

**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: Промышленная и коммунальная теплоэнергетика**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Прикладные программные средства в теплоэнергетике**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глазов В.С.
	Идентификатор	R781d247d-GlazovVS-1e208dd2

(подпись)

В.С. Глазов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Горелов М.В.
	Идентификатор	Re923e979-GorelovMV-5a218dd2

(подпись)

М.В.

Горелов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-2 способен участвовать в разработке отдельных разделов проектно-конструкторских расчетов теплотехнических и теплотехнологических систем на промышленных предприятиях и объектах жилищно-коммунальной сферы на основе нормативной документации с использованием современных программных средств

ИД-3 выполняет тепловые и гидравлические расчеты технологических систем, процессов и оборудования

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Метод контрольного объема и его реализация в среде SmathStudio (Контрольная работа)
2. Решение ОДУ в среде SimIntech (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. "РИДАН" - Расчет теплообменника (Тестирование)
2. Интерфейс OpenFoam, создание объекта и сеточный генератор, операторы и функции, метод расчета и визуализация результата (Тестирование)
3. Тест «ППС» - Виды и назначения прикладных программных средств (Тестирование)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	3	7	9	12	15
Прикладное программное обеспечение						
Понятие прикладного программного обеспечения, его виды и классификация	+	+				
Инженерная вычислительная термодинамика						
Технология CFD в науке и инженерии			+			
Виды и функциональное назначение прикладного программного обеспечения.						
Прикладное программное обеспечение предприятий, организаций и технических специалистов			+			

Прикладные программы для математического моделирования теплоэнергетических систем и комплексов					
Прикладные программы для математического моделирования теплоэнергетических систем и комплексов				+	+
Прикладное программное обеспечение для численного моделирования сложных технических задач в теплоэнергетике и теплотехнике					
Прикладное программное обеспечение, использующее CFD технологию для численного моделирования сложных технических задач в теплоэнергетике и теплотехнике				+	+
Вес КМ:	15	20	15	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-2	ИД-3ПК-2 выполняет тепловые и гидравлические расчеты технологических систем, процессов и оборудования	<p>Знать:</p> <p>Вычислительные методы решения задач гидродинамики и теплообмена в математических пакетах SmathStudio</p> <p>Особенности проведения вычислительных экспериментов и обработки полученных результатов в CFD пакетах</p> <p>Уметь:</p> <p>Использовать на практике прикладное программное обеспечение предприятий, организаций и технических специалистов, применяемое для расчета и проектирования теплоэнергетических систем</p> <p>Корректно поставить и решить тепло-, гидро- и аэродинамическую задачу</p>	<p>"РИДАН" - Расчет теплообменника (Тестирование)</p> <p>Тест «ППС» - Виды и назначения прикладных программных средств (Тестирование)</p> <p>Интерфейс OpenFoam, создание объекта и сеточный генератор, операторы и функции, метод расчета и визуализация результата (Тестирование)</p> <p>Метод контрольного объема и его реализация в среде SmathStudio (Контрольная работа)</p> <p>Решение ОДУ в среде SimIntech (Контрольная работа)</p>

		моделирования работы теплотехнологических систем и их элементов в математических и CFD пакетах	
--	--	--	--

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

### КМ-1. "РИДАН" - Расчет теплообменника

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В форме самостоятельной работы. Студенты разбиваются на три группы. Каждая группа получает свой вариант задания. На подготовку письменных ответов отводится 15 мин

**Краткое содержание задания:**

Дать письменный ответ на поставленный вопрос

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Вычислительные методы решения задач гидродинамики и теплообмена в математических пакетах SmathStudio	1. Как подобрать теплообменник для схемы ГВС с заниженной обработкой теплоносителя? 2. Каков алгоритм подбора пластинчатого теплообменника по наиболее напряженным тепло-гидравлическим условиям работы при конденсации? 3. Укажите последовательность шагов при проведении поверочного расчета
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* зачтено

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

*Оценка:* не зачтено

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

### КМ-2. Тест «ППС» - Виды и назначения прикладных программных средств

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Процедура проводится в форме самостоятельной работы. Студенты разбиваются на три группы. Каждая группа получает свой вариант задания, который содержит два вопроса. На подготовку письменных ответов отводится 15 мин.

**Краткое содержание задания:**

Дать письменный ответ на знание смысловых сокращений и программ, использующих вычислительные технологии при моделировании процессов ТМО, используемых в теплоэнергетике

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Вычислительные методы решения задач гидродинамики и	1. Что означает CFD и какие пакеты для CFD Вам известны?
--	--

тепломассообмена математических SmathStudio	в пакетах	2.Что такое ХАБ? 3.Какие неопределенности и ошибки могут возникать при моделировании (расчете) в пакетах CFD?. 4.Каково назначение пакета «РИДАН»?
---	--------------	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 83*

*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: 67*

*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*

**КМ-3. Интерфейс OpenFoam, создание объекта и сеточный генератор, операторы и функции, метод расчета и визуализация результата**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** В форме самостоятельной работы. Студенты разбиваются на две группы. Каждая группа получает свой вариант задания, который содержит два вопроса. На подготовку письменных ответов отводится 15 мин

**Краткое содержание задания:**

Дать письменный ответ на поставленные вопросы

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: Особенности проведения вычислительных экспериментов и обработки полученных результатов в CFD пакетах	1.Укажите известные Вам способы создания 3D объекта сложной геометрии 2.Что Вам известно о генераторах сеток, используемых в CFD пакетах? 3.Какова структура файла результатов программы OpenFoam?
Уметь: Использовать на практике прикладное программное обеспечение предприятий, организаций и технических специалистов, применяемое для расчета и проектирования теплоэнергетических систем	1.Привести пример импорта результатов моделирования из CFD пакета в одну из программ SmathStudio для сопоставительного анализа?

