

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Уральский энергетический институт

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке  
А.В. Германенко

20\_\_ г.





**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**



Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры Электроэнергетика	Код ПА 2.4.3
Группа специальностей Энергетика и электротехника	Код 2.4
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург  
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Паздерин Андрей Владимирович	д.т.н., профессор	зав. кафедрой	Кафедра «Автоматизированные электрические системы» Уральский энергетический институт	
2	Тавлинцев Александр Сергеевич	к.т.н., доцент	доцент	Кафедра «Автоматизированные электрические системы» Уральский энергетический институт	
3	Верхозин Андрей Михайлович	-	старший преподаватель	Кафедра «Автоматизированные электрические системы» Уральский энергетический институт	
4	Стаймова Елена Дмитриевна	-	старший преподаватель	Кафедра «Автоматизированные электрические системы» Уральский энергетический институт	

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета  
Протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

Н.В. Гредасова

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

## 1.1. Аннотация содержания дисциплины

Рабочая программа дисциплины составлена на основе Самостоятельно утвержденных требований (СУТ). Цель изучения дисциплины заключается в получении будущими исследователями теоретических и практических знаний по подготовке специалистов для разработки и использования компьютерных систем в науке и промышленности, для автоматизации инженерного труда и объектов электроэнергетики

## 1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

## 1.3. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4-й семестр
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия			
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	15,6	104
5.	Промежуточная аттестация		0,25	3
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	19,6	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

\*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3, - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.4 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Структура и задачи развития электроэнергетики. Иерархическая структура электроэнергетики страны. Внешние связи электроэнергетики. Организация управления развитием энергетики в условиях перехода к рынку. Краткая характеристика задач планирования развития электроэнергетических систем. Проектные материалы управления развитием электроэнергетических систем.
P2	Системный подход	

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P2.T1	Основные понятия	<p>Понятие о большой искусственной системе и ее структуре. Методология и сущность системного подхода и системного анализа. Понятие о системах электроэнергетики. Основные свойства больших систем и их характеристика.</p> <p>Понятия прогнозирования, планирования, проектирования; их трансформация в современных социально-экономических условиях. Функционал цели и критерий оптимальности. Виды критериев для задач развития электроэнергетики.</p> <p>Иерархия систем и условия оптимизации локальных систем. Причины существования вероятно-оптимальных планов.</p>
P2.T2	Учет неопределенности и формирование критериев	<p>Типы условий оптимизации и характер решений в задачах развития ЭЭС. Критерии минимакса (Вальда), пессимизма-оптимизма (Гурвица), недостаточного основания (Лапласа-Байеса), минимаксного риска (Сэвиджа) в задачах развития ЭЭС при неопределенной информации. Совместное использование критериев принятия решений в условиях неопределенности.</p> <p>Основные понятия теории нечетких множеств (ТНМ). Моделирование неопределенностей с применением ТНМ. Решение задач выбора и классификации при нечеткой исходной информации.</p> <p>Характеристика субъектов системы управления в энергетике, их интересов и целей. Формирование критериев в задачах развития ЭЭС.</p> <p>Критерии экономичности. Критерии экономической эффективности. Метод годовых приведенных затрат. Статический и динамический случаи. Критерий интегральных приведенных затрат как отражение народнохозяйственной эффективности. Условия тождества технического эффекта.</p> <p>Критерии финансовой эффективности. Чистая приведенная стоимость, отпускная цена электроэнергии, срок окупаемости, максимальный денежный отток.</p> <p>Экологические критерии. Составляющие экологических затрат и экологического ущерба. Натуральное выражение экологических критериев. Понятие об экологическом риске.</p> <p>Критерии надежности и качества электрической энергии, социальные критерии.</p>
P2.T3	Методы многокритериального анализа. Энергетическая безопасность	<p>Понятие о многокритериальном анализе. Принцип Парето и Парето-оптимальные планы. Множество компромиссов. Обзорная характеристика методов многокритериального анализа (методы скаляризации, предпочтений, экспертиз). Методы проведения экспертиз (дерева целей, Дельфи и др.).</p> <p>Многокритериальная оптимизация в области компромиссов методов районирования в пространстве</p>

