

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Юнаков Л. П.
ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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	8	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ _____

Мустейкис Антон Иванович, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц. _____

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Левихин А.А., к.т.н., доц. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

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:

ПСК-1.10 — Владеет CAE системой на уровне, необходимом для выполнения работ по профилю

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.10

знания:

Теоретические основы разностного моделирования; Знание физических особенностей моделируемых процессов; Знание принципов построения конечно-элементных и сеточных моделей;

умения:

Умеет транслировать данные между CAD и CAE системами; Управление параметризацией объектов; Подготовка графического материала для оформления КД; Наложение граничных условий; Задание параметров среды для проведения расчета; Запуск расчёта; Остановка расчёта;

навыки:

Навыки трансляции данных из/в разные CAE системы; Анализ результатов расчета; Обработка результатов расчёта.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ**.

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

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью
- ПСК-1.1 — Способен разрабатывать конструкторскую документацию на детали и узлы двигателей и стендового оборудования
- ПСК-1.10 — Владеет CAE системой на уровне, необходимом для выполнения работ по профилю
- ПСК-1.11 — Владеет САМ системой на уровне, необходимом для выполнения работ по профилю
- ПСК-1.6 — Способен разрабатывать КД на детали, изготавливаемые по аддитивным технологиям, изготавливать их и оценивать показатели качества деталей, полученных по аддитивным технологиям

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	Лекции	Практические занятия		ПСК-1.10
4	8	Раздел 1. Введение. Проблематика исследования высокотемпературных процессов. Основные принципы моделирования. 1.1 Введение. Особенности высокотемпературных процессов в элементах двигателей ЛА. 1.2 Основные принципы и методы моделирования. Метод контрольного объема. Расчетная сетка.	7	2	2	0	5	10
4	8	Раздел 2. Стационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов. 2.1 Стационарная одномерная теплопроводность. Получение дискретного аналога. 2.2 Стационарная одномерная теплопроводность. Граничные условия. 2.3 Методы решения систем алгебраических уравнений. 2.4 Двух- и трехмерная стационарная теплопроводность.	12	6	2	4	6	10
4	8	Раздел 3. Нестационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов. 3.1 Нестационарная одномерная теплопроводность. Основные расчетные схемы. 3.2 Устойчивость расчетных схем.	14	8	2	6	6	10
4	8	Раздел 4. Конвективно-диффузионный перенос вещества и энергии. 4.1 Конвекция и диффузия как явления. Обобщенное дифференциальное уравнение конвективно-диффузионного переноса. Стационарная одномерная конвекция и диффузия. 4.2 Получение дискретного аналога: различные расчетные схемы. 4.3 Двух- и трехмерные конвекция и диффузия. Граничные условия.	18	12	4	8	6	10
4	8	Раздел 5. Совместное определение поля скоростей и давлений. 5.1 Особенности совместного определения поля скоростей и давлений. Совмещенная и шахматная сетки. 5.2 Алгоритмы SIMPLE. Прочие подобные алгоритмы.	8	2	2	0	6	10
4	8	Раздел 6. Моделирование различных физических процессов в камере сгорания ГТД. 6.1 Моделирование турбулентности. 6.2 Моделирование двухфазных сред. 6.3. Моделирование течений смесей газов. Течения с химическими реакциями.	9	4	4	0	5	20
4	8	Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке. Взаимосвязи моделей физических процессов, учитываемых при моделировании течений с горением в потоке в камере сгорания ГТД.	40	17	1	16	23	30
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Стационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов.	Решение задач стационарной одномерной теплопроводности при различных граничных условиях итерационным методом.	4
2	Раздел 3. Нестационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов.	Решение задач нестационарной одномерной теплопроводности с использованием явной схемы.	3
3		Решение задач нестационарной одномерной теплопроводности с использованием неявной схемы.	3
4	Раздел 4. Конвективно-диффузионный перенос вещества и энергии.	Решение задач стационарной одномерной конвекции и диффузии с использованием схемы "против потока".	4
5		Решение задач стационарной одномерной конвекции и диффузии с использованием схемы с "центрными разностями".	4
6	Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке.	Моделирование течения с горением в камере сгорания малоразмерного ГТД. Создание расчетной области и задание граничных условий.	4
7		Моделирование течения с горением в камере сгорания малоразмерного ГТД. Выбор моделей физических процессов и расчетных схем.	2
8		Моделирование течения с горением в камере сгорания малоразмерного ГТД. Получение численного решения.	6
9		Моделирование течения с горением в камере сгорания малоразмерного ГТД. Анализ результатов.	4

