



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТЭ

_____ С.О. Гапоненко

«27» ноября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.12 Компьютерные технологии в теплофизических процессах

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление
подготовки

16.03.01 Техническая физика
(Код и наименование направления подготовки)

Профиль

Теплофизика
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
Автоматизация технологических процессов и производств	Зав. кафедрой, д.т.н., доцент	Дмитриев Андрей Владимирович
Автоматизация технологических процессов и производств	ассистент	Бадретдинова Гузель Рамилевна

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Автоматизация технологических процессов и производств	19.02.2024	11	_____ Зав. каф. АТПП, д.т.н., доцент Дмитриев А.В.
Согласована	Автоматизация технологических процессов и производств	19.02.2024	11	_____ Зав. каф. АТПП, д.т.н., доцент Дмитриев А.В.
Согласована	Учебно-методический совет института Теплоэнергетики	27.02.2024	5	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института	27.02.2024	6	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины «Компьютерные технологии в теплофизических процессах» является формирование у студентов знаний по проектированию теплофизических процессов, деталей и сборочных единиц теплотехнического оборудования с использованием систем автоматизированного проектирования.

Задачами дисциплины являются:

- освоение необходимых понятий в области компьютерных технологий, предназначенных для проектирования теплотехнических процессов,
- овладеть набором методов математического моделирования и одним из типичных компьютерных пакетов решения задач газо-, гидромеханики,
- развивать образные мышления учащихся благодаря использованию широких возможностей представления визуальной информации,
- развивать творческие мышления путем использования динамических методов обработки и предъявления информации.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-2 Способность анализировать и систематизировать результаты исследований, готовить и представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	ПК-2.1 Применяет средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности
	ПК-2.2 Использует в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций
	ПК-2.3 Анализирует и обрабатывает полученные экспериментальные результаты, составляет описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий
	ПК-2.4 Готовит данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Системный анализ теплофизических процессов; Методы интенсификации теплообмена; Тепломассообмен

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Тепломассоперенос в элементах тепло-технического оборудования; Теплофизические процессы при проектировании в теплоэнергетике; Производственная практика (научно-исследовательская работа)

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестры	
			7	8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	7	252	108	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	126	47	79
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2,28	82	40	42
Лекции	0,67	24	16	8
Практические (семинарские) занятия	1,17	42	24	18
Лабораторные работы	0,44	16	0	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,72	170	68	102
Проработка учебного материала	2,72	98	68	30
Курсовая работа	1	36	0	36
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	0	36
Промежуточная аттестация:			3	Э

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	16	2		4	10	ТК1	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
Раздел 2	18	2		4	12	ТК2	
Раздел 3	18	2		4	12		ТК3
Раздел 4	16	2		4	10		
Раздел 5	20	4		4	12	ОМ 1	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
Раздел 6	20	4		4	12		
Зачет	0				0		
Итого за 7 семестр	108	16		24	68		
Раздел 7	12	2	4	2	4	ТК4	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
Раздел 8	8			4	4	ТК5	
Раздел 9	12	2	4	2	4		ТК6
Раздел 10	10			4	6		
Раздел 11	14	2	4	2	6	ОМкр	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
Раздел 12	16	2	4	4	6		
Курсовая работа	36				36		
Экзамен	36				36	ОМ 2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4
Итого за 8 семестр	144	8	16	18	102		
ИТОГО	252	24	16	42	170		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Системы компьютерной математики. Определение,

классификация, структура. Коммерческие и свободно распространяемые системы компьютерной математики.

Тема 1.1. Основные понятия и классификации систем компьютерной математики.

Тема 1.2. Обзор коммерческих и свободно распространяемых систем компьютерной математики.

Раздел 2. Основы Maxima. Ввод простейших команд Maxima. Решение задач элементарной математики. Построение графиков и поверхностей.

Тема 2.1. Основы работы с Maxima, ввод команд и элементарных функций.

Тема 2.2. Построение графиков и поверхностей с использованием Maxima.

Раздел 3. Задачи высшей математики с Maxima. Программирование на встроенном макроязыке. Встроенные численные методы.

