

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Информационные системы и технологии в энергетике и промышленности**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Математическое моделирование теплогидравлических процессов и  
горения**

**Москва  
2025**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

А.Н. Рогалев

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|               |  |             |
|---------------|--|-------------|
|               | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |             |
|               | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |             |
|               | Владелец   | Киндра В.О. |
| Идентификатор | R429f7b35-KindraVO-2c9422f7                        |             |

В.О.  
Киндра

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-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий  
ИД-3 Способен применять информационные технологии при проектировании объектов теплоэнергетики и теплотехники
2. ПК-2 Способен применять информационные системы и технологии при проектировании и эксплуатации энергетических и технологических комплексов, их оборудования  
ИД-2 Принимает участие в разработке математических моделей физических и механических процессов с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-2. Использование периодичной постановки при моделировании процессов гидрогазодинамики в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)
2. КМ-3. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)
3. КМ-4. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)
4. КМ-5. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования (Контрольная работа)
2. КМ-6. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)
3. КМ-7. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения (Контрольная работа)
4. КМ-8. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)

**БРС дисциплины**

**7 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования

- (Контрольная работа)
- КМ-2 КМ-2. Использование периодической постановки при моделировании процессов гидрогазодинамики в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-3 КМ-3. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-4 КМ-4. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины   | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|
|   | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|   | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 16   |
| Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках   |                                 |      |      |      |      |
| Методы моделирования гидрогазодинамических процессов                              | +                               |      |      |      |      |
| Алгоритм проведения моделирования гидрогазодинамических процессов, основные этапы | +                               | +    | +    |      |      |
| Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках         |                                 |      |      |      |      |
| Численное моделирование процессов теплопроводности                                |                                 |      |      | +    | +    |
| Численное моделирование процессов конвекции                                       |                                 |      |      | +    | +    |
| Численное моделирование процессов лучистого теплообмена                           |                                 |      |      |      | +    |
|   | Вес КМ:                         | 25   | 25   | 25   | 25   |

### 8 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-5 КМ-5. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-6 КМ-6. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)
- КМ-7 КМ-7. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения (Контрольная работа)
- КМ-8 КМ-8. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Раздел дисциплины   | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|
|   | Индекс КМ:                      | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|   | Срок КМ:                        | 4    | 8    | 12   | 14   |
| Численное моделирование процессов горения в энергетических установках |                                 |      |      |      |      |
| Моделирования процессов горения как составная часть проектирования    | +                               |      |      | +    | +    |

|  |    |    |    |    |
|--|----|----|----|----|
| Основы математического моделирования процессов горения       | +  | +  | +  | +  |
| Основные этапы компьютерного моделирование процессов горения | +  |    | +  | +  |
| Вес КМ:  | 25 | 25 | 25 | 25 |

## 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-3ПК-1<br>Способен применять информационные технологии при проектировании объектов теплоэнергетики и теплотехники                          | Знать:<br>методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках<br>Уметь:<br>применять методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок<br>применять методы численного моделирования процессов горения при проектировании энергетических установок | КМ-1 КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования (Контрольная работа)<br>КМ-2 КМ-2. Использование периодичной постановки при моделировании процессов гидрогазодинамики в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)<br>КМ-5 КМ-5. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)<br>КМ-7 КМ-7. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения (Контрольная работа)<br>КМ-8 КМ-8. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок (Контрольная работа) |
| ПК-2               | ИД-2ПК-2<br>Принимает участие в разработке математических моделей физических и механических процессов с использованием прикладных программ и | Знать:<br>методы численного моделирования процессов горения, протекающих в энергетических установках<br>методы численного моделирования процессов  | КМ-3 КМ-3. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)<br>КМ-4 КМ-4. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)<br>КМ-6 КМ-6. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)  |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  | высокопроизводительных<br>вычислительных<br>комплексов | теплообмена,<br>протекающих в<br>энергетических установках<br>Уметь:<br>применять методы<br>численного моделирования<br>процессов теплообмена<br>при проектировании<br>энергетических установок |  |
|--|--|---|--|

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

7 семестр

### КМ-1. КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ориентирован на проверку умения по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине  | Вопросы/задания для проверки   |
|--|--|
| Уметь: применять методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок | 1. Определите коэффициент потерь энергии в канале с внезапным сужением, расход и число Маха в выходном сечении при следующих известных данных:<br>- Внутренний диаметр предвключенного канала $D1 = 60$ мм.<br>- Внутренний диаметр канала после сужения $D2 = 27$ мм.<br>- Длина предвключенного участка канала $l1 = 80$ мм.<br>- Длина участка канала после сужения $l2 = 150$ мм.<br>- Число Рейнольдса в канале 40 000.<br>- Температура рабочей среды на входе $20$ °С.<br>- Давление на выходе из модели 1 атм. |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: «зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: «не зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### КМ-2. КМ-2. Использование периодичной постановки при моделировании процессов гидрогазодинамики в конструктивных элементах энергетических установок