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение. Проблематика исследования высокотемпературных процессов. Основные принципы моделирования.	Проработка теоретического материала	5
2	Раздел 2. Стационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов.	Выполнение домашнего задания и оформление отчета	6
3	Раздел 3. Нестационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов.	Выполнение домашнего задания и оформление отчета	6
4	Раздел 4. Конвективно-диффузионный перенос вещества и энергии.	Выполнение домашнего задания и оформление отчета	6
5	Раздел 5. Совместное определение поля скоростей и давлений.	Проработка теоретического материала	6
6	Раздел 6. Моделирование различных физических процессов в камере сгорания ГТД.	Проработка теоретического материала	5
7	Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке.	Проработка теоретического материала	10
8		Оформление отчета по практическому занятию	13
Всего за 8 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
8					ДЗ	ДР			ДЗ	ДР		ДЗ			Отч. по ПЗ	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- 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;
- домашнее задание;
- 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. И. Мустейкис. . Моделирование процессов в камере сгорания ГТД. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 41 экз.
2. А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. . Численное решение задач теплопроводности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 39 экз.
3. А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. . Численное решение задач конвекции и диффузии. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 36 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

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

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. Siemens NX.

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. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. Siemens NX.

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 ПРОЦЕССОВ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.10 Владеет САЕ системой на уровне, необходимом для выполнения работ по профилю.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами и способами моделирования процессов в элементах газотурбинных двигателей, в частности, в камере сгорания. Учебный курс предполагает усвоение терминологии, изучения методов построения математических моделей и использовании численных методов и ЭВМ при моделировании.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 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. Введение. Проблематика исследования высокотемпературных процессов. Основные принципы моделирования.		
Проработка теоретического материала	А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. . Численное решение задач теплопроводности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Стационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов.		
Выполнение домашнего задания и оформление отчета	А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. . Численное решение задач теплопроводности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (2-3)	6
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Нестационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов.		
Выполнение домашнего задания и оформление отчета	А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. . Численное решение задач теплопроводности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (4)	6
Итого по разделу 3		6
Раздел 4. Конвективно-диффузионный перенос вещества и энергии.		
Выполнение домашнего задания и оформление отчета	А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. . Численное решение задач конвекции и диффузии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-2)	6
Итого по разделу 4		6
Раздел 5. Совместное определение поля скоростей и давлений.		
Проработка теоретического материала	А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. . Численное решение задач конвекции и диффузии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3-4)	6
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Моделирование различных физических процессов в камере сгорания ГТД.		
Проработка теоретического материала	А. И. Мустейкис. . Моделирование процессов в камере сгорания ГТД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1)	5
Итого по разделу 6		5
Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке.		
Проработка теоретического материала	А. И. Мустейкис. . Моделирование процессов в камере сгорания ГТД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3-4)	10
Оформление отчета по практическому занятию		13
Итого по разделу 7		23

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- домашнее задание;
- 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.

Отчет по практическому заданию

Прием отчета проходит в форме доклада студента и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания: отчет считается принятым при получении не менее двух правильных ответов.

За успешную защиту отчета студенту начисляется 20 баллов.

Перечень вопросов входит в состав УМК дисциплины.

Отчет подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов;
- низкое качество графического материала.

Перечень заданий и шаблон отчета входит в состав УМК дисциплины.

Домашнее задание

Отчет по домашнему заданию представляется в электронном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета.

Прием отчета проходит в форме проверки отчета преподавателем на предмет соответствия следующим критериям:

- верное задание системы уравнений – 4 балла;
- верное определение конечного результата – 3 балла;
- оформление задания в соответствии с шаблоном отчета – 3 балла.