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
		критериев. Районирование территории по условиям сооружения электрических станций. Основы анализа энергетической безопасности. Экономическая и энергетическая безопасность. Понятие об индикативном анализе и его методах. Индикаторы экономической и экологической безопасности. Пороговые уровни индикативных показателей. Их определение. Методы оценки влияния энергетических факторов на экономическую безопасность. Мониторинг безопасности.
<b>Р3</b>	<b>Модели оптимизации развития генерирующих мощностей энергосистем</b>	
Р3.Т1	Методы решения задач оптимизации генерирующих мощностей	Постановка задачи оптимизации генерирующих мощностей. Линейная модель оптимизации структуры ЭЭС. Блоки имитационной модели развития и размещения генерирующих мощностей. Районирование территории по условиям сооружения электростанций Таксономия. Модель динамического программирования и ее использование в задаче развития генерирующих мощностей. Сущность имитационного подхода. Характеристика информационных уровней оптимизационной модели. Использование имитационного подхода для построения оптимизационного блока имитационной модели развития генерирующих мощностей.
Р3.Т2	Имитационный подход к задаче развития генерирующих мощностей	Формирование станционного блока. Применение факторного анализа для моделирования показателей сооружения электростанций. Сущность факторно-регрессионного моделирования. Построение электросетевого блока оптимизационной модели. Формирование обобщенных параметров сетевого блока на основе пассивного эксперимента. Активный эксперимент и его использование для формирования электросетевого блока. Сущность планирования активного эксперимента. Полный и дробный факторные эксперименты. Построение план-матриц.
Р4	<b>Прогнозирование нагрузок и электропотребления</b>	Методы прогнозирования нагрузок и электропотребления. Характеристика методов прогнозирования нагрузок и электропотребления. Прогнозирование на основе регрессионного анализа. Прогнозирование в иерархических системах. Согласование прогнозов. Авторегрессионные модели нагрузок и электропотребления. Прогнозирование по авторегрессионным моделям. Модели с дисконтированием. Факторно-регрессионные модели прогнозирования нагрузок и электропотребления. Эконометрические модели прогнозирования.
Р5	<b>Модели оптимизации электрической сети энергосистемы</b>	Методы и модели оптимизации электрической сети энергосистемы. Постановка проблемы оптимизации развития электрической сети. Функция оптимальных

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
		затрат в элемент электрической сети. Оптимизация конфигурации электрической сети методом проектирования градиента и методом ветвей и границ. Основы метода покоординатной оптимизации. Поконтурная оптимизация конфигурации электрической сети. Оптимизация развития электрической сети по методу динамического программирования. Метод оптимальных исходных состояний
Р6	<b>Моделирование процессов развития сетей ЭЭС.</b>	Эквивалентирование районов ЭЭС при исследовании развития сетей. Оценка результатов оптимизации при использовании приближенных исходных данных. Влияние пространственных связей при выборе решений по развитию электрических сетей. Релаксационный метод расчета узловых потенциалов. Преобразование схем при расчете узловых потенциалов.
Р7	<b>Динамические методы анализа развития сетей Энергосистем</b>	Решение задач оптимизации развития сетей ЭЭС большой размерности итерационными методами. Методы определения потоков мощности в моделях оптимизации развития сетей ЭЭС. Динамическая задача оптимизации развития электроэнергетических систем. Метод поиска оптимальных исходных состояний. Алгоритм вычисления потенциалов в узлах электрической сети с частичным исключением неизвестных.

### **3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **3.1. Практические занятия**

*Не предусмотрено*

#### **3.2. Примерная тематика самостоятельной работы**

Самостоятельная работа по темам в соответствии с разделом 2 настоящей рабочей программы

#### **3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)**

Не предусмотрено

#### **3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов**

Не предусмотрено

### **4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## 4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Какие бывают типы систем? Дать их определения.
2. Каково главное свойство большой системы? Дать разъяснение.
3. Назвать свойства больших систем.
4. Объяснить свойство иерархичности больших систем.
5. Что такое двойственность природы больших систем?
6. Что такое системный подход? Назвать основные принципы системного подхода.