Тема 3.1. Решение задач высшей математики с использованием встроенных функций и численных методов Maxima.

Тема 3.2. Программирование на встроенном макроязыке Maxima.

Раздел 4. Численные методы и программирование с Maxima.

Тема 4.1. Численные методы и их применение в задачах с использованием Maxima.

Тема 4.2. Примеры использования численных методов в различных областях науки и техники.

Раздел 5. Моделирование с Maxima. Общие вопросы моделирования. Статистические методы анализа данных. Моделирование динамических систем.

Тема 5.1. Общие вопросы моделирования с использованием Maxima.

Тема 5.2. Статистические методы анализа данных и моделирование динамических систем с помощью Maxima.

Раздел 6. Решение физических и математических задач с Maxima.

Тема 6.1. Решение физических и математических задач с использованием Maxima.

Тема 6.2. Примеры решения сложных задач с применением Maxima.

Раздел 7. Численные методы решения задач аэрогидромеханики. Метод конечных объемов.

Тема 7.1. Численные методы решения задач аэрогидромеханики с использованием метода конечных объемов.

Тема 7.2. Примеры применения метода конечных объемов для решения задач аэрогидромеханики.

Раздел 8. CAE–проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы.

Тема 8.1. Использование CFD пакетов и организация работы с ними.

Тема 8.2. Этапы работы с CFD пакетами при проектировании CAE-систем.

Раздел 9. Работа в графическом редакторе (препроцессинг).

Тема 9.1. Работа в графическом редакторе (препроцессинг) для задания граничных условий и свойств среды.

Тема 9.2. Примеры использования препроцессинга для создания моделей и проведения расчётов.

Раздел 10. Задание граничных условий. Свойства среды. Этап расчета.

Тема 10.1. Задание граничных условий и свойств среды с использованием Maxima.

Тема 10.2. Примеры применения граничных условий и свойств среды для решения конкретных задач.

Раздел 11. Постпроцессинг. Дополнительные функции UDS и UDF.

Тема 11.1. Постпроцессинг результатов расчётов с использованием Maxima.

Тема 11.2. Примеры обработки и анализа полученных результатов с помощью Maxima.

Раздел 12. Типичные задачи механики жидкости и газа.

Тема 12.1. Типичные задачи механики жидкости и газа, решаемые с использованием Maxima.

Тема 12.2. Примеры решения задач механики жидкости и газа с применением Maxima.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Изучение основных понятий и классификаций систем компьютерной математики.

2. Обзор коммерческих и свободно распространяемых систем компьютерной математики.

3. Основы работы с Maxima: ввод команд и элементарных функций.

4. Решение задач элементарной математики с использованием Maxima.

5. Построение графиков и поверхностей с помощью Maxima.

6. Программирование на встроенном макроязыке Maxima для решения задач высшей математики.

7. Численные методы и их применение в задачах с использованием Maxima.

8. Моделирование с использованием Maxima: общие вопросы и статистические методы анализа данных.

9. Решение физических и математических задач с использованием Maxima.

10. Численные методы решения задач аэрогидромеханики с использованием метода конечных объёмов.

11. CAE-проектирование: использование CFD пакетов и этапы работы.

12. Работа в графическом редакторе (препроцессинг): задание граничных условий и свойств среды.

13. Постпроцессинг: обработка и анализ полученных результатов с использованием Maxima.

14. Типичные задачи механики жидкости и газа: решение с использованием Maxima и численных методов.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Изучение основ системы компьютерной математики Maxima.
2. Решение задач элементарной математики и построение графиков с использованием Maxima.
3. Программирование на встроенном макроязыке Maxima для решения задач высшей математики и встроенные численные методы.
4. Численное моделирование с использованием Maxima: общие вопросы, статистический анализ данных и моделирование динамических систем.