За каждое задание не более 10 баллов.

Перечень заданий и шаблон отчета входит в состав УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачёт выставляется по количеству баллов, заработанными обучающимся в течении семестра. Суммарный балл выставляется по результатам написания диагностических работ, посещаемости аудиторных занятий и баллов за выполнение домашних заданий и практического задания.

Критерии оценивания:

менее 51 балла - не зачтено;

51 - 74 балла - зачтено-удовлетворительно;

75 - 84 балла - зачтено-хорошо;

85 и более баллов - зачтено-отлично.

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		ПСК-1.10	
4	8	Раздел 1. Введение. Проблематика исследования высокотемпературных процессов. Основные принципы моделирования.	7	2	2	0	5	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 2. Стационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов.	12	6	2	4	6	10	Домашнее задание
4	8	Раздел 3. Нестационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов.	14	8	2	6	6	10	Домашнее задание
4	8	Раздел 4. Конвективно-диффузионный перенос вещества и энергии.	18	12	4	8	6	10	Домашнее задание
4	8	Раздел 5. Совместное определение поля скоростей и давлений.	8	2	2	0	6	10	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 6. Моделирование различных физических процессов в камере сгорания ГТД.	9	4	4	0	5	20	Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке.	40	17	1	16	23	30	Отчет по практическому заданию
Всего за 8 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	

Критерии оценивания

ПСК-1.10

Вопросы открытого типа:

- № 1 Приведите примеры сеткопостроителей, входящих в состав ANSYS Workbench в виде отдельных модулей. Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 2 Назовите основные виды геометрических элементов для расчетной сетки двухмерной задачи. Запишите развёрнутый обоснованный ответ.
- № 3 Какой геометрический элемент следует по возможности использовать для создания расчетной сетки трехмерной задачи. Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

- Параллелепипед (куб)
- Тетраэдр
- Пирамида
- Призма
- Многогранник

- № 4 Назовите основные недостатки геометрии камеры сгорания ГТД с точки зрения создания расчетной области для моделирования. Запишите развёрнутый обоснованный ответ.

- № 5 Назовите основные процессы, требующие учета при моделировании горения в камере сгорания ГТД моделью Eddy Dissipation (Модель распада вихря). Выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

- Турбулентное движение газа.
- Транспорт компонент.
- Распыл жидкости.
- Движение капель топлива.

- № 6 Назовите способ более точного учета течения вблизи элементов малого размера при создании расчётной сетки. Запишите развёрнутый обоснованный ответ.

- № 7 Какой тип сетки позволяет, как правило, уменьшить продолжительность расчета и необходимый объём оперативной памяти. Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

- структурированная
- неструктурированная

- № 8 Перечислите возможные модели двухфазного течения, которые позволяют моделировать распыл жидкостной центробежной форсунки в ГТД. Выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

- Модель центробежной форсунки (DPM)
- Модель VOF to DPM
- Модель VOF

- № 9 В каком случае значение зависимой переменной на грани контрольного объема в расчетной схеме "против потока" может быть связано со значением переменной в расчетном узле данного контрольного объема? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.

