

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1157031	Режимы работы электроэнергетических систем

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность 2. Цифровое управление электроэнергетическими системами 3. Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем	Код ОП 1. 13.04.02/33.03 2. 13.04.02/33.05 3. 13.04.02/33.07
Направление подготовки 1. Электроэнергетика и электротехника	Код направления и уровня подготовки 1. 13.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бартоломей Петр Иванович	доктор технических наук, профессор	Профессор	автоматизированных электрических систем
2	Семененко Сергей Игоревич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированных электрических систем
3	Чусовитин Павел Валерьевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированных электрических систем

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Режимы работы электроэнергетических систем

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Математическое моделирование режимов электроэнергетических систем» «Задачи управления и оптимизация режимов электроэнергетических систем» «Информационные технологии управления режимами электроэнергетических систем». Модуль посвящён вопросам моделирования электроэнергетических систем, управления и планирования их режимов, информационного обеспечения автоматизированных систем диспетчерского управления. Изучаются общие принципы математического моделирования, способы математического моделирования режимов электроэнергетических систем. Рассматриваются вопросы автоматизированного управления энергосистемой, требования к системам автоматизированного управления, их архитектура, организация и сбор данных для данных систем. Изучаются методы автоматизированного управления на основе математической теории оптимизации и управления. Рассматривается процесс организации получения и хранения информации, описывается объем информации, необходимый для функционирования различных систем автоматического управления. Изучаются технологии синхронизированных векторных измерений и основы системы мониторинга переходных режимов

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Задачи управления и оптимизация режимов электроэнергетических систем	3
2	Математическое моделирование режимов электроэнергетических систем	3
3	Информационные технологии управления режимами электроэнергетических систем	3
ИТОГО по модулю:		9

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
<p>Задачи управления и оптимизация режимов электроэнергетических систем</p>	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>З-11 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-12 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-13 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-14 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-6 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p> <p>У-7 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-8 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-7 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-11 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-12 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-13 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-14 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-6 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p>

		<p>У-7 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-8 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-7 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-11 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-12 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-13 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-14 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-6 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщенный метод Ньютона</p> <p>У-7 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-8 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-7 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>З-17 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-18 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-19 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-20 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска,</p>

		<p>градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p> <p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-17 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-18 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-19 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-20 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p> <p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их</p>	<p>З-17 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-18 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-19 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p>

	<p>режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-20 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p> <p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>З-17 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-18 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-19 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-20 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p> <p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять</p>	<p>З-17 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-18 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p>

	<p>эффективные режимы её работы</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-19 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-20 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p> <p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-17 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-18 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-19 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-20 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p> <p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
	<p>ПК-6 - Способен контролировать и оценивать допустимость режимов работы</p>	<p>З-6 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p>

<p>электроэнергетической системы, обеспечивать их эффективность</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-7 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-8 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-9 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-2 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p> <p>У-3 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-4 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-2 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>
<p>ПК-7 - Способен обеспечивать безопасное и надежное управление режимами энергосистемы с обеспечением требуемого качества электрической энергии</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-11 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-12 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы</p> <p>З-13 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования</p> <p>З-14 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>У-6 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p> <p>У-7 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-8 - Применять методы штрафных функций</p> <p>П-7 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>

<p>Информационные технологии управления режимами электроэнергетических систем</p>	<p>ПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>З-12 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-13 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-14 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-15 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-7 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-6 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-7 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическими системами)</p>	<p>З-11 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-12 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-13 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-14 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-6 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p>

		<p>П-7 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-8 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-11 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-12 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-13 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-14 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-6 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-7 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-8 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>З-15 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-16 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-17 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p>

		<p>З-18 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-9 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-8 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-9 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-15 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-16 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-17 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-18 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-9 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-8 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-9 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и</p>	<p>З-15 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p>

<p>представлять результаты выполненной работы</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>3-16 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>3-17 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>3-18 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-9 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-8 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-9 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>3-21 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>3-22 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>3-23 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>3-24 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-12 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-12 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p>

		<p>П-13 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-21 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-22 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-23 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-24 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-12 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-12 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-13 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p> <p>(Энергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-21 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-22 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-23 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-24 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p>

