

**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: Аэрокосмические технологии в теплоэнергетике и теплотехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Моделирование процессов энергетических установок**

**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	Шевченко И.В.
	Идентификатор	R0722806b-ShevchenkoIGV-73cb47f

И.В.
Шевченко

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 осуществлять физическое и математическое моделирование процессов, в том числе с использованием информационных технологий

ИД-1 Проводит моделирование физико-механических процессов с использованием информационных технологий

2. РПК-1 Способен применять информационные технологии для проведения исследований в профессиональной деятельности

ИД-1 Демонстрирует знание информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности

ИД-2 Проводит исследования с использованием информационных технологий

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-5. Теоретические основы численного моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)

4. КМ-6. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)

5. КМ-7. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)

6. КМ-8. Анализ 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-10. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения (Контрольная работа)

3. КМ-11. Методы численного моделирования процессов горения в энергетических установках (Тестирование)

4. КМ-12. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)

5. КМ-4. Методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках (Тестирование)

6. КМ-9. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)

1 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 периодичной 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. Методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	6	8	12
Теоретические основы моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках					
Основные характеристики гидрогазодинамических процессов в элементах энергетических установок		+	+	+	+
Теоретические основы ламинарных и турбулентных течений		+	+	+	+
Численное моделирование процессов гидрогазодинамики в энергетических установках					
Методы моделирования гидрогазодинамических процессов			+	+	+
Алгоритм проведения моделирования гидрогазодинамических процессов, основные этапы			+	+	+
Вес КМ:		15	30	45	10

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 КМ-5. Теоретические основы численного моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)
- КМ-6 КМ-6. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа)
- КМ-7 КМ-7. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)
- КМ-8 КМ-8. Анализ теплогидравлических процессов в конструктивных элементах 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	6	8	12
Теоретические основы моделирования процессов теплообмена в энергетических установках					
Теоретические основы моделирования процессов теплопроводности		+	+		
Теоретические основы моделирования процессов конвекции		+	+		
Теоретические основы моделирования лучистого теплообмена		+	+		
Численное моделирование процессов теплообмена в энергетических установках					
Численное моделирование процессов теплопроводности			+	+	+
Численное моделирование процессов конвекции			+	+	+
Численное моделирование процессов лучистого теплообмена			+	+	+
Вес КМ:		20	20	30	30

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-9 КМ-9. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование)
- КМ-10 КМ-10. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения (Контрольная работа)
- КМ-11 КМ-11. Методы численного моделирования процессов горения в энергетических установках (Тестирование)
- КМ-12 КМ-12. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ- 9	КМ- 10	КМ- 11	КМ- 12
	Срок КМ:	4	6	8	12
Теоретические основы моделирования процессов горения в энергетических установках					
Основные характеристики процессов горения в элементах энергетического оборудования		+		+	
Основы теории горения		+		+	
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			+	+	+

Bec KM:	10	30	20	40
---------	----	----	----	----

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-1ПК-1 Проводит моделирование физико-механических процессов с использованием информационных технологий	Знать: методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках методы численного моделирования процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках	КМ-1 КМ-1. Расчет потерь давления в типовых каналах энергетического оборудования (Контрольная работа) КМ-2 КМ-2. Использование периодичной 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. Методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках (Тестирование) КМ-5 КМ-5. Теоретические основы численного моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа) КМ-6 КМ-6. Подходы к разработке расчетных моделей для моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования (Контрольная работа) КМ-7 КМ-7. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа) КМ-8 КМ-8. Анализ теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок (Контрольная работа)

		Уметь: применять методы численного моделирования процессов теплообмена при проектировании энергетических установок применять методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов теплообмена в энергетических установках использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках	
РПК-1	ИД-1 _{РПК-1} Демонстрирует знание информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности	Знать: методы упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов горения, протекающих в энергетических установках Уметь:	КМ-9 КМ-9. Процессы горения в энергетических установках (Тестирование) КМ-10 КМ-10. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения (Контрольная работа)

		использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов горения в энергетических установках	
РПК-1	ИД-2 _{РПК-1} Проводит исследования с использованием информационных технологий	Знать: методы численного моделирования процессов горения, протекающих в энергетических установках Уметь: применять методы численного моделирования процессов горения при проектировании энергетических установок	КМ-11 КМ-11. Методы численного моделирования процессов горения в энергетических установках (Тестирование) КМ-12 КМ-12. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

1 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: 15

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: использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов гидрогазодинамики в энергетических установках	1. Определите коэффициент потерь энергии в канале с внезапным сужением, расход и число Маха в выходном сечении при следующих известных данных: - Внутренний диаметр предвключенного канала $D_1 = 60$ мм. - Внутренний диаметр канала после сужения $D_2 = 27$ мм. - Длина предвключенного участка канала $l_1 = 80$ мм. - Длина участка канала после сужения $l_2 = 150$ мм. - Число Рейнольдса в канале 40 000. - Температура рабочей среды на входе 20 °С. - Давление на выходе из модели 1 атм. 2. Определите коэффициент потерь энергии в диффузорном канале, расход и число Маха во входном сечении при следующих известных данных: - Диаметр входного сечения $D_0 = 60$ мм. - Отношение площади выходного сечения к входному $= 2$. - Угол раскрытия диффузора $\alpha = 16^\circ$ - Число Рейнольдса в канале 50000. - Температура рабочей среды на входе 20 °С. • - 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: 30

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 упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках	1.Определите путем численного моделирования в периодичной постановке коэффициент потерь энергии в конфузоре канале, а также погрешность численного моделирования при следующих исходных данных: - Диаметр входного сечения $D_0 = 40$ мм. - Отношение площади входного сечения к выходному $=2$. - Угол сужения конфузора $\alpha=16^\circ$ - Число Рейнольдса в канале 40000. - Температура рабочей среды на входе 20°C. - Давление на выходе из модели 1 атм 2.Определите путем численного моделирования в периодичной постановке коэффициент потерь энергии в конфузоре канале, а также погрешность численного моделирования при следующих исходных данных: - Диаметр входного сечения $D_0 = 30$ мм. - Отношение площади входного сечения к выходному $=2$. - Угол сужения конфузора $\alpha=16^\circ$ - Число Рейнольдса в канале 45000. - Температура рабочей среды на входе 20°C. - 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. КМ-3. Численное моделирование процессов гидрогазодинамики при проектировании энергетических установок

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 45

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 путем численного моделирования коэффициент потерь энергии в диффузорном канале, погрешность численного моделирования при следующих известных данных: - Диаметр входного сечения $D_0 = 60$ мм. - Отношение площади выходного сечения к входному $=2$. - Угол раскрытия диффузора $\alpha=16^\circ$ - Число Рейнольдса в канале 50000. - Температура рабочей среды на входе 20°C. -Давление на выходе из модели 1 атм 2.Определите путем численного моделирования коэффициент потерь энергии в канале с внезапным расширением, погрешность численного моделирования при следующих известных данных: - Внутренний диаметр предвключенного канала $D_1 = 60$ мм. - Внутренний диаметр канала после расширения $D_2 = 90$ мм. - Длина предвключенного участка канала

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	$l_1 = 80$ мм. - Длина участка канала после расширения $l_2 = 150$ мм. - Число Рейнольдса в канале 40 000. - Температура рабочей среды на входе 20 °С. - 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-4. КМ-4. Методы численного моделирования процессов гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

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 гидрогазодинамики, протекающих в энергетических установках	1.Выражение для силы инерции в потоке: 1. ρU 2. ρU 3. $\mu U/D$ 4. UD/ν Ответ: 1 2.Какой метод численного моделирования течений в каналах энергетического оборудования, наиболее часто используется в инженерной практике: 1. RANS 2. URANS 3. DES 4. LES Ответ: 1

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

2 семестр

КМ-5. КМ-5. Теоретические основы численного моделирования теплообменных процессов в элементах энергетического оборудования

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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 теплообмена, протекающих в энергетических установках	1. Построить трехмерные модели стенок элементов энергетического оборудования, в которых протекают теплообменные процессы (трубы, поверхности нагрева, охлаждаемой лопатки турбины, жаровой трубы камеры сгорания) 2. Построить трехмерные модели потока, омывающего стенки элементов энергетического оборудования, в которых протекают теплообменные процессы

