лекций, литературой, средствами связи. Письменная часть экзамена заканчивается тогда, когда последний обучающийся из группы сдаёт свой письменный ответ. В течение 10-15 минут преподаватель проверяет ответы обучающихся, после чего начинается устная часть экзамена. При подготовке к устному ответу разрешается пользоваться любой литературой. На устную часть экзамена обучающийся предоставляет преподавателю написанный собственноручно конспект лекций. Преподаватель задаёт 2-3 уточняющих вопроса по темам в билете обучающегося и 1-2 дополнительных вопроса по теоретическому курсу из расчёта около 10 минут на обучающегося.

Пример задания:

Экзамен обучающиеся сдают по билетам.

Билеты содержат любые 2 теоретических вопроса из следующего списка:

1. Введение в вопросы надёжности и живучести ЭЭС и оптимизации параметров ЭЭС
2. Предпосылки усложнения систем энергетики. Историческая справка
3. Электроэнергетическая система – большая сложная система с характерными свойствами (иерархичность построения и управления, управляемость, динамика развития), множество целей функционирования, неопределенность части исходной информации
4. Отличие систем электроснабжения районов от системообразующих сетей
5. Концепция развития ЭЭС на перспективу
6. Математическая модель ЭЭС для исследования статической устойчивости
7. Исследование статической устойчивости нерегулируемой ЭЭС и при ручном регулировании
8. Исследование статической устойчивости автоматически регулируемой ЭЭС
9. Синтез структуры АРВ сильного действия
10. Системы возбуждения и автоматического регулирования синхронных машин
11. Оптимальное управление переходными режимами ЭЭС
12. Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов
13. Математические модели отказов и восстановления элементов электроэнергетических систем
14. Методы расчета надежности электроэнергетических систем
15. Экономические аспекты надежности электроэнергетических систем
16. Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности
17. Свойства больших сложных систем на примере систем электроэнергетики
18. Предпосылки усложнения задач оптимизации
19. Классификация задач оптимизации ЭЭС
20. Методы решения задач оптимизации параметров
21. Многокритериальная модель оптимизации
22. Неопределенность I-го и II-го рода
23. Алгоритм решения задачи многокритериальной постановки
24. Критерии выбора лучшего решения

25. Дополнительная информация, методы ее получения и обработки
26. Теория нечетких множеств в задачах оптимизации параметров ЭЭС
27. Решение задач планирования

5.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала по дисциплине, а именно: вопросов обеспечения надёжности и оптимизации режимов электрических станций и электроэнергетических систем. Обучающийся умеет свободно выполнять расчёты надёжности и применять методы оптимизации электрических станций и электроэнергетических систем. Обучающийся усвоил основную образовательную программу дисциплины и знаком с дополнительной литературой. Обучающийся усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой</p>	<p>Обучающийся обнаруживает полное знание учебно-программного материала, а именно: вопросов обеспечения надёжности и оптимизации режимов электрических станций и электроэнергетических систем. Обучающийся успешно выполнил предусмотренные в программе задания, способен выполнять расчёты надёжности и применять методы оптимизации электрических станций и электроэнергетических систем. Обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Обучающийся показал систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в</p>	<p>Обучающийся обнаруживает знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии (вопросы обеспечения надёжности и оптимизации режимов электрических станций и электроэнергетических систем). Обучающийся справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Обучающийся допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя</p>	<p>Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий (не знает принципы обеспечения надёжности и оптимизации режимов электрических станций и электроэнергетических систем). Обучающийся не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза, не способен выполнять расчёты надёжности и применять методы оптимизации электрических станций и электроэнергетических систем</p>

профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно- программного материала	ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности		
--	---	--	--

6 Основная учебная литература

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

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

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