

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

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

Направление/специальность подготовки	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Магистратура
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	
5	10	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	диф. зач.
6	11	4	144	34	0	0	34	110	0	0	110	диф. зач.
ВСЕГО		8	288	85	17	0	68	203	0	0	203	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.04.05 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-2.1 — Способен проводить работы по экспериментальным исследованиям и/или вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты

ПК-2.2 — Способен к профессиональной эксплуатации современных прикладных программных средств вычислительного моделирования процессов тепломассопереноса

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-2.1

знания:

Основных подходов к экспериментальному исследованию, математическому и имитационному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники;

умения:

Проводить физические и вычислительные эксперименты для исследования процессов тепломассопереноса в изделиях авиационной и ракетно-космической техники;

навыки:

Анализа полученных результатов экспериментальных исследований, их обобщения и описания, составления отчётной документации.

ПК-2.2

знания:

принципов вычислительного моделирования процессов тепломассопереноса, правил математического описания;

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 *24.04.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АЭРОГИДРОМЕХАНИКИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПК-2.3 — Способен проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 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	Лекции	Практические занятия		ПК-2.1	ПК-2.2
5	10	Раздел 1. Геометрическое моделирование в среде инженерных CAD – пакетов. Графический интерфейс. Создание эскиза геометрической модели. Инструменты построение геометрических элементов. Задание ограничений и связей между объектами. Построение области вокруг исследуемого объекта при решении задач внешнего обтекания. Упрощение геометрии, исправление ошибок топологии.	45	15	5	10	30	20	20
5	10	Раздел 2. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов. 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.	45	15	5	10	30	20	20
5	10	Раздел 3. Основы численного моделирования в задачах гидрогазодинамики. 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.	54	21	7	14	33	20	20
Всего за 10 семестр			144	51	17	34	93	60	60
6	11	Раздел 4. Постановка задачи вычислительного моделирования. Последовательность действий по постановки 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.	72	17	0	17	55	20	20
6	11	Раздел 5. Анализ и обработка результатов расчета в среде постпроцессоров. 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 выражение и функций, газодинамических переменных и параметров, вычисление градиентов.	72	17	0	17	55	20	20
Всего за 11 семестр			144	34	0	34	110	40	40
Всего по дисциплине			288	85	17	68	203	100	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. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов.	Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов: неструктурированные и блочно-структурированные сетки	10
3	Раздел 3. Основы численного моделирования в задачах гидрогазодинамики.	Метод контрольного объема. Дискретизация уравнений, описывающих течения жидкости и газа. Алгоритм решения уравнений газовой динамики численными методами. Разбор типовых задач.	14
Всего за 10 семестр			34

4	Раздел 4. Постановка задачи вычислительного моделирования.	Моделирование процессов газодинамики и теплообмена	17
5	Раздел 5. 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	17
Всего за 11 семестр			34

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.	30
2	Раздел 2. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов.	Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	30
3	Раздел 3. Основы численного моделирования в задачах гидрогазодинамики.	Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	33
Всего за 10 семестр			93
4	Раздел 4. Постановка задачи вычислительного моделирования.	Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	55
5	Раздел 5. Анализ и обработка результатов расчета в среде постпроцессоров.	Изучение дидактических единиц данного раздела. Выполнение расчетной работы.	55
Всего за 11 семестр			110

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
10					Р. отч.	ДР			Р. отч.	ДР					Отчет	ДР	диф. зач.
11						ДР			Р. отч.	ДР					Отчет	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Р. отч. – раздел отчета;
- Отчет – отчет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет;
- 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> — Главная – 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»;
3. <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 - 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. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

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

6.3. 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 24.04.05 *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-2.1 Способен проводить работы по экспериментальным исследованиям и/или вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты;

ПК-2.2 Способен к профессиональной эксплуатации современных прикладных программных средств вычислительного моделирования процессов тепломассопереноса.

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 **8 з.е., 288 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**203 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 288 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 203 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.
Раздел 1. Геометрическое моделирование в среде инженерных CAD – пакетов.		
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)	30
Итого по разделу 1		30
Раздел 2. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов.		
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)	30
Итого по разделу 2		30
Раздел 3. Основы численного моделирования в задачах гидрогазодинамики.		
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)	33
Итого по разделу 3		33
Раздел 4. Постановка задачи вычислительного моделирования.		
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)	55
Итого по разделу 4		55
Раздел 5. Анализ и обработка результатов расчета в среде постпроцессоров.		
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)	55
Итого по разделу 5		55

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- раздел отчета;
- отчет;
- дифференцированный зачет;
- 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 в 10 семестре выставляется по результатам защиты отчета.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет в 11 семестре 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	Лекции	Практические занятия		ПК-2.1	ПК-2.2	
5	10	Раздел 1. Геометрическое моделирование в среде инженерных САД – пакетов.	45	15	5	10	30	20	20	Раздел отчета
5	10	Раздел 2. Построение вычислительных сеток в среде сеточных генераторов.	45	15	5	10	30	20	20	Раздел отчета
5	10	Раздел 3. Основы численного моделирования в задачах гидрогазодинамики.	54	21	7	14	33	20	20	Отчет
Всего за 10 семестр			144	51	17	34	93	60	60	
6	11	Раздел 4. Постановка задачи вычислительного моделирования.	72	17	0	17	55	20	20	Раздел отчета
6	11	Раздел 5. Анализ и обработка результатов расчета в среде постпроцессоров.	72	17	0	17	55	20	20	Отчет
Всего за 11 семестр			144	34	0	34	110	40	40	
Всего по дисциплине			288	85	17	68	203	100	100	