7. Что такое системный анализ? Что входит в системный анализ?
8. Объяснить структуру функционала цели развития большой системы. Классифицировать составляющие его параметры.
9. Дать схематическое представление модели системы.
10. Показать структуру больших систем экономики. Показать место в них больших систем энергетики.
11. Показать территориальную и производственную структуру больших систем энергетики.
12. Какими могут быть типы условий оптимизации в задачах развития ЭЭС?
13. Дать характеристику задач оптимизации развития в вероятностных условиях.
14. Обосновать критерий оптимальности в задачах оптимизации развития в вероятностных условиях.
15. Что такое платежная матрица? Как она формируется? Дать объяснение и пояснить логику формирования критерия минимаксных затрат.
16. Что такое гарантированный результат при выборе стратегии развития? Показать плюсы и минусы такой стратегии.
17. Дать пояснения сущности и логику формирования критериев недостаточного основания, пессимизма-оптимизма, минимаксного риска.
18. Как формируется решение по развитию системы в условиях неопределенности при одновременном использовании нескольких критериев принятия решений?
19. В чем разница между сравнительной и абсолютной и экономической и финансовой эффективностью?
20. Какова постановка задачи формирования критерия годовых приведенных затрат (в статической форме)?
21. Каков математический метод формирования критерия годовых приведенных затрат (в статической форме)?
22. В чем основной недостаток критерия минимума годовых приведенных затрат?
23. Каков экономический смысл нормативного коэффициента сравнительной эффективности капиталовложений, использующегося в методиках годовых приведенных затрат?
24. Что такое условие тождества эффекта, использующееся в задачах определения сравнительной экономической эффективности?
25. Каковы основания использования критерия годовых приведенных затрат в статической форме для получения формулы этого критерия в динамической форме?
26. Что такое производственная и полная себестоимости, определяемые при обосновании цены электроэнергии (тарифа)?
27. В чем разница между чистой и полной прибылью, закладываемыми в обоснование цены электроэнергии (тарифа)?
28. Как формируется критерий интегральных приведенных затрат? В чем принцип формирования критерия интегральной чистой и приведенной стоимости?
29. Что такое максимальный денежный отток и внутренний коэффициент рентабельности?
30. В чем различие между критериями экономической и финансовой эффективности?
31. Дать понятия экономической безопасности, энергетической безопасности территорий.
32. Какого территориального подразделения задач диагностирования экономической и энергетической безопасности?
33. Какова классификация и основные угрозы энергетической безопасности?
34. В чем состоит идея индикативного анализа энергетической безопасности?
35. Каковы экономические индикативные показатели энергетической безопасности и их организация в индикативных блоках энергетической безопасности?
36. Каков принцип определения пороговых уровней индикативных показателей энергетической безопасности?
37. Каковы принципы определения состояния территорий по энергетической безопасности для блоков индикативных показателей и ситуации в целом?
38. Что такое мониторинг энергетической безопасности, и каковы блоки системы мониторинга?



39. В чем состоит подход к классификации территорий по энергетической безопасности с применением разделяющих поверхностей?

40. Каковы основные угрозы энергетической безопасности регионов России в настоящее время?

41. Дать характеристику задач прогнозирования нагрузок и электропотребления.

42. Дать характеристику задач разработки стратегий и программ развития энергетики.

43. Объяснить структуру задач прогнозирования новой техники в увязке с задачами развития энергосистем.

44. Каково содержание задач определения рациональной концентрации электроэнергетики.

45. Объяснить содержание задачи определения рациональной структуры генерирующих мощностей энергосистемы.

46. Каков состав и содержание задач оптимизации размещения и мощности электростанций в ЭЭС.

47. Дать характеристику и классификацию задач оптимизации развития электрических сетей.

#### **4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена**

Не предусмотрено

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1. Рекомендуемая литература**

#### **5.1.1. Основная литература**

- Модели развития электроэнергетических систем: учебное пособие/ С.С.Ананичева, П.Е. Мезенцев, А.Л. Мызин – Екатеринбург :. УрФУ, 2014. – 148 с.

#### **5.1.2. Дополнительная литература**

- Арзамасцев Д.А., Липес А.В., Мызин А.Л. Модели оптимизации развития энергосистем. Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1987. – 272с.
- Мелентьев Л.А. Оптимизация развития и управления больших систем энергетики. – М.: Высшая школа, 1982. – 319 с.
- Дале В.А., Кришан З.П., Паэгле Динамические методы анализа развития сетей энергосистем. – Рига: Зинатне, 1979. -260с.
- Справочник по проектированию электроэнергетических систем / И.Г. Карапетян, Д.Л. Файбисович – М.: Изд. НЦ и ЭНАС, 2005. – 320 с.
- Математические модели размещения тепловых электростанций: учебное пособие / Д.А. Арзамасцев, С.С. Ананичева, А.В. Липес и др. – Свердловск: УПИ, 1987. – 88 с.

### **5.2. Методические разработки**

Не предусмотрено

### **5.3. Программное обеспечение**

- Пакеты программ RASTR, «Энергетическая безопасность», STATGRAPH, MATHCAD.
- Операционная система Windows XP.
- Пакет Microsoft Office 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access).

### **5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

Не предусмотрено

### **5.5. Электронные образовательные ресурсы**

- <http://study.ustu.ru>
- Зональная научная библиотека <http://library.urfu.ru/>
- Каталоги библиотеки <http://library.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>
- Электронный каталог <http://library.urfu.ru/resources/ec/>
- Ресурсы <http://library.urfu.ru/resources>

### **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения лекций требуется мультимедийная аудитория, для лабораторных работ – компьютерный класс с выходом в интернет.

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием**

Компьютерные классы в аудиториях Э-311 и Э-316, общим количеством 18 компьютеров Pentium IV Core 2, объединённые в локальную сеть.