

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	3	108	51	0	0	51	57	0	0	57	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.03.05 Двигатели летательных аппаратов**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Овчинникова Ольга Константиновна, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1.3 — Способен проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-1.3**

*знания:*

правил математического описания тепловых и газодинамических процессов, принципов вычислительного моделирования с применением современных вычислительных средств;

*умения:*

корректно формулировать задачи, обосновывать принимаемые допущения, анализировать полученные результаты исследований;

*навыки:*

постановки и решения задач в современных прикладных программах вычислительного моделирования процессов гидроаэродинамики и тепломассопереноса.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **РАЗНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА, АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ И ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ, НЕСТАЦИОНАРНЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПК-1.2 — Способен разрабатывать физические и математические модели процессов, а также выполнять расчеты параметров рабочего процесса, теплового состояния и характеристик двигателей и энергоустановок летательных аппаратов
- ПК-1.3 — Способен проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Практические занятия		ПК-1.3
4	7	<b>Раздел 1. Геометрическое моделирование в среде инженерных CAD – пакетов.</b> Графический интерфейс. Создание эскиза геометрической модели. Инструменты построения геометрических элементов. Задание ограничений и связей между объектами. Построение области вокруг исследуемого объекта при решении задач внешнего обтекания. Упрощение геометрии, исправление ошибок топологии.	20	10	10	10	20
4	7	<b>Раздел 2. Постановка задачи вычислительного моделирования.</b> Последовательность действий по постановке задачи. Выработка допущений и упрощений вычислительного моделирования. Подключение различных математических моделей течения. Задание теплофизических свойств рабочей среды. Уравнение состояния. Работа с библиотекой материалов. Добавление новых веществ. Задание условий на внешних и внутренних границах расчетной области. Виды ГУ и требования по их заданию. Граничные условия сложного вида: в виде профиля, пользовательской функции. Выбор решателя, настройка численного метода. Задание мониторингов для анализа сходимости задачи в процессе расчета. Адаптация вычислительной сетки к особенностям течения.	20	10	10	10	20
4	7	<b>Раздел 3. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов.</b> Обзор видов расчетных сеток, типов ячеек. Неструктурированные и блочно-структурированные сетки. Обзор современных сеточных построителей. Интерфейс сеточных построителей. Построение приповерхностных призматических слоев. Сгущение вычислительной сетки для разрешения высоких градиентов. Сопряжение вычислительных сеток на основе интерфейсных границ. Качество вычислительных сеток.	20	10	10	10	20
4	7	<b>Раздел 4. Анализ и обработка результатов расчета в среде постпроцессоров.</b> Загрузка файлов с результатами решения. Визуализация структур течения и вычисление интегральных характеристик. Построение картин распределения параметров на границах расчетной области и секущих поверхностях, векторных полей, изоповерхностей, линий тока. Анимированное представление результатов решения. Пользовательское задание новых выражений и функций, газодинамических переменных и параметров, вычисление градиентов.	20	10	10	10	20
4	7	<b>Раздел 5. Основы численного моделирования в задачах гидрогазодинамики.</b> Роль и место вычислительного моделирования в науке и технике. Обзор примеров решенных задач из различных областей индустрии, науки и техники. Обзор современных пакетов вычислительной гидрогазодинамики и их возможностей. Ключевые шаги, обеспечивающие успешное проведение численного моделирования. Методы численного моделирования. Метод контрольного объема. Дискретизация уравнений, описывающих течения жидкости и газа. Алгоритм решения уравнений газовой динамики численными методами. Структура файлов проекта и их хранение в директории.	28	11	11	17	20
<b>Всего за 7 семестр</b>			108	51	51	57	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	51	57	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Геометрическое моделирование в среде инженерных CAD – пакетов.	Геометрическое моделирование двухмерного и трехмерного объекта.	10
2	Раздел 2. Постановка задачи вычислительного моделирования.	Моделирование процессов газодинамики и теплообмена	10
3	Раздел 3. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов.	Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов: неструктурированные и блочно-структурированные сетки	10
4	Раздел 4. Анализ и обработка результатов расчета в среде постпроцессоров.	Визуализация структур течения и вычисление интегральных характеристик. Построение картин распределения параметров на границах расчетной области и секущих поверхностях, векторных полей, изоповерхностей, линий тока	10
5	Раздел 5. Основы численного моделирования в	Метод контрольного объема. Дискретизация уравнений, описывающих течения жидкости и газа. Алгоритм решения	11

	задачах гидрогазодинамики.	уравнений газовой динамики численными методами. Разбор типовых задач.	
<b>Всего за 7 семестр</b>			51

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Геометрическое моделирование в среде инженерных CAD – пакетов.	Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	10
2	Раздел 2. Постановка задачи вычислительного моделирования.	Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	10
3	Раздел 3. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов.	Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	10
4	Раздел 4. Анализ и обработка результатов расчета в среде постпроцессоров.	Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	10
5	Раздел 5. Основы численного моделирования в задачах гидрогазодинамики.	Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	17
<b>Всего за 7 семестр</b>			57