3.6. Курсовая работа

1. Исследование и сравнение производительности различных систем компьютерной математики для решения задач теплофизики.
2. Разработка алгоритма и программы для моделирования тепловых процессов в твёрдых телах с использованием метода конечных элементов.
3. Применение метода конечных объёмов для решения задач гидродинамики и теплообмена в системах с движущейся жидкостью.
4. Создание графического интерфейса пользователя для анализа и визуализации результатов моделирования теплофизических процессов.
5. Разработка программного обеспечения для оптимизации параметров теплообменников на основе методов машинного обучения.
6. Исследование влияния различных факторов (геометрии, материала, температуры) на тепловые характеристики твёрдых тел.
7. Анализ и сравнение эффективности различных методов численного решения уравнений теплопроводности.
8. Разработка алгоритма и программы для определения оптимальных режимов работы теплообменных аппаратов.
9. Применение методов машинного обучения для идентификации и прогнозирования тепловых процессов в сложных системах.
10. Создание веб-приложения для дистанционного мониторинга и управления тепловыми процессами в промышленных объектах.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно

			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.1 Применяет средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	знать:				
		как применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	знает, как применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	знает, как применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает, как применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	умеет применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	умеет применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	не демонстрирует умение применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности
		владеть:				
		навыками применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной	владеет навыками применять средства компьютерной графики и визуализации	продемонстрированы навыки применять средства компьютерной графики и	имеется минимальный набор навыков применять средства компьюте	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые

	исследовательской деятельности	ции результатов научно-исследовательской деятельности	визуализации результатов научно-исследовательской деятельности	рной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности	ошибки
ПК-2.2 Использует в профессиональной деятельности и современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	знать:				
	как использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	знает, как использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления отчетов и презентаций	знает, как использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления отчетов и презентаций, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает, как использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления отчетов и презентаций	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
	уметь:				
	использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	умеет использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления	умеет использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления	в целом демонстрирует умение использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии	не демонстрирует умение

			отчетов и презентаций	отчетов и презентаций, допускает при этом ряд небольших ошибок	и для оформления отчетов и презентаций	
		владеть:				
	навыками использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	владеет навыками использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	продемонстрированы навыки использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	имеется минимальный набор навыков использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки	
		знать:				
ПК-2.3 Анализирует и обрабатывает полученные экспериментальные результаты, составляет описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	как анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	знает, как анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с	знает, как анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с	плохо знает, как анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки	

			использованием цифровых и дистанционных технологий	использованием цифровых и дистанционных технологий, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	с использованием цифровых и дистанционных технологий	
		уметь:				
		анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	умеет анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	умеет анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	не демонстрирует умение анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий
		владеть:				
		навыками анализировать и обрабатывать полученные	владеет навыками анализировать и	продемонстрированы навыки анализировать	имеется минимальный набор	не продемонстрированы

		экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	вать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	навыков анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	базовые навыки, допущены грубые ошибки
		знать:				
	ПК-2.4 Готовит данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	как готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	знает, как готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	знает, как готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает, как готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				

		готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	умеет готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	умеет готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	не демонстрирует умение готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации
		владеть:				
		навыками готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	владеет навыками готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	продемонстрированы навыки готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	имеется минимальный набор навыков готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-507-46275-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/305219>

2. Павловский, В. А. Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы: учебное пособие для вузов / В. А. Павловский, Д. В. Никущенко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 368 с. — ISBN 978-5-507-50049-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/409469>

3. Грабовская, С. М. Основы вычислительной математики: учебное пособие / С. М. Грабовская. — Пенза: ПГУ, 2018. — 126 с. — ISBN 978-5-907102-22-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162247>

5.1.2. Дополнительная литература

1. В.Э. Зинуров, А.В. Дмитриев, Г.Р. Бадретдинова. Компьютерные технологии в теплофизических процессах: практикум / составители: В. Э. Зинуров, А.В. Дмитриев, Г.Р. Бадретдинова. – Казань: КГЭУ, 2021. – 95 с.