**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

#### **КМ-4. Метод контрольного объема и его реализация в среде SmathStudio**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается вариант задания в котором содержится вопрос на знание метода контрольного объема и задача на умение его использования при определении скорости и температуры теплоносителя во области Т-соединения двух каналов, обладающих одинаковым проходным квадратным сечением. Время, отводимое на выполнение данной процедуры, равно 45 мин.

**Краткое содержание задания:**

В соответствии со своим вариантом рассчитать с помощью метода контрольного объема (МКО) в программе Mathcad «Течение и теплообмен в Т-соединении»

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Корректно поставить и решить тепло-, гидро- и аэродинамическую задачу моделирования работы теплотехнологических систем и их элементов в математических и CFD пакетах	1. Определить температуру в центрах трех ячеек (Т1, Т2 и Т3), образующих Т-соединение, которое имеет два входа (в 1-ой и во 2-ой ячейках) и один выход (в 3-ей ячейке). Ячейки имеют форму куба (1x1x1). Известны температура и массовый расход теплоносителя на входах Т-соединения (Tin1, Tin2 и m'), а также температура его стен (Тt) и коэффициент теплоотдачи (α). Полагая, что плотность (ρ) и удельная теплоемкость (Ср) теплоносителя равны 1, а коэффициент теплопроводности (λ) много меньше 1, вычислить скорость на стыках 1-ой и 2-ой ячейках, 2-ой и 3-ей ячейках, а также на выходе Т-соединения.
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 83

*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:* 67

*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.*

### **КМ-5. Решение ОДУ в среде SimIntech**

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Каждому студенту выдается вариант задания на решение обыкновенного дифференциального уравнения разного порядка с краевыми условиями. Решение должно быть выполнено аналитически ("вручную" либо с помощью программ SimIntech) и/или численными методами с помощью тех же программ или SmathStudio. Сравнить результаты решений в программе SimIntech и оценить их погрешность. Время, отводимое на выполнение данной процедуры, равно 45 мин.

#### **Краткое содержание задания:**

Решить обыкновенное дифференциальное уравнение при заданных краевых условиях в программе SimIntech. Сравнить полученное решение с аналитическим решением и дать оценку возникшей погрешности

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Корректно поставить и решить тепло-, гидро- и аэродинамическую задачу моделирования работы теплотехнологических систем и их элементов в математических и CFD пакетах	1. В соответствии со своим вариантом решить аналитически и численно обыкновенное дифференциальное уравнение с краевыми условиями с помощью программ SimIntech. Сравнить в SimIntech результаты решений и оценить их погрешность,
---	--

#### **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.*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Привести пример решения теплотехнической задачи в среде имитационного моделирования SimIntech.
2. Что такое CFD и какое отношение оно(а) имеет к виртуальной лаборатории?

### Процедура проведения

Студент предъявляет свою зачетку, Получает два вопроса на знание и умение. Преподаватель фиксирует ФИО студента, время и порядковые номера вопросов. На подготовку ответа отводится не более 45 мин. По истечению указанного времени или готовности студента, экзаменатор выслушивает ответы и задает уточняющие вопросы, ответы на которые могут дать представление о глубине знаний студента. Результат сдачи зачета с оценкой фиксируется в зачетной ведомости и в зачетке студента.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-2 выполняет тепловые и гидравлические расчеты технологических систем, процессов и оборудования

### Вопросы, задания

1. 1. Как импортировать результаты расчета из программы OpenFoam в программу SmathStudio.
  2. 2. Что такое CFD и какое отношение оно(а) имеет к виртуальной лаборатории?
2. 1. Программа РИДАН и пример её использования
  2. Источники ошибок и их классификация

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие основные САПР для проектирования отопления и вентиляции знаете?

Ответы:

1. AutoCAD, AutoCAD MEP, MagiCAD, Revit MEP
2. Nano CAD, ProEngineer, SolidWorks, Kompas-3D

Верный ответ: 1

2. Существует ли в программе SmathStudio функционал для решения дифференциальных уравнений в частных производных с краевыми условиями?

Ответы:

1. Нет, т.к. для этого надо создавать собственную функцию, способную это сделать.
2. Есть функции, которые позволяют численным методом решать такую задачу.
3. В SmathStudio есть Solve-Block, с помощью которого можно получить аналитическое решение.

Верный ответ: 2

3. Почему ECVD расчеты не обладают 100% надежностью?

Ответы:

1. Из-за неопределенности входных данных;

2. Из-за неадекватности моделей процессов;
3. Из-за численной неточности, вызванной ограниченной мощностью компьютеров.

Верный ответ: 1, 2, 3

4. В программах Phoenix, AnSys Fluent и Comsol используется один и тот же численный метод или разные?

Ответы:

1. В этих программах используется один и тот же численный метод - Метод элементарных балансов.
2. Программы Phoenix и AnSys Fluen используют метод конечных элементов, а Comsol - метод контрольного объема.
3. Программа Phoenix использует метод контрольного объема, а программы AnSys Fluen и Comsol - метод конечных элементов.

Верный ответ: 3

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

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 83*

*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: 67*

*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*

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