

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ДВИГАТЕЛЯХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии создания двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
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: 2026

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Лаптинская Мария Михайловна, старший преподаватель

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 ПРОЦЕССОВ В ДВИГАТЕЛЯХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

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-3.1 — Способен понимать физическую сущность гидрогазодинамических процессов и процессов теплообмена, разрабатывать методологии исследований двигателей и энергетических установок

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-3.1

знания:

знание физических моделей совокупности процессов гидрогазодинамики и тепломассообмена;

умения:

умение разрабатывать методологии исследований двигателей и энергетических установок с использованием современных компьютерных средств;

навыки:

навыки проведение вычислительного и имитационного моделирования процессов в двигателях и энергетических установках.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ДВИГАТЕЛЯХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ** 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: **ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ, РАЗНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА, ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ, 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-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПК-3.2 — Способен разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидрогазодинамики и теплообмена
- ПК*-3.4 — Способен проводить исследования в области гидрогазодинамических процессов и процессов теплообмена 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-3.1
4	7	Раздел 1. Геометрическая модель. Эскиз. Двумерная модель. Трехмерная модель. Упрощение и допущения. Выбор сектора расчетной геометрии. Расчетная область.	13	8	8	5	20
4	7	Раздел 2. Сеточная модель. Обзор видов расчетных сеток, типов ячеек. Плоские и объемные сетки. Неструктурированные и структурированные сетки. Обзор современных сеточных построителей и их интерфейс. Пристеночные слои. Сгущение вычислительной сетки для разрешения высоких градиентов. Сопряжение вычислительных сеток на основе интерфейсных границ. Качество и другие характеристики вычислительных сеток. Оптимизация сеточной модели. Сеточная сходимость.	13	8	8	5	20
4	7	Раздел 3. Математическая модель. Последовательность действий по постановке задачи. Выработка допущений и упрощений вычислительного моделирования. Формулировка физической постановки задачи. Выбор и подключение различных математических моделей течения. Задание теплофизических свойств рабочей среды. Уравнения состояния. Виды ГУ и требования по их заданию. Граничные условия сложного вида: в виде профиля, пользовательской функции.	25	8	8	17	20
4	7	Раздел 4. Решение практикоориентированных задач и постобработка. Постановка задачи. Последовательность действий по постановке задачи. Выработка допущений и упрощений, выбор математической модели и решателя. Работа с библиотекой материалов. Добавление новых веществ. Задание начальных условий на внешних и внутренних границах расчетной области. Постановка ГУ. Выбор решателя, настройка численного метода. Задание мониторингов для анализа сходимости задачи в процессе расчета. Адаптация вычислительной сетки к особенностям течения. Условия окончания расчета. Постобработка: вывод искоемых значений, поля распределения газодинамических параметров, построение векторов, линий тока, построение графиков. Обработка серии расчетов. Анимация при нестационарных расчетах.	57	27	27	30	40
Всего за 7 семестр			108	51	51	57	100
Всего по дисциплине			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. Геометрическая модель.	Работа с современными CAD-системами	4
2		Построение геометрических моделей	4
3	Раздел 2. Сеточная модель.	Построение сеточной модели	8
4	Раздел 3. Математическая модель.	Построение математической модели	8
5	Раздел 4. Решение практикоориентированных задач и постобработка.	Решение индивидуальной задачи	27
Всего за 7 семестр			51

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Геометрическая модель.	Самостоятельная проработка геометрии по индивидуальному заданию	5
2	Раздел 2. Сеточная модель.	Построение сеточной модели по индивидуальному заданию	5
3	Раздел 3. Математическая модель.	Построение математической модели по индивидуальному заданию	17
4	Раздел 4. Решение практикоориентированных задач и постобработка.	Решение индивидуальной задачи	30
Всего за 7 семестр			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					Р. отч.	ДР	Отч. по ПЗ, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Р. отч. – раздел отчета;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- раздел отчета;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Герасимов. . Самоучитель КОМПАС-3D V12. СПб.: БХВ-Петербург, 2011, эл. рес.
2. Л. С. Шаблий, А. В. Кривцов, Д. А. Колмакова. . Компьютерное моделирование типовых гидравлических и газодинамических процессов двигателей и энергетических установок в ANSYS Fluent . Самара: Изд-во Самарск. ун-та, 2017, эл. рес.
3. М. В. Горбачёв, В. С. Наумкин, В. А. Спарин. . Моделирование задач теплообмена в среде ANSYS FLUENT. Новосибирск: НГТУ, 2023, 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. К. Овчинникова, М. М. Лаптинская, И. В. Тетерина. . Решение прикладных задач термогазодинамики в Ansys. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. С. Козелков, К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Многосеточные методы в задачах вычислительной гидродинамики. Нижний Новгород: Изд-во НГТУ, 2022, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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 - 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;
2. КОМПАС-3D V21.

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. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. КОМПАС-3D V21.