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине   | Вопросы/задания для проверки  |
|---|---|
| Знать: методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках | 1. Определите путем численного моделирования в периодической постановке коэффициент потерь энергии в конфузоре, а также погрешность численного моделирования при следующих исходных данных:<br>- Диаметр входного сечения $D_0 = 30$ мм.<br>- Отношение площади входного сечения к выходному $= 2$ .<br>- Угол сужения конфузора $\alpha = 16^\circ$<br>- Число Рейнольдса в канале 45000.<br>- Температура рабочей среды на входе $20$ °С.<br>- Давление на выходе из модели 1 атм |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**КМ-3. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ориентирован на проверку умения по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине  | Вопросы/задания для проверки   |
|--|--|
| Уметь: применять методы численного моделирования процессов теплообмена при проектировании энергетических установок | <p>1. Определите путем численного моделирования коэффициент потерь энергии в канале с внезапным сужением, погрешность численного моделирования при следующих известных данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Внутренний диаметр предвключенного канала <math>D1 = 60</math> мм.</li> <li>- Внутренний диаметр канала после сужения <math>D2 = 27</math> мм.</li> <li>- Длина предвключенного участка канала <math>l1 = 80</math> мм.</li> <li>- Длина участка канала после сужения <math>l2 = 150</math> мм.</li> <li>- Число Рейнольдса в канале 40 000.</li> <li>- Температура рабочей среды на входе 20 °С.</li> <li>- Давление на выходе из модели 1 атм</li> </ul> |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: «зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: «не зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**КМ-4. КМ-4. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине   | Вопросы/задания для проверки  |
|---|---|
| Знать: методы численного моделирования процессов горения, протекающих в энергетических установках | <p>1. Построить объемную неструктурированную расчетную сетку потока, омывающего стенки элементов энергетического оборудования</p> |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка:* 4 («хорошо»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

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

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

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

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

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

## **8 семестр**

### **КМ-5. КМ-5. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

#### **Краткое содержание задания:**

Ориентирован на проверку умения по соответствующему разделу дисциплины

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|  |  |
|--|--|
| Запланированные результаты обучения по дисциплине  | Вопросы/задания для проверки   |
| Уметь: применять методы численного моделирования процессов горения при проектировании энергетических установок | 1. Осуществить численное моделирование процессов теплообмена в конструктивных элементах энергетических установок |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* «зачтено»

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка:* «не зачтено»

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

### **КМ-6. КМ-6. Процессы горения в энергетических установках**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант теста. На выполнение теста отводится 15 минут без возможности пользоваться вспомогательным материалом.

**Краткое содержание задания:**

Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине   | Вопросы/задания для проверки   |
|---|--|
| Знать: методы численного моделирования процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках | 1. Коэффициент избытка окислителя – это<br>1. максимальное количество окислителя в зоне горения<br>2. отношение действительного расхода окислителя к стехиометрическому<br>3. минимальное количество окислителя, необходимое для полного выгорания единицы топлива<br>Ответ: 2 |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

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

**КМ-7. КМ-7. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ориентирован на проверку умения по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине  | Вопросы/задания для проверки  |
|--|---|
| Уметь: применять методы численного моделирования процессов горения при проектировании энергетических установок | 1. Записать граничные условия (на входе) при моделировании гомогенного горения с полным предварительным смешением компонентов для следующих ИД: состав топлива: $H_2 = 50\%$ ; $C_3H_8 = 50\%$ ; окислитель: смесь кислорода (21%) и углекислого газа (79%) по объему. Расход топлива: 0,1 мЗ/с. Температуры компонентов горения: 20 °С |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: «зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: «не зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

**КМ-8. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 90 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ориентирован на проверку умения по соответствующему разделу дисциплины

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине  | Вопросы/задания для проверки  |
|--|---|
| Уметь: применять методы численного моделирования процессов горения при проектировании энергетических установок | 1. Определить скорость подвода топлива в канале заданной геометрии (пропана) (для достижения $\alpha=1,07$ ). Произвести расчёт смешения и горения компонентов в двух вариантах:<br>1. только смешение (без горения)<br>2. смешение и горение.<br>Для каждого варианта отобразить поле концентраций всех компонентов смеси на плоскости симметрии, для варианта с горением дополнительно показать концентрации продуктов сгорания и температуры |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: «зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