ПК-2.1 - Способен проводить работы по экспериментальным исследованиям и/или вычислительному моделированию теплообмена изделий авиационной и ракетно-космической техники, анализировать и обобщать результаты

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие критерии подобия считают основными в аэродинамике летательного аппарата при проведении физических экспериментов в аэродинамических трубах?
- 1 Число Маха
 - 2 Число Рейнольдса
 - 3 Число Крокко
 - 4 Число Фруда
 - 5 Число Стокса
 - 6 Число Нуссельта
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- В чём состоит валидация модели?
- № 3 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 $\rho = \text{const}$
- № 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- В чём состоит верификация модели?
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Отношение скорости потока в данной точке к местной скорости звука называют ...
- 1 число Маха
 - 2 число Крокко
 - 3 число Нуссельта
 - 4 число Рейнольдса
 - 5 число Кнудсена
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Отношение скорости потока в данной точке к максимальной теоретической скорости истечения (скорости истечения в вакуум) называют ...
- 1 число Маха

2 число Крокко

3 число Нуссельта

4 число Рейнольдса

5 число Кнудсена

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

Граничные условия второго рода, когда на границах расчетной области задают значения производной дифференцируемой функции в направлении единичной нормали к границе $\left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)_{x \in \Omega} = f(x)$, где $x \in \Omega$, называют краевой задачей ...

1 Дерихле

2 Робена

3 Ньютона

4 фон Неймана

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой безразмерный критерий определяет соотношение между интенсивностью теплообмена за счёт конвекции и интенсивностью теплообмена за счёт теплопроводности?

1 число Маха

2 число Крокко

3 число Нуссельта

4 число Рейнольдса

5 число Кнудсена

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Опишите этапы постановки задачи течения газа в сопле Лаваля в Ansys

1. Создание геометрической модели сопла на основе заданных сведений – профилированное или коническое сопло, плоское или осесимметричное

2. Дополнение расчетной области объемом за срезом сопла для исследования структуры истекающей струи

3. Обозначение границ

4. Построение сеточной модели с учётом необходимости разрешения пограничных слоёв, ударно-волновых структур

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

10. Оценка сеточной сходимости

№ 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
10. Оценка сеточной сходимости

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Перечислите, по каким критериям при проведении аэродинамических экспериментов обеспечивают подобие приведенные величины:

- 1 Число Рейнольдса
- 2 Число Фруда
- 3 Число Маха
- 4 Число Струхала

а подобие по силам трения

б подобие по массовым силам (сила тяжести)

с подобие по силам давления

д подобие по времени процесса

е подобие по тепловым потокам

ф подобие по скорости движения

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

При математическом и компьютерном моделировании используют широкий круг понятий, определяющих правильность выбора модели. Опишите эти понятия:

- 1 адекватность
- 2 валидация
- 3 верификация
- 4 сходимость

а свойство модели обеспечивать соответствие моделируемому изделию (процессу или явлению) по обоснованному перечню характеристик

б процесс определения степени того, насколько модель является точным представлением реального мира с точки зрения предполагаемого использования модели

с процесс определения соответствия компьютерной модели или программы математической модели, подтверждение корректности решения уравнений математической модели

д способность метода приводить к точному решению за конечное число шагов

е раздел цифровых, интеллектуальных технологий, связанных с изучением активности мозга, восприятием и распознаванием сигналов, исследованием и моделированием механизмов принятия решений

ф система взаимосвязанных вычислительных устройств, которые могут собирать и передавать данные по беспроводной сети без участия человека

г представление математической модели в форме алгоритма, который может быть реализован в виде компьютерной программы

ПК-2.2 - Способен к профессиональной эксплуатации современных прикладных программных средств вычислительного моделирования процессов тепломассопереноса

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Опишите последовательность действий при расчёте течений с частицами в пакете прикладных программ.

- 1 Построение геометрической модели
- 2 Построение сеточной модели
- 3 Задание граничных условий
- 4 Расчет гидрогазодинамического поля течения без учёта частиц
- 5 Задание параметров дисперсной фазы
- 6 Моделирование движения твердых частиц
- 7 Построение линий тока частиц в гидрогазодинамическом поле течения

№ 2 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

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите, какие типы граничных условий следует задавать при постановке задачи истечения газа

из сопла Лаваля в Ansys

- № 4 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
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие величины определяют значение коэффициента турбулентной вязкости?
- 1 скорость течения
 - 2 степень турбулентности
 - 3 число Рейнольдса
 - 4 температура
 - 5 давление
- № 6 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
- № 7 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
- № 8 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
- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Опишите, какие типы граничных условий следует задавать при постановке задачи обтекания крыла потоком воздуха в Ansys
- № 10 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
- № 11 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
- № 12 Прочитайте текст и установите соответствие
- Установите соответствие моделей турбулентности и их описания
- 1 k-epsilon
 - 2 k-omega
 - 3 SST
 - 4 Reynolds Stress Model
- а 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