		<p>У-12 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-12 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-13 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>З-21 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-22 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-23 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-24 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-12 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-12 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-13 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять</p>	<p>З-21 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-22 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p>

<p>эффективные режимы её работы</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-23 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-24 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-12 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-12 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-13 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
<p>ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</p> <p>(Энергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-21 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-22 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-23 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-24 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-12 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-12 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-13 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем</p>

		достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах
<p>ПК-6 - Способен контролировать и оценивать допустимость режимов работы электроэнергетической системы, обеспечивать их эффективность</p> <p>(Электронергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>		<p>З-10 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-11 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-12 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-13 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-5 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-4 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
<p>ПК-7 - Способен анализировать надежность функционирования электроэнергетической системы и её отдельных элементов</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>		<p>З-1 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-2 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-3 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-4 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p>

		<p>У-1 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
	<p>ПК-7 - Способен обеспечивать безопасное и надежное управление режимами энергосистемы с обеспечением требуемого качества электрической энергии</p> <p>(Электронергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-15 - Описывать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p> <p>З-16 - Характеризовать виды технологической информации и источники погрешностей, влияющие на управление</p> <p>З-17 - Описывать методы обеспечения наблюдаемости электроэнергетической системы и решения задачи оценивания состояния по телеизмерениям</p> <p>З-18 - Характеризовать современные тенденции совершенствования измерительной техники в электроэнергетических системах</p> <p>У-9 - Проводить тестовые расчеты с целью достоверизации информации о режимах электроэнергетических систем</p> <p>П-8 - Иметь практический опыт совершенствования системы информационного обеспечения задач управления</p> <p>П-9 - Иметь практический опыт моделирования и тестирования систем достоверизации телеинформации в электроэнергетических системах</p>
<p>Математическое моделирование режимов электроэнергетических систем</p>	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ</p>

	<p>методы моделирования и математического анализа</p>	<p>для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>З-16 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-17 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-18 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-8 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-9 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-10 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-8 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в</p>

		специализированных программных комплексах
ПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки (Цифровое управление электроэнергетическим и системами)	3-15 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах 3-16 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах 3-17 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах У-7 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах У-8 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи У-9 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах П-9 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах	
ПК-1 - Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки (Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)	3-15 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах 3-16 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах 3-17 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах У-7 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах У-8 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования	

		<p>энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-9 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-9 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>З-19 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-20 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-21 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-10 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-11 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-12 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-10 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-19 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-20 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p>

		<p>З-21 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-10 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-11 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-12 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-10 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-2 - Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-19 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-20 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-21 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-10 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-11 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-12 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-10 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-3 - Способен создавать и</p>	<p>З-25 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета</p>

<p>анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p> <p>(Проектирование и эксплуатация электроэнергетических систем)</p>	<p>электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-26 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-27 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-13 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-14 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-15 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-14 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-25 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-26 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-27 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-13 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-14 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p>

		<p>У-15 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-14 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-3 - Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-25 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-26 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-27 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-13 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-14 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-15 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-14 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</p> <p>(Проектирование и эксплуатация)</p>	<p>З-25 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-26 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p>

	<p>электроэнергетических систем)</p>	<p>З-27 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-13 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-14 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-15 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-14 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-5 - Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-25 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-26 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-27 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-13 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-14 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-15 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-14 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-5 - Способен применять методы и</p>	<p>З-25 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета</p>

	<p>средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-26 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-27 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-13 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-14 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-15 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-14 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-6 - Способен контролировать и оценивать допустимость режимов работы электроэнергетической системы, обеспечивать их эффективность</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-14 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-15 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-16 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-6 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-7 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p>

		<p>У-8 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-5 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-7 - Способен анализировать и оценивать работу устройств и комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики в нормальных и аварийных ситуациях</p> <p>(Цифровое управление электроэнергетическим и системами)</p>	<p>З-12 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-13 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-14 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-8 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-9 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-10 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-10 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
	<p>ПК-7 - Способен обеспечивать безопасное и надежное управление режимами энергосистемы с обеспечением требуемого качества электрической энергии</p> <p>(Электроэнергетические системы, сети, их режимы, устойчивость, надежность)</p>	<p>З-19 - Характеризовать методы алгоритмизации расчета электромеханических и электромагнитных переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p> <p>З-20 - Описывать модели, используемые для расчётов электромеханических переходных процессов в многомашинных энергосистемах</p>

