

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.



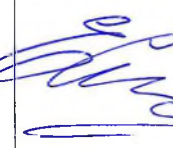


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

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	

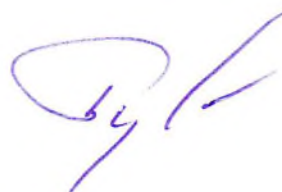
Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

Н.В. Гредасова

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Настоящая дисциплина относится к дисциплинам базовой части. Основная цель изучения дисциплины – формирование у аспирантов комплекса базовых знаний и практических навыков в области электроэнергетики.

Программа дисциплины разработана в соответствии с программой-минимумом кандидатского экзамена по специальности «Электроэнергетика», разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации комиссии по энергетике, электрификации и энергетическому машиностроению при участии Московского энергетического института. Программа составлена с опорой на дисциплины направления «Энергетика» специальности «Электроэнергетика», связанные с особенностями анализа, синтеза и технического использования основного оборудования, агрегатов и аппаратов вспомогательного оборудования, используемых в электрических сетях и энергосистемах.

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.)*	6-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	Э	1	Э
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 функции АСДУ	
P1.T1	Иерархия в управлении и основные потоки информации	Структура информационных потоков в АСДУ. Особенности информации в автоматизированной системе диспетчерского управления ЭЭС. Иерархическая структура АСДУ.

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
		Функции и структура автоматизированных систем диспетчерского управления ЭЭС. Управление на основе телеизмерений. Уровни информационного обеспечения.
P1.T2	Управление большими системами.	Глобализация электроэнергетики и большие электрические системы. Проблемы интеграции энергосистем и управления большими системами. Современное состояние и тенденции. Задачи автоматического и автоматизированного управления. Задачи, решаемые в темпе реального процесса (on-line) и вне контура непрерывного оперативного управления (off-line).
P2	Информационное обеспечение АСДУ энергосистем.	
P2.T1	Вопросы передачи информации.	Измерительные системы и датчики. Дискретная информация. Квантование по времени и по уровню. Пути прохождения информации в системе управления энергосистемой. Каналы и линии связи. Многоканальные системы телеметрии. Высокочастотная передача телеизмерений
P2.T2	Информация и диспетчерское управление	Средства отображения информации в АСДУ. Локальные вычислительные сети. Перспективы развития технических средств в АСДУ. Автоматизированные системы контроля и управления потоками электроэнергии
P3	Повышение достоверности телеинформации	Источники погрешности телеизмерений и достоверизация информации. Получение и обработка первичной информации. Погрешности и способы повышения достоверности информации. Фильтрация информации и специальное математическое обеспечение.
P4.	Получение информации в задачах оперативного и краткосрочного управления	
P4.T1	Обеспечение наблюдаемости и управляемости ЭЭС	Формирования псевдоизмерений и архивной информации.
P4.T2	Формирование модели ЭЭС	Эквивалентирование для оперативного управления. Методы оперативных расчетов режимов. Упрощенные модели. Линеаризация уравнений установившегося режимы электрической системы.
P5	Планирование и оптимизация режимов ЭЭС	
P5.T1	Основы нелинейного программирования.	Формирование целевой функции и её геометрическая интерпретация. Математическое программирование и его разделы. Ограничения в форме равенства и неравенства. Условная и безусловная оптимизация. Метод Лагранжа учета ограничений в форме равенства.
P5.T2	Рекуррентные выражения процедур нелинейного программирования.	Определение направления и длины шага. Методы локализации экстремума. Методы нулевого порядка: случайный поиск и покоординатный спуск. Методы первого порядка: Градиентные методы и организация скорейшего спуска. Методы второго порядка –

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
		аппроксимирующее программирование: обобщенный метод Ньютона. Методы штрафных функций для учета ограничений в форме неравенства
P5.T3	Решение задач электроэнергетики методами нелинейного программирования.	Целевая функция и режимные ограничения. Этапы усложнения задачи оптимизации в связи с совершенствованием вычислительной техники, компьютерных и информационных технологий. Основные алгоритмы и допущения при оптимизации режима ЭЭС.
P5.T4	Рынок электроэнергии и мощности в ЭЭС.	Модели рынка в электроэнергетике. Ценовые заявки и ценообразование с учетом сетевого фактора и режимных ограничений.
P6.	Наблюдаемость и оценивание состояния ЭЭС.	
P6.T1.	Критерии наблюдаемости и оценивания состояния.	Математическая и электроэнергетическая трактовка критериев. Математические формулировки задачи: линейное и нелинейное оценивание состояния. Учет погрешности измерений и телепередачи информации Обнаружение и исключение плохих данных.
P6.T2	Оценивание состояния в ЭЭС.	Математическая модель электрического режима в задаче оценивания состояния. Использование векторных синхронизированных измерений. Перспективы совершенствования информационного обеспечения в АСДУ.
P7.	Формирование советов диспетчеру.	Диспетчерское управление режимами. Идентификация режимов (нормальные тяжелые, послеаварийные). Оперативная дооптимизация и ввод режима в допустимую область. Согласование оперативной коррекции режима ЭЭС и действия автоматики регулирования частоты и активной мощности. Тренажеры в электроэнергетике (диспетчеров энергосистем, дежурного персонала электростанций и сетевых предприятий)

