

**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: Электроэнергетические системы и сети, их режимы, устойчивость, надежность и качество электрической энергии**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Методы математической оптимизации**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шульженко С.В.
	Идентификатор	Rdc34181f-ShulzhenkoSV-c0af1cc4

(подпись)

С.В.  
Шульженко  
(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы  
(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

(подпись)

О.Н.  
Кузнецов  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры  
(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b1

(подпись)

Ю.В. Шаров  
(расшифровка  
подписи)

## 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 научно-исследовательской деятельности в сфере электроэнергетики

ИД-2 Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования

2. ПК-2 Способен участвовать в реализации технологических процессов объектов профессиональной деятельности

ИД-3 Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Интерполяция зависимостей (Контрольная работа)
2. Применение метода динамического программирования (Контрольная работа)
3. Численное дифференцирование (Контрольная работа)
4. Численное интегрирование (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Интерполяция зависимостей					
Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона	+				
Методы определения интегралов					
Численное интегрирование	+	+	+	+	
Решение задачи Коши для решения обыкновенных дифференциальных уравнений					
Численное дифференцирование	+	+	+	+	
Метод динамического программирования					

Применение метода динамического программирования для поиска оптимальных решений	+	+	+	+
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-2 <sub>ПК-1</sub> Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования	Знать: современные методы исследования режимов электроэнергетических систем Уметь: применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска оптимальных решений при исследовании режимов электроэнергетических систем	Интерполяция зависимостей (Контрольная работа) Численное интегрирование (Контрольная работа) Численное дифференцирование (Контрольная работа) Применение метода динамического программирования (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями	Уметь: применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов электроэнергетики	Интерполяция зависимостей (Контрольная работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Интерполяция зависимостей

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Написание контрольной работы

**Краткое содержание задания:**

Отличия в построении интерполяционных полиномов по Лагранжу и Ньютону

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: современные методы исследования режимов электроэнергетических систем	1. 1. Какой из методов самый универсальный? 2. 2. Зачем в методе Ньютона используются два способа построения полинома? 3. 3. Почему при выборе постоянного интерполяционного шага лучше использовать метод Ньютона?
Уметь: применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов электроэнергетики	1.1. Привести универсальные формулы для метода Лагранжа и метода Ньютона.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Небольшие погрешности в написании контрольной работы

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Не все особенности построения полиномов перечислены

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не завершена, но то что написано соответствует истине

### КМ-2. Численное интегрирование

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Написание контрольной работы

**Краткое содержание задания:**

Численное интегрирование

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: современные методы исследования режимов электроэнергетических систем	1. 1. 1. Отличия в определении интегралов по методу прямоугольников и по методу трапеций 2. 2. Суть метода Симпсона 3. 3. Преимущество методов наивысшей алгебраической точности в определении интегралов перед методом Симпсона
Уметь: применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска оптимальных решений при исследовании режимов электроэнергетических систем	1. 1. 1. Записать основные уравнения для метода прямоугольников и метода трапеций. 2. 2. Записать основное уравнение для метода Симпсона. 3. 3. Записать квадратурную формулу метода Чебышева.

**Описание шкалы оценивания:***Оценка: 5**Нижний порог выполнения задания в процентах: 85**Описание характеристики выполнения знания: Небольшие погрешности в ответах на вопросы.**Оценка: 4**Нижний порог выполнения задания в процентах: 65**Описание характеристики выполнения знания: Некоторые особенности пропущены при написании ответа**Оценка: 3**Нижний порог выполнения задания в процентах: 50**Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ***КМ-3. Численное дифференцирование****Формы реализации:** Письменная работа**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Написание контрольной работы**Краткое содержание задания:**

Решение задачи Коши для решения обыкновенных дифференциальных уравнений

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: современные методы исследования режимов электроэнергетических систем	1. 1. 1. Основная идея всех методов Рунге-Кутта 2. 2. Отличия метода Рунге-Кутта 4-го порядка и метода Адамса
Уметь: применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска оптимальных решений при исследовании режимов электроэнергетических систем	1. 1. 1. Записать основные формулы для метода Рунге-Кутта 1-го, 2-го и 4-го порядков. 2. 2. Записать основную формулу для метода Адамса.

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Небольшие погрешности в ответах

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Некоторые характеристики методов не написаны

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ

**КМ-4. Применение метода динамического программирования**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Написание контрольной работы

**Краткое содержание задания:**

Применение метода динамического программирования для поиска оптимальных решений

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: современные методы исследования режимов электроэнергетических систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>1. 1. Взаимосвязь уравнений Эйлера-Лагранжа, Понтрягина и Гамильтона-Якоби-Беллмана</li> <li>2. 2. Применение метода Рикатти для определения коэффициентов усиления в АСУ</li> </ol>
Уметь: применять методы и алгоритмы, изученные в данной дисциплине, для поиска оптимальных решений при исследовании режимов электроэнергетических систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>1. 1. Записать уравнения Эйлера-Лагранжа, Понтрягина и Гамильтона-Якоби-Беллмана.</li> <li>2. 2. Записать уравнение Рикатти.</li> </ol>

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Небольшие погрешности в написании контрольных работ

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 65

Описание характеристики выполнения знания: Не характеристики методов описаны

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 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-2ПК-1 Умеет критически анализировать характеристики режимов современных электроэнергетических систем и сетей и возможности методов и средств их исследования

### Вопросы, задания

- 1.14. Приближенное дифференцирование (на основе интерполяционного полинома Лагранжа)
- 2.26. Пример определения оптимального управления, применение уравнения Рикатти
- 3.25. Дифференциальное уравнение Гамильтона-Якоби
- 4.24. Дифференциальное уравнение Беллмана
- 5.23. Функциональное уравнение Беллмана
- 6.22. Метод Адамса для решения дифференциальных уравнений
- 7.21. Применение метода Рунге-Кутты 4-го порядка точности для решения системы дифференциальных уравнений
- 8.20. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка точности
- 9.19. Метод Рунге-Кутты 2-го порядка точности
- 10.18. Усовершенствование метода Эйлера для численного интегрирования дифференциальных уравнений
- 11.17. Численное интегрирование дифференциальных уравнений методом Эйлера
- 12.16. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью степенных рядов
- 13.15. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Пикара
- 14.28. Матричное уравнение Рикатти
- 15.13. Численное дифференцирование (на основе интерполяционных полиномов Ньютона)
- 16.12. Квадратурная формула Чебышева
- 17.11. Обобщенная формула численного интегрирования Ньютона-Котеса
- 18.10. Метод численного интегрирования - метод Симпсона
- 19.9. Метод численного интегрирования - метод трапеций
- 20.8. Метод численного интегрирования - метод прямоугольников
- 21.27. Взаимосвязь уравнений Эйлера-Лагранжа, Понтрягина, Гамильтона-Якоби-Беллмана

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

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-2 Владеет методами моделирования, расчёта, оптимизации и управления электроэнергетическими системами и сетями

### Вопросы, задания

- 1.7. Определение собственных чисел и собственных значений матрицы
- 2.6. Обратное интерполирование
- 3.5. Оценка погрешности интерполяционных полиномов Ньютона
- 4.4. Оценка погрешности интерполяционного полинома Лагранжа
- 5.3. Второй интерполяционный полином Ньютона
- 6.2. Первый интерполяционный полином Ньютона
- 7.1. Интерполяционный полином Лагранжа

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. 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

2. 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: 85*

*Описание характеристики выполнения знания: Небольшие погрешности в ответе на вопросы*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания: Не все характеристики описаны используемых методов*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Неполный ответ*

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Итоговая оценка по Барс-структуре + оценка по зачету.