		<p>З-21 - Объяснять особенности и скорости протекания переходных процессов в энергосистемах</p> <p>У-10 - Анализировать переходные процессы в многомашинных энергосистемах</p> <p>У-11 - Выбирать степень детализации моделей основного оборудования энергосистем в зависимости от решаемой задачи</p> <p>У-12 - Рассчитывать электромагнитные переходные процессы в математических программных пакетах</p> <p>П-10 - Создавать динамические модели электротехнических устройств в специализированных программных комплексах</p>
--	--	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Задачи управления и оптимизация режимов
электроэнергетических систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бартоломей Петр Иванович	доктор технических наук, профессор	Профессор	автоматизированн ых электрических систем
2	Семенов Сергей Игоревич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированн ых электрических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Структура и функция АСДУ.	
P1.T1	Иерархия в управлении.	Иерархическая структура АСДУ. Функции и структура автоматизированных систем диспетчерского управления ЭЭС. Современные отечественные системы АСДУ и ОИК. Зарубежные системы SCADA и EMS. Технологическая взаимосвязь задач оперативного и противоаварийного управления.
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	Планирование и оптимизация режимов ЭЭС.	
P2.T1	Основы нелинейного программирования.	Формирование целевой функции и ее геометрическая интерпретация. Математическое программирование и его разделы. Ограничения в форме равенства и неравенства. Условная и безусловная оптимизация. Метод Лагранжа учета ограничений в форме равенства.
P2.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: аппроксимирующее программирование и обобщенный метод Ньютона. Методы штрафных функций для учета ограничений в форме неравенства.
P2.T3	Решение задач электроэнергетики методами нелинейного программирования.	Целевая функция и режимные ограничения. Этапы усложнения задачи оптимизации в связи с усовершенствованием вычислительной техники, компьютерных и информационных технологий. Основные алгоритмы и допущения при оптимизации режима ЭЭС.
P2.T4	Рынок электроэнергии и мощности в ЭЭС.	Модели рынка в электроэнергетике. Ценовые заявки и ценообразование с учетом сетевого фактора и режимных ограничений.
P3	Формирование советов диспетчеру.	
P3.T1	Диспетчерское управление режимами.	Идентификация режимов (нормальные, тяжелые, послеаварийные). Оперативная дооптимизация и ввод режима в допустимую область. Согласование оперативной коррекции режима ЭЭС и действий автоматики регулирования частоты и активной мощности.
P3.T2	Подготовка персонала ЭЭС	Тренажеры в электроэнергетике для подготовки диспетчеров энергосистем и дежурного персонала электростанций и сетевых предприятий.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачи управления и оптимизация режимов электроэнергетических систем

Электронные ресурсы (издания)

1. Бартоломей, П. И.; Информационное обеспечение задач электроэнергетики : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/65931.html> (Электронное издание)

2. Zhmud, A. V.; Numerical Optimization of Regulators for Automatic Control System : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575151> (Электронное издание)

3. Zhmud, V. A.; Numerical Optimization of Regulators for Automatic Control System : textbook for higher education.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/98687.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Арзамасцев, Д. А., Арзамасцев, Д. А.; АСУ и оптимизация режимов энергосистем : [учеб. пособие

для электроэнерг. спец. вузов].; Высшая школа, Москва; 1983 (22 экз.)

2. Бартоломей, П. И.; Решение электроэнергетических задач методами второго порядка : Учеб. пособие.; УПИ, Свердловск; 1988 (41 экз.)

3. Бартоломей, П. И., Паздерин, А. В., Шелюг, С. Н.; АСДУ и оптимизация режимов ЭЭС : учеб. пособие.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2003 (1 экз.)

4. Гилл, Гилл Ф.; Практическая оптимизация : Пер. с англ.; Мир, Москва; 1985 (6 экз.)

5. Паниковская, Т. Ю., Шалина, Е. П., Котов, О. М.; Алгоритмизация задач энергетики : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (80 экз.)