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7					Р. отч.	ДР			Р. отч.	ДР					Отчет	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Р. отч. – раздел отчета;
- Отчет – отчет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- раздел отчета;
- отчет.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. К. Любимов, Л. В. Шабарова. . Методы построения расчётных сеток в пакете ANSYS ICEM CFD. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2011, эл. рес.
2. В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench. Самара: Изд-во СамГТУ, 2013, эл. рес.
3. М. С. Яковчук. . Вычислительные технологии решения задач механики жидкости и газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
4. Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17. М.: ДМК Пресс, 2017, эл. рес.
5. О. В. Батурин, Н. В. Батурин, В. Н. Матвеев. . Расчёт течений жидкости и газа с помощью универсального программного комплекса FLUENT. Самара: Изд-во СГАУ, 2009, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.



## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### **6.2. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.03.05 *Двигатели летательных аппаратов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-1.3 Способен проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с геометрическим, вычислительным и имитационным моделированием в современных CAD/CAM/CAE-системах. В рамках курса рассматриваются вопросы работы с графическим интерфейсом современных систем, их настройки и применения для решения мультидисциплинарных задач. Проводится построение геометрических и сеточных моделей различных объектов, исследуется качество вычислительных сеток и сеточная сходимость, применяются различные конечно-разностные и конечно-элементные методы численного моделирования, даются обоснования упрощений и допущений для физических задач, особое внимание уделяется постпроцессингу и обработке полученных результатов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- раздел отчета;
- отчет.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Геометрическое моделирование в среде инженерных CAD – пакетов.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	В. А. Бруйка, В. Г. Фокин, Я. В. Кураева. . Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Самара: Изд-во СамГТУ, 2013 (1)	10
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Постановка задачи вычислительного моделирования.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17: М.: ДМК Пресс, 2017 (1)	10
Итого по разделу 2		10
<b>Раздел 3. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	А. К. Любимов, Л. В. Шабарова. . Методы построения расчётных сеток в пакете ANSYS ICEM CFD: Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2011 (1-3)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Анализ и обработка результатов расчета в среде постпроцессоров.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	О. В. Батурин, Н. В. Батурин, В. Н. Матвеев. . Расчёт течений жидкости и газа с помощью универсального программного комплекса FLUENT: Самара: Изд-во СГАУ, 2009 (1-3)	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Основы численного моделирования в задачах гидрогазодинамики.</b>		
Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	М. С. Яковчук. . Вычислительные технологии решения задач механики жидкости и газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1)	17
Итого по разделу 5		17

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- раздел отчета;
- отчет;
- дифференцированный зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Раздел отчета

Необходимо начать оформление отчёта по выполнению задания для самостоятельной работы.

Раздел 1 должен содержать постановку задачи, математическую модель и основные расчетные соотношения используемых методов решения, критерий сходимости;

Раздел 2 должен содержать схему расчетной области с характеристиками сетки, краевыми и начальными условиями, реализованными в решаемом варианте;

Раздел 3 должен содержать содержание исследовательского задания, результаты вычислительного моделирования, анализ и выводы по проведенным исследованиям.

#### Отчет

Отчет представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета.

Оценивается полнота и качество оформления отчета, соответствие заданию, верность полученных результатов, способность их объяснить. Защита отчета проводится в форме собеседования с преподавателем, в ходе которого студент докладывает о проделанной работе и отвечает на вопросы. Оценка защиты работы выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- выполнение работы в компьютерном классе – 20 баллов,
  - оформление пояснительной записки – 30 баллов,
  - защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 50 баллов.
- Отчёт считается принятым при наборе более 70 баллов.

При выставлении итоговой оценки используются следующие критерии:

Оценки "отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.

Оценки "хорошо" заслуживает студент обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка "не зачтено" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

**Дифференцированный зачет**

Дифференцированный зачет выставляется по результатам защиты отчета.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПК-1.3	
4	7	Раздел 1. Геометрическое моделирование в среде инженерных CAD – пакетов.	20	10	10	10	20	Раздел отчета
4	7	Раздел 2. Постановка задачи вычислительного моделирования.	20	10	10	10	20	Раздел отчета
4	7	Раздел 3. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов.	20	10	10	10	20	Раздел отчета
4	7	Раздел 4. Анализ и обработка результатов расчета в среде постпроцессоров.	20	10	10	10	20	Отчет
4	7	Раздел 5. Основы численного моделирования в задачах гидрогазодинамики.	28	11	11	17	20	Отчет
Всего за 7 семестр			108	51	51	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	51	57	100	