2. Олегин, И. П. Введение в численные методы: учебное пособие / И. П. Олегин, Д. А. Красноручский. — Новосибирск: НГТУ, 2018. — 115 с. — ISBN 978-5-7782-3632-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118322>

3. Казанцева, Н. В. Прикладная математика: методические указания: методические указания / Н. В. Казанцева, А. В. Мезенцев, П. П. Скачков. — Екатеринбург: , 2019. — 148 с. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/170407>

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru» <https://ibooks.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «book.ru» <https://www.book.ru/>
4. Энциклопедии, словари, справочники <http://www.rubricon.com>
5. Портал "Открытое образование" <http://npoed.ru>
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>
7. Сайт фирмы ANSYS с описанием пакета Fluent <http://www.fluent.com>
8. Сайт по пакетам CFD пакетам <http://www.cfd-online.com>
9. Математический образовательный сайт <http://www.exponenta.ru>

10. Электронная база научной литературы <http://www.sciencedirect.com>

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации <https://minenergo.gov.ru/opendata>
2. Российская национальная библиотека <http://nlr.ru/>
3. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации <http://www.mnr.gov.ru/>
4. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
5. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>
6. Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH <http://www.zbmath.org>
7. Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink [http:// link.springer.com](http://link.springer.com)
8. Образовательный портал <http://www.ucheba.com>

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. ANSYS 13
2. Компас-3D V13
3. Scilab
4. KompasFlow v18
5. Windows 7
6. Компас-3D V18 Проектирование и конструирование в машиностроении
7. ANSYS Academic Research Mechanical and CFD (1task)

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.

	промежуточной аттестации	
Лабораторные работы	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-400а, В-400б, В-410	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта (курсовой работы) В-400а, В-400б, В-410	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы

оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в

решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного

отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.В.12 Компьютерные технологии в теплофизических процессах

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

г. Казань, 2024

Оценочные материалы по дисциплине Компьютерные технологии в теплофизических процессах, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. «Системы компьютерной математики. Определение, классификация, структура. Коммерческие и свободно распространяемые системы компьютерной математики»	ТК1	15	0-15					15-30	15-30
Раздел 2. «Основы Maxima. Ввод простейших команд Maxima. Решение задач элементарной математики. Построение графиков и поверхностей»									
Реферат		15							
Раздел 3. «Задачи высшей математики с Maxima. Программирование на встроенном макроязыке. Встроенные численные методы»	ТК2			15	0-15			15-30	15-30
Раздел 4. « Численные методы и программирование с Maxima»									
Реферат				15					
Раздел 5. « Моделирование с Maxima. Общие вопросы моделирования. Статистические методы анализа данных. Моделирование	ТК3					25	0-15	25-40	25-40

Промежуточная аттестация (КР)									60-100
Выполнение курсовой работы									60-100

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-2	ПК-2.1 Применяет средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	знать:	знает, как применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	знает, как применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	плохо знает, как применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		уметь:	применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	умеет применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	умеет применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научной деятельности	в целом демонстрирует умение применять средства компьютерной графики и визуализации результатов

			тельской деятельности	тельской деятельности, допускает при этом ряд небольших ошибок	ов научно-исследовательской деятельности	ации результатов научно-исследовательской деятельности
		владеть:				
		навыками применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности	владеет навыками применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности	продемонстрированы навыки применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности	имеется минимальный набор навыков применять средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
		знать:				
	ПК-2.2 Использует в профессиональной деятельности и современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	как использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	знает, как использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	знает, как использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций, при ответе может допустить несколько негрубых	плохо знает, как использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки

				ошибок	
		уметь:			
	использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	умеет использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления отчетов и презентаций	умеет использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления отчетов и презентаций, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления отчетов и презентаций	не демонстрирует умение
		владеть:			
	навыками использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии для оформления отчетов и презентаций	владеет навыками использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления отчетов и презентаций	продемонстрированы навыки использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления отчетов и презентаций	имеется минимальный набор навыков использовать в профессиональной деятельности современные офисные информационные технологии и для оформления отчетов и презентаций	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
	ПК-2.3 Анализирует и обрабатывает	знать:			
	как анализировать и обрабатывать полученные	знает, как анализировать и обрабатывать	знает, как анализировать и обрабатывать	плохо знает, как анализировать и	уровень знаний ниже минимал