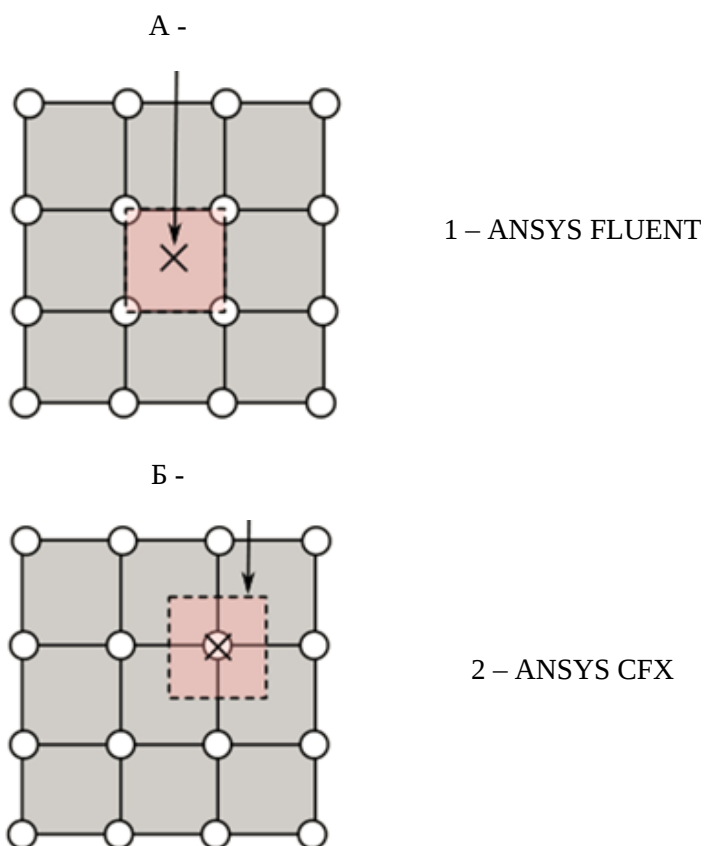
- № 10 От чего зависит значение переменной в расчетном узле на текущем шаге по времени в «неявной» (implicit) схеме нестационарной задачи? Запишите развёрнутый обоснованный ответ.

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Установите соответствие типа данных и разрешения файла для решателя ANSYS FLUENT:

- А – файл расчетной сетки 1 - .dat
Б – файл настроек решателя 2 - .msh
В – файл результатов 3 - .cas

- № 2 Какое разрешение имеет файл, содержащий информацию о значениях зависимых переменных в каждом расчётом узле, для решателя ANSYS FLUENT. Выберите один из следующих вариантов:
- .dat
 - .msh
 - .cas
 - .lib
- № 3 Как называется метод для получения дискретного аналога дифференциального уравнения, основанный на использовании физических законов сохранения для некоторого объема пространства? Выберите один из следующих вариантов:
- Вариационный метод
 - Метод взвешенных невязок
 - Метод контрольного объема
 - Метод прогонки
- № 4 Установите соответствие схемы расположения расчетного узла и названия ПО для численного моделирования процессов, использующего такой подход.



- № 5 В каком случае необходимо проводить масштабирование расчетной области? Выберите один из следующих вариантов:
- Создание расчетной сетки.
 - Импортирование расчетной сетки, созданной в стороннем сеткопостроителе.
 - Импортирование расчетной сетки, созданной в ANSYS Workbench
- № 6 Установите последовательность действий, выполняемых при моделировании процессов методами вычислительной гидродинамики:

А – создание расчетной области

Б – нанесение расчетной сетки

В – проведение моделирования в решателе

Г – оценка сходимости решения

Д – импортирование расчетной сетки в решатель и задание условий задачи

Е – анализ результатов в постпроцессоре

№ 7 В каких программных комплексах можно проводить численное моделирование процессов в твердотельных элементах, созданных в структуре этих комплексов? Выберите несколько вариантов:

- Siemens NX
- Solid Works
- ANSYS Workbench

№ 8 Какой из приведенных пакетов программ для численного моделирования процессов имеет самую обширную базу моделей и самые широкие возможности по настройке моделей? Выберите один из следующих вариантов:

- ANSYS FLUENT
- FloEFD
- Solid Works Flow Simulation
- ANSYS CFX
- NX CAE

№ 9 Какие из приведенных результатов для камеры сгорания ГТД нельзя получить с помощью методов вычислительной гидродинамики? Выберите один из следующих вариантов:

- Распределение температуры стенки жаровой трубы
- Распределение скорости потока в камере
- Распределение концентрации вредных выбросов при горении
- Деформация стенки жаровой трубы

№ 10 Установите соответствие качества расчетной сетки и величины скошенности (Skewness) ее элементов:

А – Отличное	1 – 0 – 0,25
Б – Хорошее	2 – 0,95 – 0,97
В – Плохое	3 – 0,5 – 0,8
Г – Вырожденная сетка	4 – 0,98 – 1,0