*Оценка: «не зачтено»*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1

1. Классификация гидравлических потерь
2. Типы настроек решателя
3. Провести виртуальный эксперимент по моделированию течения в канале с внезапным сужением и его напряженно-деформируемого состояния со следующими режимными и геометрическими характеристиками:

| Параметр                                  | Значение      |
|---|---------------|
| Внутренний диаметр предвключенного канала | $D1 = 60$ мм  |
| Внутренний диаметр канала после сужения   | $D2 = 27$ мм  |
| Длина предвключенного участка канала      | $l1 = 80$ мм  |
| Длина участка канала после сужения        | $l2 = 300$ мм |
| Толщина стенок канала                     | 2 мм          |
| Число Рейнольдса в канале                 | 40 000        |
| Температура рабочей среды на входе        | 20 °С         |
| Давление на выходе из канала              | 1 атм         |

При проведении виртуального эксперимента должно быть выполнено:

1. Определен коэффициент гидравлического сопротивления, оцененный по эмпирическим формулам;
2. Обоснован выбор характеристик расчетной сетки исследуемой модели;
3. Обоснован выбор условий проведения виртуального эксперимента;
4. Построены эпюры распределения полного давления и скорости в продольном сечении канала;
5. Построены эпюры распределения полного давления и скорости в поперечных сечениях канала, отражающих наличие местных потерь энергии
6. Построено векторное поле скоростей и линии тока в продольном сечении канала;
7. Построены 3D линии тока в канале;
8. Проведен анализ структуры течения в канале;
9. Определен коэффициент гидравлического сопротивления по результатам виртуального эксперимента;
10. Определена погрешность численного моделирования течения в канале;
11. Разработаны рекомендации по корректировке настроек численного моделирования в случае погрешности численного моделирования более 10%.
12. Построена вихревая структура потока

**Процедура проведения**

Зачет проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и задание. К зачету допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 Способен применять информационные технологии при проектировании объектов теплоэнергетики и теплотехники

### **Вопросы, задания**

- 1.Классификация типов гидрогазодинамических течений
- 2.Классификация гидравлических потерь

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.Как называется постановка моделирования физических процессов (гидрогазодинамических, теплообменных), позволяющая сократить объем расчетной области:

Ответы:

1. осесимметричная
2. периодичная
3. упрощенная

Верный ответ: 2

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Принимает участие в разработке математических моделей физических и механических процессов с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов

### **Вопросы, задания**

- 1.Методика определения потерь давления для прямой трубы постоянного сечения и канала с внезапным расширением

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.В каком канале возможно использовать постановку численного моделирования физических процессов, позволяющей сократить на расчетной области:

Ответы:

- 1.система охлаждения лопатки газовой турбины
2. угловой регулирующий клапан
3. модель канала охлаждения прямоугольного сечения
4. модель канала охлаждения треугольного сечения

Верный ответ: 3

2.При какой симметрии потока в канале круглого сечения возможно использовать упрощенную постановку моделирования:

Ответы:

1. окружная
2. радиальная
3. линейная

Верный ответ: 1

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50

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

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*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 зачетной и экзаменационной составляющих.

### **8 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### **Пример билета**

Билет №1

1. Что такое градиент температуры и куда он направлен?
2. Опишите методику расчета числа Нуссельта для охлаждаемого канала произвольной формы.
3. Разработать автоматизированный алгоритм обработки результатов численного моделирования процессов теплообмена в конструктивных элементах энергетических установок

### **Процедура проведения**

Экзамен проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и задание. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3<sub>ПК-1</sub> Способен применять информационные технологии при проектировании объектов теплоэнергетики и теплотехники

### **Вопросы, задания**

1. Что такое градиент температуры и куда он направлен?

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Причина протекания процесса теплопроводности заключается в:

Ответы:

1. контакте частиц тела, обладающих энергией разного уровня
2. разной плотности элементов потока
3. действии внешних сил
4. формировании заряженными частицами, из которых состоит вещество, электромагнитных полей

Верный ответ: 1

2. Градиент температуры является вектором, который всегда направлен в сторону:

Ответы:

1. возрастания температуры
2. убывания температуры

Верный ответ: 1

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Принимает участие в разработке математических моделей физических и механических процессов с использованием прикладных программ и высокопроизводительных вычислительных комплексов

### Вопросы, задания

1. Перечислите зависимости теплофизических свойств жидкости, которые необходимо задавать при создании собственного вещества в Ansys CFX для решения гидрогазодинамики и теплообмена?
2. Назовите основные методы численного решения дифференциальных уравнений в частных производных

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Условия, выполняемые для нестационарного двухмерного температурного поля:

Ответы:

$$1. t = t(x, y), \frac{\partial t}{\partial z} = \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0 ;$$

$$2. t = t(x, \tau), \frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} = 0 ;$$

$$3. t = t(x, y, \tau), \frac{\partial t}{\partial z} = 0 ;$$

$$4. t = t(x, y, z), \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0 .$$

Верный ответ: 3

## II. Описание шкалы оценивания

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

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

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

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

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

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

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)

*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 зачетной и экзаменационной составляющих.