

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

**Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Наукоемкие технологии и управление инновациями в теплоэнергетике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Моделирование напряженно-деформированного состояния конструкций**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|                                                                                   |                                                    |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|                                                                                   | Владелец                                           | Стародубцева С.А.               |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rc9642a00-StarodubtsevSA-dc2b14 |

С.А.  
Стародубцева

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|                                                                                   |                                                    |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                               |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                               |
|                                                                                   | Владелец                                           | Бурмакина А.В.                |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Ree6ce9d4-BurmakinaAV-003bbda |

А.В.  
Бурмакина

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|                                                                                   |                                                    |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|                                                                                   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|                                                                                   | Владелец                                           | Рогалев А.Н.                 |
|                                                                                   | Идентификатор                                      | Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b |

А.Н. Рогалев

## 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-2 Способен применять информационные технологии на всех стадиях жизненного цикла наукоемкой продукции

ИД-2 Разрабатывает проектно-конструкторские и технологические решения с применением современных средств компьютерного моделирования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-1. Теоретические основы метода конечных элементов (Коллективное задание)
2. КМ-2. Расчеты на прочность и жесткость (Коллективное задание)
3. КМ-3. Динамические расчеты (Коллективное задание)
4. КМ-4. Оптимизация конструкций посредством компьютерных технологий (Коллективное задание)

### БРС дисциплины

3 семестр

| Раздел дисциплины                                                                        | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                          | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                                          | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 10   | 16   |
| Основы механики деформируемых тел. Метод конечных элементов                              |                                 |      |      |      |      |
| Конечные элементы и аппроксимации.                                                       |                                 | +    | +    |      |      |
| Основы расчета по методу конечных элементов, использование для решения инженерных задач. |                                 | +    | +    |      |      |
| Описание механических свойств материалов                                                 |                                 | +    | +    |      |      |
| Использование стандартных и создание пользовательских библиотек материалов.              |                                 | +    | +    |      |      |
| Описание внешних воздействий                                                             |                                 | +    | +    |      |      |
| Решение прикладных задач механики                                                        |                                 |      |      |      |      |
| Расчеты на прочность и жёсткость                                                         |                                 |      |      | +    | +    |
| Расчеты на усталость                                                                     |                                 |      |      | +    | +    |

|                                      |    |    |    |    |
|--------------------------------------|----|----|----|----|
| Моделирование динамических процессов |    |    | +  | +  |
| Введение в теорию упругости          |    |    | +  | +  |
| Вес КМ:                              | 20 | 30 | 30 | 20 |

\$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-2               | ИД-2ПК-2 Разрабатывает проектно-конструкторские и технологические решения с применением современных средств компьютерного моделирования | Знать:<br>методологию и общие направления использования компьютерного моделирования методики расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций на прочность, усталость и жесткость<br>Уметь:<br>анализировать полученные данные и проводить оптимизацию конструкций; использовать конструкторскую документацию; применять компьютерные технологии и средства компьютерной графики проводить динамические и прочностные расчеты | КМ-1. Теоретические основы метода конечных элементов (Коллективное задание)<br>КМ-2. Расчеты на прочность и жесткость (Коллективное задание)<br>КМ-3. Динамические расчеты (Коллективное задание)<br>КМ-4. Оптимизация конструкций посредством компьютерных технологий (Коллективное задание) |

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

### **КМ-1. КМ-1. Теоретические основы метода конечных элементов**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Коллективное задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** работа выполняется индивидуально по заданию

**Краткое содержание задания:**

построить расчетную модель

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методологию и общие направления использования компьютерного моделирования | 1.Как формируется матрица жесткости конструкции?<br>2.Как учитываются граничные условия?<br>3.Порядок расчета конструкции по МКЭ<br>4.Как задаются характеристики материала .<br>5.Как выбирается тип элемента<br>6.Как создать точку и линию. |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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. КМ-2. Расчеты на прочность и жесткость**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Коллективное задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется индивидуально по заданию

**Краткое содержание задания:**

Построить расчетную модель

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методики расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций на прочность, усталость и жесткость | 1.Способность материала сопротивляться разрушению?<br>2.Как называется деформация, при которой в любом поперечном сечении бруса возникает изгибающий момент?<br>3.Для каких испытаний характерно многократное приложение к образцу изменяющихся нагрузок?<br>4.Цикл называют симметричным, если.. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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. КМ-3. Динамические расчеты****Формы реализации:** Компьютерное задание**Тип контрольного мероприятия:** Коллективное задание**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется индивидуально по заданию**Краткое содержание задания:**

построить расчетную модель

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: проводить динамические и прочностные расчеты | 1.Наибольшее напряжение, которое материал выдерживает, не разрушаясь в течение определённого числа циклов нагружения, называют..<br>2.Кривую усталости ставят в координатах «максимальное напряжения цикла – ...»?<br>3.Вынужденные колебания это?<br>4.Как определяется логарифмически декремент затухания ?<br>5.Порядок расчета собственных частот и форм |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**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. КМ-4. Оптимизация конструкций посредством компьютерных технологий**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Коллективное задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа выполняется индивидуально по заданию

#### **Краткое содержание задания:**

Построить расчетную модель

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: анализировать полученные данные и проводить оптимизацию конструкций; использовать конструкторскую документацию; применять компьютерные технологии и средства компьютерной графики | 1.Определение статической краевой задаче, определяемой граничными условиями на поверхности тела.<br>2.Как преобразуются условия на поверхности твердого тела при решении задачи теории упругости в перемещениях?<br>3.Наибольшее напряжение, которое материал выдерживает, не разрушаясь в течение определённого числа циклов нагружения, называют...<br>4.Резонанс, это... |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### **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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

Для заданной расчетной схемы произвести расчет на прочность и жесткость

### Процедура проведения

Зачет проводится в компьютерном классе. 2 часа на выполнение, собеседование с преподавателем

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-2</sub> Разрабатывает проектно-конструкторские и технологические решения с применением современных средств компьютерного моделирования

### Вопросы, задания

1. Закон разгрузки и повторного нагружения.
2. Матрица жесткости конструкции.
3. Учет граничных условий.
4. Тензор напряжений.
5. Расчет на прочность при циклически меняющихся во времени напряжениях.
6. Задание механических характеристик материала.
7. Выбор типа конечного элемента и его характеристик.
8. Цикл напряжений и предел выносливости.
9. Свободные и вынужденные колебания.
10. Краевые задачи в перемещениях и напряжениях.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Прочность – это

Ответы:

1. способность материала сопротивляться деформации
2. способность конструкции сохранять первоначальную форму равновесия
3. способность материала изменять и сохранять измененную форму
4. способность материала сопротивляться разрушению

Верный ответ: 4

2. Жесткость – это

Ответы:

1. способность материала сопротивляться деформации
2. способность материала сопротивляться разрушению
3. способность материала восстанавливать форму и размеры после снятия нагрузки
4. способность материала изменять и сохранять измененную форму

Верный ответ: 1

3. Процесс постепенного накопления повреждений в материале под действием циклических нагрузок, приводящий к уменьшению долговечности из-за образования трещин и разрушения, называют:

Ответы:

1. деформацией;
2. упругостью;
3. усталостью;
4. жёсткостью;
5. вязкостью.

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***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.