6. Бартоломей, П. И., Паниковская, Т. Ю., Паздерин, А. В.; Оптимизация режимов энергосистем : учебное пособие для студентов вузов.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2008 (70 экз.)

7. Бартоломей, П. И., Суворов, А. А.; Информационное обеспечение задач электроэнергетики : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

ЭБС "Лань". <https://e.lanbook.com/>

Wiley Journal Database. <https://onlinelibrary.wiley.com/>

eLibrary. <https://elibrary.ru/>

EndNote Web Web of Science. <http://www.myendnoteweb.com>

IEEE Xplore Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE). <http://www.ieee.org/ieeexplore>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://library.ustu.ru> Библиотека УрФУ.

<http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика.

<http://docs.cntd.ru> Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт.

<http://www.journals.cambridge.com> Cambridge University Press.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачи управления и оптимизация режимов электроэнергетических систем

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
-------	--------------	---	---

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
3	Курсовая работа/ курсовой проект	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>RastrWin</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad University Department Perpetual - 400 Locked Maintenance Gold ver. 14</p>
4	Консультации	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>	Не требуется

		<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>RastrWin</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad University Department Perpetual - 400 Locked Maintenance Gold ver. 14</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Математическое моделирование режимов
электроэнергетических систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Чусовитин Павел Валерьевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированн ых электрических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Чусовитин Павел Валерьевич, Доцент, автоматизированных электрических систем**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Алгоритмизация расчетов переходных процессов в энергосистемах	
P1.T1	Введение в дисциплину. Алгоритм расчета переходных процессов в многомашинных системах	Дается обзор содержания дисциплины, цели и результаты ее изучения. Даются математические основы решения систем дифференциально-алгебраических уравнений, последовательность расчета переходных процессов в энергосистемах. Рассматривается способ объединения моделей различных устройств с моделью электрической сети
P1.T2	Расчет режима электрической сети	Рассматривается модель для расчета режима электрической сети и способы учета в ней режима работы различных устройств энергосистемы
P1.T3	Преобразование координат, структурное моделирование, основные блоки структурных моделей	Рассматривается преобразование системы координат, используемой в расчетах модели отдельного устройства, в единую систему координат электрической сети и обратно. Рассматриваются основные блоки, используемые для описания динамических моделей электротехнического оборудования
P2	Модели основного оборудования энергосистемы, применяемые в расчетах электромеханических переходных процессов	

P2.T1	Сетевые элементы	Рассматриваются системы уравнений, описывающие сетевые элементы энергосистемы: линии электропередач, силовые трансформаторы, реакторы, батареи статических конденсаторов
P2.T2	Синхронная машина	Рассматриваются различные модели, описывающие переходные процессы в синхронной машине от уравнения движения до модели Парка-Горева. Изучается способ учета этих моделей в расчетах переходных процессов в многомашинных системах
P2.T3	Система возбуждения и автоматический регулятор возбуждения	Рассматриваются принципы работы различных систем возбуждения синхронных машин и модели, их описывающие. Рассматривается модель автоматического регулятора возбуждения пропорционального действия
P2.T4	Турбина и регулятор скорости	Рассматриваются физические процессы, протекающие в турбине, и системы уравнений их описывающие. Изучается простейшая модель регулятора скорости
P2.T5	Автоматическое вторичное регулирование частоты	Рассматривается упрощенная модель системы вторичного регулирования частоты
P2.T6	Модель статического поперечного компенсатора реактивной мощности	Рассматривается модель статического поперечного компенсатора реактивной мощности, применяемая в расчетах электромеханических переходных процессов в энергосистемах
P3	Трехфазная модель электрической сети	
P3.T1	Статические и динамические трехфазные модели сетевых элементов	Рассматриваются системы уравнений, описывающие сетевые элементы энергосистемы в фазных координатах
P3.T2	Совместный расчет электромеханических и электромагнитных переходных процессов, преобразование координат	Рассматриваются системы дифференциальных уравнений, описывающие электромагнитные переходные процессы в сетевых элементах

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование режимов электроэнергетических систем

Электронные ресурсы (издания)

1. Лизалек, Н. Н.; Анализ низкочастотных колебаний энергосистем : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438408> (Электронное издание)