**ПК-1.3 - Способен проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Опишите, какие типы граничных условий следует задавать при постановке задачи обтекания крыла потоком воздуха в Ansys
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Опишите, какие типы граничных условий следует задавать при постановке задачи истечения газа из сопла Лаваля в Ansys
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие из перечисленных типов граничных условий можно задать на выходной границе расчетной области?
- 1 Velocity Inlet
  - 2 Pressure Inlet
  - 3 Mass Flow Inlet
  - 4 Pressure Outlet
  - 5 Pressure Far-Field
  - 6 Outflow
  - 7 Inlet Vent
  - 8 Outlet Vent
  - 9 Degassing
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Термически совершенный газ, описываемый моделью текучей среды "ideal gas" в Ansys подчиняется уравнениям ...
- 1 термическому уравнению состояния Менделеева - Клапейрона
  - 2 калорическому уравнению состояния  $U = c_v T$
  - 3 уравнению Ван-дер-Ваальса
  - 4 уравнению Редлиха – Квонга
  - 5 калорическому уравнению состояния  $U = c T$
  - 6 термическому уравнению состояния  $\rho = \text{const}$
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Невязка - это
- 1 Время решения задачи
  - 2 Время одной итерации
  - 3 Ошибка (погрешность) вычислений
  - 4 Разница между расчётными сетками

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из перечисленных типов граничных условий можно задать на входной границе расчетной области?

- 1 Velocity Inlet
- 2 Pressure Inlet
- 3 Mass Flow Inlet
- 4 Pressure Outlet
- 5 Pressure Far-Field
- 6 Outflow
- 7 Inlet Vent
- 8 Outlet Vent
- 9 Degassing

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Опишите, какие граничные условия следует задавать при постановке задачи в Ansys на разных типах границ

- 1 условия непротекания и прилипания потока
- 2 спутный поток
- 3 перепад давлений
- 4 скорость потока
- a wall.
- b pressure-far-field
- c pressure-inlet и pressure-outlet
- d velocity-inlet и outlet-vent
- e mass-flow-inlet и mass-flow-outlet
- f interface

№ 8 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие моделей турбулентности и их описания

- 1 k-epsilon
- 2 k-omega
- 3 SST
- 4 Reynolds Stress Model
- a двухпараметрическая модель, используется для расчета свободных течений и струй
- b двухпараметрическая модель, описывает пристеночные течения
- c комбинированная модель, основанная на использовании различных моделей в пристеночных областях на удалении от стенки
- d универсальная шестипараметрическая модель



- e универсальная однопараметрическая модель
- f универсальная двухпараметрическая модель
- № 9 Прочитайте текст и установите последовательность
- Опишите последовательность действий при постановке задачи в пакете прикладных программ.
- 1 Построение геометрической модели
  - 2 Построение сеточной модели, выбор линий границ расчетной области, назначение им имён для последующего задания граничных условий
  - 3 Задание граничных условий
  - 4 Выбор основных допущений и замыкающих соотношений, моделей сред, численного метода
  - 5 Инициализация
  - 6 Проведение вычислений, итерационное решение задачи
  - 7 Постпроцессинг, обработка результатов, построение графиков и полей параметров, вычисление интервальных характеристик, сохранение числовых значений
- № 10 Прочитайте текст и установите последовательность
- Опишите этапы постановки задачи обтекания крыла потоком воздуха в Ansys
1. Создание геометрической модели крыла на основе заданных характеристик – профиля крыла, его размаха и формы в плане
  2. Создание вокруг крыла внешней геометрии – расчетной области, обоснование геометрических размеров расчетной области и расстояния от границ расчетной области до крыла в зависимости от предполагаемых режимов обтекания (до- или сверхзвуковое течение)
  3. Обозначение границ
  4. Построение сеточной модели с учётом необходимости разрешения пограничных слоёв, ударно-волновых структур, вихревых зон
  5. Выбор решателя и его настройки (тип солвера, численная схема, пороговые значения невязок, отслеживаемые параметры)
  6. Обоснование принимаемых допущений (модель среды, учёт вязкости, учёт теплообмена между телом и средой)
  7. Задание граничных условий - выбор типов задаваемых условий и определение параметров на границах
  8. Инициализация – задание начального распределения параметров в расчетной области
  9. Обработка полученных результатов – построение полей распределения параметров и графиков распределения параметров, получение значений сил и моментов, действующих на крыло
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Что такое число Куранта?
- 1 Критерий, определяющий характерный размер задачи
  - 2 Критерий, определяющий подробность геометрической модели
  - 3 Критерий устойчивости явной задачи
  - 4 Критерий, определяющий скорость решения
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Стандартная инициализация во Fluent позволяет

- 1 Позволяет самостоятельно задать начальные параметры на разных участках расчетной области.
- 2 Учитывать сжимаемость среды
- 3 Учитывать процессы теплопроводности
- 4 Автоматически распределяет начальные параметры по расчётной области исходя из граничных условий
- 5 Использует в качестве начального распределения параметров невязкое решение задачи