

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Управление режимами работы электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Математическая оптимизация электрических режимов**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Толба М.А.
	Идентификатор	R3a6f7e25-TolbaM-56163fc6

М.А. Толба

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Насыров Р.Р.
	Идентификатор	R48fa5e5e-NasyrovRR-34f285d8

Р.Р.
Насыров

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

Ю.В. Шаров

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в процессе проектирования и управления субъектами электроэнергетики и объектами электросетевого хозяйства

ИД-5 Прогнозирует потребление электроэнергии и мощности с помощью математических и экономических методов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Использование программных средства для решения задач программирования (Контрольная работа)

2. Основы работы в системе MATLAB (Контрольная работа)

3. Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Введение - А					
Введение - А			+		
Введение - Б					
Введение - Б			+		
Концепция модели оптимизации					
Концепция модели оптимизации					+
Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции					

Настройка Задачи Оптимизации на Основе Решателя — Функции		+		
Определение задачи оптимизации				
Определение задачи оптимизации		+		
Программы MATPOWER и MATLAB				
Программы MATPOWER и MATLAB	+	+	+	+
Современные алгоритмы оптимизации				
Современные алгоритмы оптимизации		+	+	+
Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме				
Применение алгоритмов оптимизации в энергосистеме	+	+	+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-5ПК-1 Прогнозирует потребление электроэнергии и мощности с помощью математических и экономических методов	Знать: Программные средства для решения задач линейного и нелинейного программирования Показатели функционирования энергосистемы, контролируемые параметры Механизмы программирования функций и порядков в MATLAB и MATPOWER Уметь: Пользоваться методами метаэвристики проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного	Основы работы в системе MATLAB (Контрольная работа) Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования (Контрольная работа) Использование программные средства для решения задач программирования (Контрольная работа) Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники (Контрольная работа)

		программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта Готовить исходные данные для проведения оптимизационного расчета	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основы работы в системе MATLAB

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание и теоретические вопросы по Разделу 1 и 2

Краткое содержание задания:

Программирование в системе MATLAB

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта	1. Создать m-функцию, в которой реализован расчет функции $f(x, a, N)$. 2. Создать m-сценарий в котором: • записана информация: ФИО слушателя, вариант задания, описание входящих и выходящих переменных; • задаются значения x в интервале $[x_0, x_{\max}]$ с шагом h; • значения функции $f(x, a, N)$ рассчитываются на заданном интервале с помощью созданной m-функции для различных значений N; • результаты расчета выводятся на график. 3. Построить графики $f(x, a, N)$ для $N = 5, 10, 15$ в интервале $[x_0, x_{\max}]$ с шагом $h = (x_{\max} - x_0)/500$. Где, $a_n = \begin{cases} \frac{2n+1}{2}, & 0 \leq n < N/3 \\ 1, & N/3 \leq n < 2N/3 \\ \frac{1}{n}, & 2N/3 \leq n \leq N \end{cases}$ <table border="1" data-bbox="1117 1052 1324 1153"> <tr> <td>$f(x, a, N)$</td> <td>$\sum_{n=0}^N a_n J_n(x)$</td> </tr> <tr> <td>$[x_0, x_{\max}]$</td> <td>$[0, 10]$</td> </tr> </table> $J_n(x)$ – функция Бесселя первого рода (besselj), $P_n(x)$ – функция полинома Лежандра (legendre).	$f(x, a, N)$	$\sum_{n=0}^N a_n J_n(x)$	$[x_0, x_{\max}]$	$[0, 10]$
$f(x, a, N)$	$\sum_{n=0}^N a_n J_n(x)$				
$[x_0, x_{\max}]$	$[0, 10]$				

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Решение задач оптимизации линейного и нелинейного программирования

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

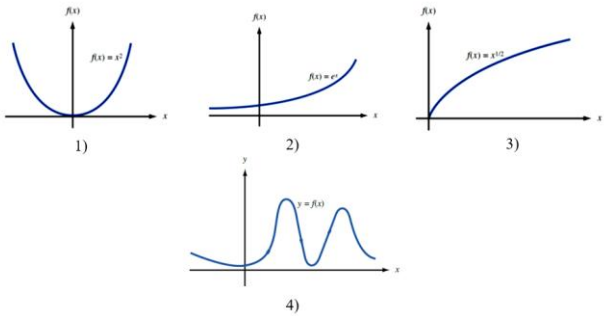
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

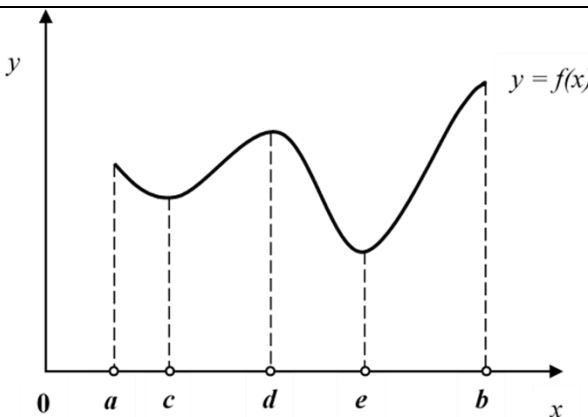
Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание и теоретические вопросы по Разделу 3, 4, и 5