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-6. КМ-6. 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: 20

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 упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов теплообмена, протекающих в энергетических установках	1. Построить объемную расчетную сетку стенок элементов энергетического оборудования 2. Построить объемную неструктурированную расчетную сетку потока, омывающего стенки элементов энергетического оборудования

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. Численное моделирование теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

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: использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов теплообмена в энергетических установках	1.Сформулировать постановку задачи протекающих в элементах энергетического оборудования теплообменных процессов: выбрать подход к моделированию (сопряженный, несопряженный), задать коэффициенты физических уравнений, а также граничные и начальные условия, определить подходы к расчету свойств материалов и теплоносителей) 2.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-8. КМ-8. Анализ теплогидравлических процессов в конструктивных элементах энергетических установок

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

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
---	------------------------------

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять методы численного моделирования процессов теплообмена при проектировании энергетических установок	1. Рассчитать основные теплогидравлические характеристики элементов энергетических установок при различных режимах работы 2. Проанализировать влияние ключевых параметров на основные теплогидравлические характеристики элементов 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

3 семестр

КМ-9. КМ-9. Процессы горения в энергетических установках

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

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 упрощения расчетных моделей, используемых при моделировании процессов горения, протекающих в энергетических установках	1. Предварительное смешение топлива и окислителя в количестве меньше стехиометрического и подача дополнительного окислителя после горелочного устройства характерна для: 1. неполного предварительного смешения 2. диффузионного горения 3. частичного предварительного смешения Ответ: 3 2. Отрыв пламени – это 1. перемещение фронта пламени от выходного отверстия горелки по направлению движения газовой смеси, сопровождающееся погасанием. 2. перемещение фронта пламени от выходного отверстия горелки по направлению движения газовой смеси, не сопровождающееся

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	погасанием. 3. это перемещение фронта пламени из камеры сгорания в горелку, при котором горение топлива начинается непосредственно в горелке Ответ: 1

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-10. КМ-10. Постановка граничных условий при моделировании гомогенного горения

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

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: использовать информационные технологии, применяемые для моделирования процессов горения в энергетических установках	1. Записать граничные условия (на входе) при моделировании гомогенного горения с полным предварительным смешением компонентов для следующих ИД: состав топлива: $\text{CH}_4 = 70 \%$, $\text{C}_2\text{H}_6 = 30 \%$; $\alpha = 1,1$; окислитель: обогащенный воздух (45% кислорода). Расход топлива: 0,1 м ³ /с. Температуры компонентов горения: 20 °С 2. Записать граничные условия (на входе) при моделировании гомогенного горения с полным предварительным смешением компонентов для следующих ИД: состав топлива: $\text{H}_2 = 50 \%$; $\text{C}_3\text{H}_8 =$

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	50 %; окислитель: смесь кислорода (21%) и углекислого газа (79%) по объему. Расход топлива: 0,1 м3/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-11. Методы численного моделирования процессов горения в энергетических установках

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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

Краткое содержание задания:

Студенты получают вариант теста. На выполнение теста отводится 15 минут без возможности пользоваться вспомогательным материалом

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы численного моделирования процессов горения, протекающих в энергетических установках	1. Выберите характеристику модели вихревой диссипации: 1. позволяет вычислять скорости реакций, описываемые молекулярным взаимодействием между компонентами реагирующей смеси по теории столкновения молекул. Константы скорости определяются уравнением Аррениуса 2. скорость химической реакции вычисляется по теории распада вихрей и с использованием уравнения Аррениуса, в качестве определяющего применяется минимальное значение 3. основана на концепции, согласно которой химическая реакция происходит быстрее по сравнению с процессами переноса в потоке. Когда реагенты смешиваются на молекулярном уровне, они мгновенно образуют продукты Ответ: 3 2. Какая из моделей лучистого теплообмена является универсальной для всех задач 1. P1 (диффузионная модель);

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	2. Discrete ordinate; 3. Discrete transfer 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-12. КМ-12. Численное моделирование процессов горения при проектировании энергетических установок