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

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

3.2.2. 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
Знания	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.
Умения	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)
Личностные качества	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

Не предусмотрено

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

- Структура и функции АСДУ.
- Информация для задач оперативного и противоаварийного управления.
- Источники и причины погрешности телеметрии.
- Способы повышения достоверности телеметрии.
- Необходимость и проблемы эквивалентирования ЭЭС для оперативного и противоаварийного управления.
- Математическое программирование.
- Нелинейное программирование.
- Учет ограничений в форме равенств. Метод Лагранжа.
- Постановка задачи оптимизации режима ЭЭС как задачи нелинейного программирования. Режимные ограничения.
- Характеристика методов оптимизации нулевого и первого порядка.
- Выбор направления движения в задачах нелинейного программирования.
- Определение длины шага в задачах нелинейного программирования.
- Алгоритм Обобщенного метода Ньютона в задачи оптимизации режима ЭЭС.
- Критерии наблюдаемости ЭЭС, необходимое и достаточное условия.
- Электрическая система как объект наблюдения и управления.
- Линейное и нелинейное оценивание состояния ЭЭС.
- Критерии управления и оптимизации режима в условиях конкурентного рынка.
- Виды рынков электроэнергии.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Бартоломей П.И., Паздерин А.В., Паниковская Т.Ю., Шелюг С.Н. Теория и практика в оптимизации режимов ЭЭС: Уч.пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009.
2. Пименова Т.Ф., Insights into Electrical an Power Engineering Terminology, УрФУ, 2012.
3. Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем, М.: Издательский дом МЭИ, 2009г., 476 с., ил. Учебник для вузов, 3-е изд., испр. Под ред. чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. А.Ф. Дьякова.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Бартоломей П.И. Паниковская Т.Ю. Оптимизация режимов энергосистем. Учебное пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ. 2008. 164 с.
2. Бартоломей П.И., Ерохин П.М., Неуймин В.Г., Паниковская Т.Ю. Конкурентные рынки электроэнергии. Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2006 г. 88 с.
3. Дьяков А.Ф., Окин А.А., Семенов В.А. Диспетчерское управление мощными энергообъединениями.- М.: Изд. МЭИ, 1996.- 224с.
4. Дьяков А.Ф., Моржин Ю.И., Рабинович М.А. Режимный тренажер КАСКАД для диспетчера энергосистем и энергообъединений. – М.: Изд. МЭИ, 1996. – 168с.
5. Окин А.А., Семенов В.А. Противоаварийное управление ЕЭС России. – М.: Изд. МЭИ., 1996. – 156с.
6. Забегалов В.А., Орнов В.Г., Семенов В.А. Автоматизированные системы диспетчерского управления в энергосистемах. – М.: Энергоатомиздат, 1984.-264с.
7. Орнов В.Г., Рабинович М.А. Задачи оперативного и автоматического управления энергосистемами. – М.: Энергоатомиздат, 1988. - 223с.

8. Тутевич В.Н. Телемеханика: Уч. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1985.
9. Методы решения задач реального времени в электроэнергетике/ Под ред. А.З. Гамма и М.Н. Розанова. - Новосибирск: Наука, 1991.
10. Бартоломей П.И. Информационное обеспечение задач АСДУ энергосистем: Уч. пособие. Екатеринбург: изд. УГТУ, 1998.
11. Арзамасцев Д.А., Бартоломей П.И., Холян А.М. АСУ и оптимизация режимов энергосистем. М.: Высшая школа, 1983.

5.2. Методические разработки

1. АСУ и оптимизация в электроэнергетических системах: методические указания для выполнения лабораторных работ / П.И.Бартоломей, А.В.Паздерин. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007.
2. Методические указания по выполнению курсовой работы. / П.И.Бартоломей. 2009. Электронная версия.

5.3. Программное обеспечение

- Операционная система Windows XP.
- Пакет Microsoft Office 2010 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access).
- Математический процессор Mathcad.
- Платформа .Net Framework 3.0 и среда программирования Visual Studio 2008.

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не предусмотрено

5.5. Электронные образовательные ресурсы

- Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru/>
- Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/>
- Электронный каталог <http://lib.urfu.ru/resources/ec/>
- Ресурсы <http://lib.urfu.ru/resources>
- Поиск <http://lib.urfu.ru/search>.

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.