Краткое содержание задания:

Оптимизация линейного и нелинейного программирования

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Показатели функционирования энергосистемы, контролируемые параметры	1.Определите следующее предложение: _____ — критерий оптимизации, функция нескольких переменных, для которой определяется минимум или максимум в рамках оптимизационной задачи.
Знать: Программные средства для решения задач линейного и нелинейного программирования	1.К методам нелинейного математического программирования не относится: А) метод Ньютона-Рафсона; Б) градиентные методы; В) метод аппроксимации Фогеля; Г) метод Лагранжа. Являются ли эти функции выпуклыми (Convex), вогнутыми (Concave) или ни одной из них?  1) 2) 3) 4) А) 1) Concave, 2)Convex, 3) ни одной из них, 4) Convex; Б) 1) Convex, 2) Convex, 3) Concave, 4) ни одной из них; В) 1) Convex, 2) Concave, 3) Convex, 4) Concave; 2. Г) 1) Concave, 2) Concave, 3) Convex, 4) ни одной из них.
Уметь: Пользоваться методами метаэвристики проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики	1.На нелинейном графике выберите состояние каждой точки, чтобы определить следующее: локального минимума; абсолютный максимум; относительных максимума; абсолютного минимума.

	 a-; b-; c-; d-; e-
Уметь: Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта	С учетом (Ex0_main.m) и (Ex0_obj.m), выведите минимальное значение функции $f(x)$ для следующей функции и проверьте, является ли она линейной или нелинейной функцией? $\text{Min } f(x) = 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2;$ $x_1 + x_2 \leq 1$ $2x_1 + x_2 = 1$ $x_0 = [0.5, 0]$ A) <code>linprog(-f,A,b,[],[],LB,UB);</code> Б) <code>x = linprog(f,A,b,[],[],LB,UB);</code> В) <code>x = fmincon(@Ex0_obj,x0,A,b,Aeq,beq);</code> Г) <code>fmincon(@Ex0_main,x0,A,b,Aeq,beq);</code> 1.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Использование программные средства для решения задач программирования

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

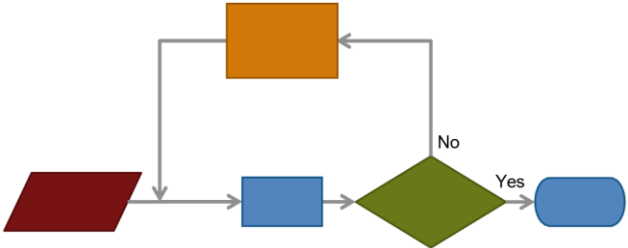
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовая работа вопросы и задача

Краткое содержание задания:

Ответы на вопросы по теме и решение задачи

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: Пользоваться методами метаэвристики проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики	1.Согласно процессу проектирования оптимальных решений, в нужных блоках должен быть заполнен следующий процесс: • - Изменить переменные проекта; • - Исходные переменные проекта; • - Система; Достигнуты цели? • - Оптимальный дизайн. 
Уметь: Проводить оптимизационный расчет при помощи специализированного программного обеспечения и оценивать на предмет адекватности полученные результаты расчёта	Решите следующую нлинейную программу: $\begin{aligned} \text{Min } f(x) &= 100(x_2 - x_1^2)^2 + (1 - x_1)^2; \\ \left(x_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(x_2 - \frac{1}{3}\right)^2 &\leq \left(\frac{1}{3}\right)^2 \\ 0 \leq x_1 &\leq 0.5, \quad 0.2 \leq x_2 \leq 0.8 \end{aligned}$ а) Используйте симплексный алгоритм. б) Используйте командное окно Matlab. 1. с) Используйте m.file и m.function. 2.Семь этапов процесса построения модели для организации: 1-; 2-; 3-; 4-; 5-; 6-; 7-

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Применение методов построения и решения оптимизационных моделей к задачам электротехники

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

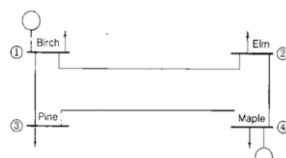
Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестовое задание и теоретические вопросы по Разделу 6, 7, и 8

Краткое содержание задания:

Расчет

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Механизмы программирования функций и порядков в MATLAB и MATPOWER	1. Чтобы запустить простой поток энергии Ньютона с параметрами по умолчанию в системе с 4 узлами, определенной в case4gs.m, в MATLAB введите: A) run('case4gs'); B) runpf('case4gs'); C) mpc=loadcase('case4gs'); D) results=runpf(mpc); 2. Процесс MATPOWER состоит из трех этапов: Этап 1:; Этап 2:; Этап 3:;
Уметь: Готовить исходные данные для проведения	1.