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 40

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 (водорода) в канале заданной геометрии (для достижения $\alpha=1,05$). Произвести расчёт смешения и горения компонентов в двух вариантах: 1. только смешение (без горения) 2. смешение и горение. Для каждого варианта отобразить поле концентраций всех компонентов смеси на плоскости симметрии, для варианта с горением дополнительно показать концентрации продуктов сгорания и температуры

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	2. Определить скорость подвода топлива (метана) в канале заданной геометрии (для достижения $\alpha=1,1$). Произвести расчёт смешения и горения компонентов в двух вариантах: 1. только смешение (без горения) 2. смешение и горение. 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

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

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-деформируемому состоянию 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 °C
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-1_{ПК-1} Проводит моделирование физико-механических процессов с использованием информационных технологий

Вопросы, задания

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

Материалы для проверки остаточных знаний

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

Ответы:

1. осесимметричная
2. периодичная
3. упрощенная

Верный ответ: 2

2. 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. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Демонстрирует знание информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Классификация типов гидрогазодинамических течений

3. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{РПК-1} Проводит исследования с использованием информационных технологий

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В каком из перечисленных каналов возможно использовать упрощенную постановку моделирования:

Ответы:

1. диффузор
2. канал с внезапным расширением
3. конфузор

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

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.

2 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-1_{ПК-1} Проводит моделирование физико-механических процессов с использованием информационных технологий

Вопросы, задания

1. Перечислите зависимости теплофизических свойств жидкости, которые необходимо задавать при создании собственного вещества в Ansys CFX для решения гидрогазодинамики и теплообмена?

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. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Демонстрирует знание информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Что такое градиент температуры и куда он направлен?

Материалы для проверки остаточных знаний

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

Ответы:

1. возрастания температуры
2. убывания температуры

Верный ответ: 1

3. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{РПК-1} Проводит исследования с использованием информационных технологий

Вопросы, задания

1. Назовите основные методы численного решения дифференциальных уравнений в частных производных

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.

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1

1. Принцип работы камеры сгорания. Распределение коэффициенты избытка воздуха по зонам КС. Основные требования, предъявляемые к камерам сгорания ГТУ
2. Постановка внутренних и граничных условий при моделировании горения. Выбор модели лучистого теплообмена
3. Рассчитать адиабатическую температуру горения для сжигания 1 м³ природного газа состава $CH_4 = 94 \%$, $C_2H_6 = 6 \%$. Низшая теплота сгорания $Q_n = 8620$ ккал/м³
Коэффициент избытка окислителя принять равным $\alpha = 1,15$. Окислитель - смесь кислорода и углекислого газа (объемная доля кислорода - 40 %). Физической теплотой топлива и окислителя можно пренебречь

Процедура проведения

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

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Демонстрирует знание информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Принцип работы камеры сгорания. Распределение коэффициенты избытка воздуха по зонам КС. Основные требования, предъявляемые к камерам сгорания ГТУ

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Коэффициент избытка окислителя – это

Ответы:

1. максимальное количество окислителя в зоне горения
2. отношение действительного расхода окислителя к стехиометрическому
3. минимальное количество окислителя, необходимое для полного выгорания единицы топлива

Верный ответ: 2

2. Отрыв пламени – это

Ответы:

1. перемещение фронта пламени от выходного отверстия горелки по направлению движения газовой смеси, сопровождающееся погасанием.
2. перемещение фронта пламени от выходного отверстия горелки по направлению движения газовой смеси, не сопровождающееся погасанием.
3. это перемещение фронта пламени из камеры сгорания в горелку, при котором горение топлива начинается непосредственно в горелке

Верный ответ: 1

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{РПК-1} Проводит исследования с использованием информационных технологий

Вопросы, задания

1. Типы горелочных устройств в камерах сгорания ГТУ. Проскок и отрыв пламени
2. Тепловой баланс камеры сгорания. Адиабатическая температура горения

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Адиабатическая температура горения – это:

Ответы:

1. температура продуктов горения на выходе из топливосжигающего устройства
2. температура продуктов горения, достигнутая при полном сгорании топлива в условиях, когда вся теплота экзотермических реакций пошла на нагрев самих продуктов горения;
3. температура самовоспламенения горючей смеси

Верный ответ: 2

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.