

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Задачи управления и оптимизация режимов электроэнергетических систем

Код модуля
1157031

Модуль
Режимы работы электроэнергетических систем

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

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

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

Авторы:

- Бартоломей Петр Иванович, Профессор, автоматизированных электрических систем
- Семенов Сергей Игоревич, Доцент, автоматизированных электрических систем

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Задачи управления и оптимизация режимов электроэнергетических систем**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен Курсовая работа	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	3

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Задачи управления и оптимизация режимов электроэнергетических систем**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-2 -Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	3-11 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития 3-12 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы 3-13 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования 3-14 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы П-7 - Предлагать решение по оптимизации режима	Лекции Экзамен

	<p>объединенной 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>ПК-3 -Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</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>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p> <p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p>	<p>Лекции</p> <p>Экзамен</p>
<p>ПК-5 -Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы</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>Лекции</p> <p>Экзамен</p>

	<p>З-20 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы</p> <p>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p> <p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p>	
<p>ПК-6 -Способен контролировать и оценивать допустимость режимов работы электроэнергетической системы, обеспечивать их эффективность</p>	<p>З-6 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</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>П-2 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной 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>Курсовая работа Экзамен</p>
<p>ПК-7 -Способен обеспечивать безопасное и надежное управление режимами</p>	<p>З-11 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития</p>	<p>Курсовая работа Экзамен</p>

<p>энергосистемы с обеспечением требуемого качества электрической энергии</p>	<p>З-12 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы З-13 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования З-14 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы П-7 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы У-6 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона У-7 - Применять методы замены переменных и Лагранжа У-8 - Применять методы штрафных функций</p>	
<p>ПК-2 -Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<p>З-11 - Характеризовать существующую структуру управления в электроэнергетике и тенденции ее развития З-12 - Объяснять теоретические основы оптимизации режима электроэнергетической системы З-13 - Описывать математические методы аппарата нелинейного программирования З-14 - Описывать способы учета ограничений в задаче оптимизации электроэнергетической системы П-7 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы У-6 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона У-7 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p>	<p>Контрольная работа № 1 Экзамен</p>

	У-8 - Применять методы штрафных функций	
ПК-3 -Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния	<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>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p> <p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p>	Контрольная работа № 2 Экзамен
ПК-5 -Способен применять методы и средства автоматизированных систем управления электроэнергетической системой, определять эффективные режимы её работы	<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>П-11 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной электроэнергетической системы</p>	Контрольная работа № 3 Экзамен

	<p>У-10 - Применять методы замены переменных и Лагранжа</p> <p>У-11 - Применять методы штрафных функций</p> <p>У-9 - Использовать в задаче оптимизации метод покоординатного спуска, градиентный метод и обобщённый метод Ньютона</p>	
<p>ПК-2 -Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</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>П-7 - Предлагать решение по оптимизации режима объединенной 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>Курсовая работа Экзамен</p>
<p>ПК-3 -Способен создавать и анализировать модели электроэнергетических систем и их элементов с целью анализа их свойств и прогноза состояния</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</p>	<p>Курсовая работа Экзамен</p>

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

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>активность</i>	1,16	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	1,12	30
<i>контрольная работа</i>	1,14	30
<i>контрольная работа</i>	1,16	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– 0,00		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – 1,00		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)		
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия	Шкала оценивания

	оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Постановка задачи оптимизации режимов. Линеаризация целевой функции и системы ограничений
 2. Метод покоординатного спуска
 3. Градиентные методы оптимизации
 4. Методы оптимизации второго порядка
 5. Оптимизация квадратичной функции
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Градиентный метод

Примерные задания

Контрольная работа по теме «Градиентный метод» Вариант 1

Дана задача оптимизации:

$$F(\bar{x}) = 5 \cdot x_1^2 + 8 \cdot x_1 \cdot x_2 - 28 \cdot x_1 + 5 \cdot x_2^2 - 26 \cdot x_2 - \ln(1 - x_1 - x_2) \rightarrow \min$$

Выполнить 3 шага градиентным методом с поиском псевдооптимального шага, при условии начального приближения

$$\bar{x}^0 = (-5 \quad -5)^T$$

При невозможности выполнения вычислений (потребность вычисления логарифма отрицательного числа), последовательно масштабировать пробные шаги для определения псевдооптимального шага с коэффициентом 0.1 (сокращая их в десять раз).

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Метод покоординатного спуска

Примерные задания

Контрольная работа по теме «Метод покоординатного спуска», Вариант 1

Найти оптимальную координату и значение целевой функции для задачи оптимизации, выполнив не более 3 итерации методом покоординатного спуска с псевдооптимальным шагом, при условии останова $\varepsilon_{\|\Delta\bar{x}\|_\infty} \leq 0.001$ и начальном приближении $\bar{x}^{(0)} = (1 \quad 1 \quad 1)^T$:

$$\begin{aligned} F(\bar{x}) &= \\ &= |x_1 + 2 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 - 1| + (x_1 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 - 1)^2 \\ &\quad + (x_1 + x_2 \cdot x_3 - 1)^2 \end{aligned}$$

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Контрольная работа № 3

Примерный перечень тем

1. Обобщенный метод Ньютона

Примерные задания

3. Задача 2. Дана задача безусловной оптимизации:

$$F(\bar{x}) = \bar{x}^T \cdot \begin{pmatrix} -2 & 1 \\ 1 & -2 \end{pmatrix} \cdot \bar{x} + \bar{x}^T \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} + 5 \rightarrow \min_{\bar{x}}$$

Найти решение задачи обобщенным методом Ньютона. Начальное приближение: $(1 \ 1)^T$
Максимальное число итераций: 2. Максимальное значение чебышевской нормы градиента: 0.5.
При отсутствии сходимости решения к оптимальной точке указанным методом, указать и доказать этот факт.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Полная постановка задачи оптимизации режима ЭЭС.
2. Упрощения задачи оптимизации режима ЭЭС.
3. Математическое программирование. Геометрическая интерпретация задач математического программирования.
4. Методы нулевого порядка. Метод покоординатного спуска.
5. Методы первого порядка. Метод градиентного спуска.
6. Наискорейший спуск в методах первого и нулевого порядка. Параболическая аппроксимация, пробные шаги.
7. Критерии остановки итерационных оптимизационных методов.
8. Ускорение шага в итерационных оптимизационных методах.
9. Методы второго порядка. Обобщенный метод Ньютона
10. Оптимизация квадратичной функции. Метод наискорейшего спуска (steepest descend) для квадратичной функции.
11. Учет ограничений в форме «равенство». Методы Лагранжа, замены переменных
12. Учет ограничений в форме «неравенство». Активные и пассивные ограничения. Идея метода штрафных функций.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Курсовая работа

Примерный перечень тем

1. Оптимизация режима ЭЭС методами нелинейного программирования

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

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