ОПТИМИЗАЦИОННОГО расчета	Увеличить активную мощность потребителей в узле 4 до 100 МВт для 'case4gs', затем запустить поток мощности следующим образом: <pre>mpc= (.....) ; mpc.bus (...,3)=....; % запустить поток мощности results=..... (.....) ;</pre>  2. Задача оптимального потока мощности может быть определена следующим образом: 1- Линейная или нелинейная задача? 2- Выпуклая, вогнутая или невыпуклая? целевая функция → Minimize $J(x, u)$ (1) Ограничения, Равенство (2) и неравенство (3) → $g(x, u)$ (2) → $h(x, u)$ (3)
Уметь: Пользоваться методами метаэвристики проектирования, используемых для решения задач оптимизации электроэнергетики	1. Многокритериальная функция по одному критерию может быть выражена следующим образом: A) $F = \mu_1 F_1 + \mu_2 F_2$; B) $F = \mu_1 F_1$; C) $F = F_1$; D) $F = \mu_2 F_2$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения задания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Процедура проведения

Каждый студент получает вопрос для письменного ответа. Распределение вопросов в случайном порядке.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5ПК-1 Прогнозирует потребление электроэнергии и мощности с помощью математических и экономических методов

Вопросы, задания

- 1.Интерполяционный полином Лагранжа
- 2.Приближенное дифференцирование (на основе интерполяционного полинома Лагранжа)
- 3.Пример определения оптимального управления, применение уравнения Рикатти
- 4.Усовершенствование метода Эйлера для численного интегрирования дифференциальных уравнений
- 5.Численное интегрирование дифференциальных уравнений методом Эйлера
- 6.Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Пикара
- 7.Численное дифференцирование (на основе интерполяционных полиномов Ньютона)
- 8.Квадратурная формула Чебышева
- 9.Обобщенная формула численного интегрирования Ньютона-Котеса
- 10.Метод численного интегрирования - метод Симпсона
- 11.Второй интерполяционный полином Ньютона

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Методы численного интегрирования расставить в порядке увеличения погрешности вычисления

Ответы:

1. Метод прямоугольников, метод трапеций, метод Симпсона, метод Чебышева, метод Ньютона-Котеса, 2. Метод Симпсона, метод Чебышева, метод Ньютона-Котеса, метод трапеций, метод прямоугольников 3. Метод Чебышева, метод Симпсона, метод Ньютона-Котеса, метод трапеций, метод прямоугольников 4. Метод Чебышева, метод Ньютона-Котеса, метод Симпсона, метод трапеций, метод прямоугольников 5. Метод Ньютона-Котеса, метод прямоугольников, метод Симпсона, метод Чебышева, метод трапеций

Верный ответ: 4

2.Методы приближенного решения дифференциальных уравнений расставить в порядке уменьшения погрешности вычислений

Ответы:

1. Метод Пикара, метод применения степенных рядов, метод Эйлера, метод Рунге-Кутты 1-го порядка, метод Рунге-Кутты 4-го порядка, метод Рунге-Кутты 2-го порядка, метод Адамса 2. Метод Пикара, метод применения степенных рядов, метод Рунге-Кутты 1-го порядка, метод Эйлера, метод Рунге-Кутты 2-го порядка, метод Рунге-Кутты 4-го порядка, метод Адамса 3. Метод применения степенных рядов, метод Пикара, метод

Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Эйлера, метод Адамса, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Рунге-Кутта 4-го порядка 4. Метод Эйлера, метод применения степенных рядов, метод Пикара, метод Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Адамса, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Рунге-Кутта 4-го порядка 5. Метод Пикара, метод применения степенных рядов, метод Эйлера, метод Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Рунге-Кутта 4-го порядка, метод Адамса 6. Метод применения степенных рядов, метод Пикара, метод Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Эйлера, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Адамса, метод Рунге-Кутта 4-го порядка 7. Метод применения степенных рядов, метод Рунге-Кутта 1-го порядка, метод Эйлера, метод Пикара, метод Рунге-Кутта 2-го порядка, метод Адамса, метод Рунге-Кутта 4-го порядка

Верный ответ: 2 и 5

3. Что такое "обратное интерполирование" ?

Ответы:

1. Определение значений точек интерполяции по заданным значениям функции. 2. Определение значений функции вне диапазона точек интерполяции. 3. Определение с помощью экстраполяции значений функции. 4. Определение значений функции по заданным значениям точек интерполяции

Верный ответ: 1

4. Какие условия определяет "принцип оптимальности Беллмана" ?

Ответы:

1. Условие линейности целевой функции 2. Условие отсутствия последействия 3. Условия отсутствия последействия и аддитивности целевой функции 4. Условие деления управления процессами на равные отрезки

Верный ответ: 3

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по Барс-структуре + оценка по зачету.