2. Лизалек, , Н. Н.; Динамические свойства энергосистем при электромеханических колебаниях. Структурная организация движений и устойчивость : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/45086.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Веников, В. А., Суханов, О. А.; Кибернетические модели электрических систем : Учеб. пособие для вузов.; Энергоиздат, Москва; 1982 (10 экз.)
2. Веников, В. А.; Переходные электромеханические процессы в электрических системах : Учебник для вузов.; Высшая школа, Москва; 1985 (35 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Не используются.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Не используются.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование режимов электроэнергетических систем

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Не требуется
3	Лабораторные занятия	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Matlab+Simulink</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Консультации	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Matlab+Simulink</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Matlab+Simulink</p>
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Matlab+Simulink
--	--	---	-----------------

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Информационные технологии управления
режимами электроэнергетических систем

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Бартоломей Петр Иванович	доктор технических наук, профессор	Профессор	автоматизированн ых электрических систем
2	Семенов Сергей Игоревич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	автоматизированн ых электрических систем

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение.	Принципиальная структура систем автоматического технологического управления. Обзор существующих систем на примере отечественных систем АСДУ и ОИК, а также иностранных EMS и SCADA.
P2	Представление и кодирование информации	Принципы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований. Способы кодирования двоичной информации для решения различных задач: повышения пропускной способности сети, обнаружения ошибки, выявления ошибки и т.д. Обзор Системы мониторинга переходных режимов (СМНР).
P3	Методы анализа данных телеизмерений	Причины возникновения погрешностей в измерениях и способы борьбы с ними. Математические методы фильтрации и отбраковки «плохих» измерений. Современные измерительные системы на примере системы векторных измерений (PMU).
P4	Оценивание состояния в задачах электроэнергетики	Постановка задачи оценивания состояния по имеющимся данным. Линейные и нелинейные модели оценивания состояния. Построение модели электрического режима и учет погрешностей в задаче оценивания состояний.
P5	Автоматизированные методы решения задач оперативного управления	Алгоритмы автоматического построения различных систем уравнений для решения задачи потокораспределения в электроэнергетической системе. Основные принципы эквивалентирования получаемых систем уравнений. Способы

		учета состояния отдельных элементов при формировании систем уравнений.
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные технологии управления режимами электроэнергетических систем

Электронные ресурсы (издания)

1. Бартоломей, П. И.; Информационное обеспечение задач электроэнергетики : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/65931.html> (Электронное издание)
2. Гмурман, В. Е.; Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие.; Высшая школа, Москва; 1979; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458330> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бартоломей, П. И., Суворов, А. А.; Информационное обеспечение задач электроэнергетики : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400 "Электроэнергетика и электротехника".; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2015 (5 экз.)
2. Бартоломей, П. И.; Логические основы теории дискретных автоматов : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2002 (3 экз.)
3. Арзамасцев, Д. А., Арзамасцев, Д. А.; АСУ и оптимизация режимов энергосистем : [учеб. пособие для электроэнерг. спец. вузов].; Высшая школа, Москва; 1983 (22 экз.)
4. Гмурман, В. Е.; Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для инж.-экон. ин-тов и фак.; Высшая школа, Москва; 1972 (17 экз.)
5. Гмурман, В. Е.; Теория вероятностей и математическая статистика : Учеб. пособие для вузов.; Высшая школа, Москва; 2001 (3 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

ЭБС "Лань". <https://e.lanbook.com/>

Wiley Journal Database. <https://onlinelibrary.wiley.com/>

eLibrary. <https://elibrary.ru/>

EndNote Web Web of Science. <http://www.myendnoteweb.com>

IEEE Xplore Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE). <http://www.ieee.org/ieeexplore>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://library.ustu.ru> Библиотека УрФУ.

<http://ldjvu-inf.narod.ru/telib.htm> Библиотека электротехника и электроэнергетика.

<http://docs.cntd.ru> Электронный фонд нормативно-технической документации Техэксперт.

<http://www.journals.cambridge.com> Cambridge University Press.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные технологии управления режимами электроэнергетических систем

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с	Не требуется

		санитарными правилами и нормами	
3	Консультации	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	RastrWin Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Mathcad 14