	полученные экспериментальные результаты, составляет описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	вать полученные экспериментальные результаты, составляют описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	вать полученные экспериментальные результаты, составляют описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	обработать полученные экспериментальные результаты, составляют описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	ьного требования, допускает грубые ошибки
		уметь:				
	анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	умеет анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составляют описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с	умеет анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составляют описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с	в целом демонстрирует умение анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составляют описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с	не демонстрирует умение анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составляют описания выполненных работ и разрабатываемых проектов с	

			использованием цифровых и дистанционных технологий	использованием цифровых и дистанционных технологий, допускает при этом ряд небольших ошибок	ваемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	ываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий
		владеть:				
		навыками анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описание выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	владеет навыками анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описание выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	продемонстрированы навыки анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описание выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	имеется минимальный набор навыков анализировать и обрабатывать полученные экспериментальные результаты, составлять описание выполненных работ и разрабатываемых проектов с использованием цифровых и дистанционных технологий	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки
	ПК-2.4 Готовит данные для составления отчетов, написания докладов,	знать:				
		как готовить данные для составления отчетов, написания докладов,	знает, как готовить данные для составления	знает, как готовить данные для составления	плохо знает, как готовить данные для составления	уровень знаний ниже минимального требования

	статей и другой научно-технической документации	статей и другой научно-технической документации	отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	ия отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	ия, допускает грубые ошибки	
	уметь:						
	готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	умеет готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	умеет готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации, допускает при этом ряд небольших ошибок	в целом демонстрирует умение готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	не демонстрирует умение готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации		
	владеть:						
навыками готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	владеет навыками готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой научно-	продемонстрированы навыки готовить данные для составления отчетов, написания докладов, статей и другой	имеется минимальный набор навыков готовить данные для составления отчетов, написания докладов,	не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки			

			технической документации	научно-технической документации	статей и другой научно-технической документации	
--	--	--	--------------------------	---------------------------------	---	--

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; рефератов; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; рефератов; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и рефератов;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и рефератов.*

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	Темы рефератов

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Пример задания

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4

Реферат:

1. Введение в системы компьютерной математики: определение, классификация, структура.

2. Обзор коммерческих и свободно распространяемых систем компьютерной математики.
3. Основы работы с Maxima: ввод команд и элементарных функций.
4. Решение задач элементарной математики с использованием Maxima.
5. Построение графиков и поверхностей с помощью Maxima.
6. Программирование на встроенном макроязыке Maxima для решения задач высшей математики.
7. Встроенные численные методы в Maxima.
8. Численные методы и программирование с использованием Maxima.
9. Общие вопросы моделирования с использованием Maxima.
10. Статистические методы анализа данных и моделирование динамических систем с помощью Maxima.

Пример задания

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4

Реферат:

1. Решение физических и математических задач с использованием Maxima.
2. Численные методы решения задач аэрогидромеханики с использованием метода конечных объёмов.
3. CAE-проектирование и использование CFD пакетов.
4. Организация CFD пакетов и этапы работы с ними.
5. Работа в графическом редакторе (препроцессинг): задание граничных условий и свойств среды.
6. Этап расчёта и постпроцессинг результатов с использованием Maxima.
7. Типичные задачи механики жидкости и газа, решаемые с использованием Maxima.
8. Основы работы с системами компьютерной математики.
9. Обзор коммерческих и свободно распространяемых систем компьютерной математики.
10. Основы работы с Maxima: ввод команд и элементарных функций.

Пример задания

Для текущего контроля ТК3:

Проверяемая компетенция: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4

Реферат:

1. Решение задач элементарной математики с использованием Maxima.
2. Построение графиков и поверхностей с помощью Maxima.
3. Программирование на встроенном макроязыке Maxima для решения задач высшей математики.
4. Встроенные численные методы в Maxima.

5. Численные методы и программирование с использованием Maxima.
6. Общие вопросы моделирования с использованием Maxima.
7. Статистические методы анализа данных и моделирование динамических систем с помощью Maxima.
8. Решение физических и математических задач с использованием Maxima.
9. Численные методы решения задач аэрогидромеханики с использованием метода конечных объемов.
10. CAE-проектирование и использование CFD пакетов.