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 ПРОЦЕССОВ В ДВИГАТЕЛЯХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ** 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-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-3.1 Способен понимать физическую сущность гидрогазодинамических процессов и процессов теплообмена, разрабатывать методологии исследований двигателей и энергетических установок.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с вычислительным и имитационным моделированием в современных пакетах программ вычислительного анализа. В рамках курса рассматриваются вопросы построения и подготовки геометрических моделей, строятся сеточные модели, проводится сеточная сходимость и настройка решателя для решения задач из области двигателей летательных аппаратов и энергоустановок. Даются обоснования упрощений и допущений, 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 по практическому заданию.

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.
Раздел 1. Геометрическая модель.		
Самостоятельная проработка геометрии по индивидуальному заданию	А. А. Герасимов. . Самоучитель КОМПАС-3D V12: СПб.: БХВ-Петербург, 2011 (все) Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17: М.: ДМК Пресс, 2017 (1-2)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Сеточная модель.		
Построение сеточной модели по индивидуальному заданию	Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17: М.: ДМК Пресс, 2017 (3) А. С. Козелков, К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Многосеточные методы в задачах вычислительной гидродинамики: Нижний Новгород: Изд-во НГТУ, 2022 (все) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, А. С. Козелков. Многосеточные и параллельные вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. Ч. 1 Геометрические многосеточные методы: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (все)	5
Итого по разделу 2		5
Раздел 3. Математическая модель.		
Построение математической модели по индивидуальному заданию	Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17: М.: ДМК Пресс, 2017 (5) М. В. Горбачёв, В. С. Наумкин, В. А. Спарин. . Моделирование задач теплообмена в среде ANSYS FLUENT: Новосибирск: НГТУ, 2023 (все) Л. С. Шаблий, А. В. Кривцов, Д. А. Колмакова. . Компьютерное моделирование типовых гидравлических и газодинамических процессов двигателей и энергетических установок в ANSYS Fluent : Самара: Изд-во Самарск. ун-та, 2017 (все) О. К. Овчинникова, М. М. Лаптинская, И. В. Тетерина. . Решение прикладных задач термогидрогазодинамики в Ansys: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все)	17
Итого по разделу 3		17
Раздел 4. Решение практикоориентированных задач и постобработка.		
Решение индивидуальной задачи	М. В. Горбачёв, В. С. Наумкин, В. А. Спарин. . Моделирование задач теплообмена в среде ANSYS FLUENT: Новосибирск: НГТУ, 2023 (dct) О. К. Овчинникова, М. М. Лаптинская, И. В. Тетерина. . Решение прикладных задач термогидрогазодинамики в Ansys: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все) Л. С. Шаблий, А. В. Кривцов, Д. А. Колмакова. . Компьютерное моделирование типовых гидравлических и газодинамических	30

	процессов двигателей и энергетических установок в ANSYS Fluent : Самара: Изд-во Самарск. ун-та, 2017 (dct)	
Итого по разделу 4		30

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- раздел отчета;
- отчет по практическому заданию;
- 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 по практическому заданию

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 по практическому заданию

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-3.1	
4	7	Раздел 1. Геометрическая модель.	13	8	8	5	20	Раздел отчета
4	7	Раздел 2. Сеточная модель.	13	8	8	5	20	Раздел отчета
4	7	Раздел 3. Математическая модель.	25	8	8	17	20	Раздел отчета
4	7	Раздел 4. Решение практикоориентированных задач и постобработка.	57	27	27	30	40	Отчет по практическому заданию
Всего за 7 семестр			108	51	51	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	51	57	100	

**Оценочные материалы по дисциплине МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В
ДВИГАТЕЛЯХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

ПК-3.1 - Способен понимать физическую сущность гидрогазодинамических процессов и процессов теплообмена, разрабатывать методологии исследований двигателей и энергетических установок

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Опишите, какие типы граничных условий следует задавать при постановке задачи истечения газа из сопла Лаваля в Ansys
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
В чём состоит валидация модели?
- № 3 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
- № 4 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
- a свойство модели обеспечивать соответствие моделируемому изделию (процессу или явлению) по обоснованному перечню характеристик
- b процесс определения степени того, насколько модель является точным представлением реального мира с точки зрения предполагаемого использования модели
- c процесс определения соответствия компьютерной модели или программы математической модели, подтверждение корректности решения уравнений математической модели
- d способность метода приводить к точному решению за конечное число шагов
- e раздел цифровых, интеллектуальных технологий, связанных с изучением активности мозга, восприятием и распознаванием сигналов, исследованием и моделированием механизмов принятия решений
- f система взаимосвязанных вычислительных устройств, которые могут собирать и передавать данные по беспроводной сети без участия человека

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

№ 5 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

№ 6 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 $\rho = \text{const}$

№ 7 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

- № 8 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
- № 9 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
- № 10 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
- № 11 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
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Для чего в методе RANS используются модели турбулентности?
1. Для определения связи между тензором рейнольдсовых напряжений и параметрами осреднённого потока
 2. Для определения тензора скоростей деформации
 3. Для замещения уравнения состояния
 4. Для описания пограничного слоя с несколькими вариантами ответа, два из которых правильные