Пример задания

Для текущего контроля ТК4:

Проверяемая компетенция: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4

Реферат:

1. Система уравнений движения жидкости и газа.
2. Обобщенное уравнение переноса.
3. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии.
4. Метод конечных объемов. Уравнение конвективной диффузии.
5. Описание схем аппроксимации.
6. Алгоритм Simple.
7. Решение системы алгебраических уравнений для дискретных значений функций.

Пример задания

Для текущего контроля ТК5:

Проверяемая компетенция: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4

Реферат:

1. Нестационарные задачи.
2. Граничные условия.
3. Основные модели турбулентности в CFD пакетах.
4. Классификации САПР.
5. САПР по профилю специальности.
6. САПР КОМПАС 3D Интерфейс системы, основные приемы работы
7. Построение пространственных моделей в САПР Компас
8. Основные функции и интерфейс Ansys
9. Основные функции и интерфейс Nastran
10. Основные функции и интерфейс Cosmos

Пример задания

Для текущего контроля ТК6:

Проверяемая компетенция: ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4

Реферат:

1. Основные функции и интерфейс Solid Works
2. Основные функции и интерфейс AutoCad
3. CAD – Computer-Aided Design
5. CAE – Computer-Aided Engineering
6. CAM – Computer-Aided Manufacturing
7. Форматы нейтральных файлов
8. Проблема адекватности модели

Для промежуточной аттестации (зачет):

Пример задания

1. Система уравнений движения жидкости и газа.
2. Обобщенное уравнение переноса.
3. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии.
4. Метод конечных объемов. Уравнение конвективной диффузии.
5. Описание схем аппроксимации.
6. Алгоритм Simple.
7. Решение системы алгебраических уравнений для дискретных значений функций.
8. Нестационарные задачи.
9. Граничные условия.
10. Основные модели турбулентности в CFD пакетах.
11. CAE – проектирование: проектирование, моделирование и изготовление.
12. Этап моделирования. Организация CFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг.
13. Графический редактор. Общее описание.
14. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы.
15. Булевы операции с геометрическими объектами.
16. Глобальная и локальная системы координат.
17. Экспорт геометрии в расчетный модуль.
18. Программирование в среде графического редактора.
19. Параметризация создаваемой геометрии.
20. Сеточное разбиение расчетной области.
21. Типы двумерных и трехмерных конечных объемов. Регулярное и нерегулярное разбиение.
22. Задание граничных условий. Типичные граничные условия.
23. Определение граничных профилей.
24. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики.
25. Свойства смесей газов. Выбор физической модели.
26. Выбор численных схем в среде CFD пакета.
27. Выбор типов решателей.

28. Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов.
29. Создание дополнительных функций.
30. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области.
31. Определение интегральных характеристик.
32. Анимация.
33. Адаптация сетки. Критерии для адаптации.
34. Дополнительные модули пользователя (UDF).
35. Этапы подготовки расчетной модели.

Для промежуточной аттестации (экзамен):

Пример задания

Билет 1

1. Метод конечных объемов. Уравнение конвективной диффузии.
2. Система уравнений движения жидкости и газа
3. Рассмотрим динамику изменения температуры в стержне длиной 4 м с теплоизолированными концами, температура на которых поддерживается постоянной и равна 3°C с начальным условием $f(x) = -0,5x^2 + 2x + 3$. Коэффициент a в уравнении $\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ примем равным 0,78.

Билет 2

1. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии.
2. Основные модели турбулентности в CFD пакетах.
3. Решить задачу разработки параметрической модели пластины накладке, соединяющей две несущие конструкции, нагруженные внешней растягивающей силой в противоположные стороны. Пластина накладка соединяется с помощью заклепок к левому и правому элементам конструкции с одинаковым числом заклепок. Расстояние между элементами конструкции 30 мм. Заклепки устанавливаются по 2 штуки в ряд. Число рядов K рассчитывается из условия прочности. Заклепки изготавливаются из Ст20, диаметр $d = 10$ мм. Нагрузка, воспринимаемая конструкцией, составляет F кН.