

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ

| | |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки | 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Проектирование жидкостных ракетных двигателей |
| 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 | |
| 5 | 9 | 3 | 108 | 68 | 34 | 0 | 34 | 40 | 0 | 0 | 40 | 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: 2025

Программу составили:

Кафедра А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ

Киршин Антон Юрьевич, старший преподаватель

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

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ

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-5 — Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-5

знания:

на уровне представлений: о состоянии и перспективах развития численных методов моделирования процессов в целом и высокотемпературных процессов в элементах двигателей ЛА в частности о возможностях и особенностях применения автоматизированных программных средств, реализующих численные методы моделирования высокотемпературных процессов

на уровне воспроизведения: основные положения метода контрольного объема, виды и особенности математических моделей высокотемпературных процессов

на уровне понимания: методология подготовки и проведения численного моделирования высокотемпературных процессов;

умения:

теоретические: выбор математических моделей высокотемпературных процессов в различных элементах двигателей ЛА; критическая оценка результатов моделирования высокотемпературных процессов

практические: проведение численного моделирования высокотемпературных процессов в различных элементах двигателей ЛА при различных условиях;

навыки:

проведения численного моделирования на ЭВМ высокотемпературных процессов в различных элементах двигателей ЛА; оценки и представления результатов численного моделирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ** 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: **ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ, ТЕРМОДИНАМИКА.**

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-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ПК-1 — Способен разрабатывать проектную и рабочую конструкторскую документацию на ракетно-космическую технику и их составные элементы

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 | | ПК-5 |
| 5 | 9 | 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. | 14 | 4 | 4 | 0 | 10 | 10 |
| 5 | 9 | 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. | 22 | 22 | 10 | 12 | 0 | 15 |
| 5 | 9 | Раздел 3. Нестационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов. 3.1 Нестационарная одномерная теплопроводность. Основные расчетные схемы. 3.2 Устойчивость расчетных схем. | 16 | 16 | 8 | 8 | 0 | 15 |
| 5 | 9 | 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. | 14 | 14 | 8 | 6 | 0 | 15 |
| 5 | 9 | Раздел 5. Совместное определение поля скоростей и давлений. 5.1 Особенности совместного определения поля скоростей и давлений. Совмещенная и шахматная сетки. 5.2 Алгоритм SIMPLE. Прочие подобные алгоритмы. | 14 | 4 | 4 | 0 | 10 | 15 |
| 5 | 9 | Раздел 6. Моделирование различных физических процессов в элементах двигателей ЛА. 6.1 Моделирование турбулентности. 6.2 Моделирование двухфазных сред. 6.3. Моделирование течений смесей газов. | 16 | 6 | 0 | 6 | 10 | 15 |
| 5 | 9 | Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке в элементах двигателей ЛА. 7.1 Взаимосвязи моделей физических процессов, учитываемых при моделировании течений с горением в потоке в элементах двигателей ЛА. Течения с химическими реакциями. | 12 | 2 | 0 | 2 | 10 | 15 |
| Всего за 9 семестр | | | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 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 методом прогонки. | 2 |
| 2 | | Решение задач стационарной одномерной теплопроводности итерационным методом. | 2 |
| 3 | | Решение задач стационарной двухмерной теплопроводности методом прогонки. | 4 |
| 4 | | Решение задач стационарной двухмерной теплопроводности итерационным методом. | 4 |
| 5 | Раздел 3. Нестационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов. | Решение задач нестационарной одномерной теплопроводности с использованием явной схемы. | 4 |
| 6 | | Решение задач нестационарной одномерной теплопроводности с использованием неявной схемы. | 4 |
| 7 | Раздел 4. Конвективно-диффузионный перенос вещества и энергии. | Решение задач стационарной одномерной конвекции и диффузии с использованием схемы с "центрными разностями". | 3 |
| 8 | | Решение задач стационарной одномерной конвекции и диффузии с использованием схемы "против потока". | 3 |
| 9 | Раздел 6. Моделирование различных физических процессов в элементах двигателей ЛА. | Моделирование турбулентного течения при обтекании препятствия | 2 |
| 10 | | Моделирование двухфазных сред. Моделирование течений при наличии дискретной фазы. | 2 |
| 11 | | Моделирование течений смесей газов. | 2 |
| 12 | Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке в элементах двигателей ЛА. | Моделирование течения с горением в потоке элемента двигателя ЛА | 2 |
| Всего за 9 семестр | | | 34 |

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. | Изучение дополнительной литературы по теме раздела: Ознакомление с основными принципами математического моделирования процессов. Изучение возможностей современных пакетов программных средств для моделирования процессов. | 10 |
| 2 | Раздел 5. Совместное определение поля скоростей и давлений. | Изучение дополнительной литературы по теме раздела: Ознакомление с схемами совместного определения поля скоростей и давлений, используемых в современных пакетах программных средств для моделирования процессов. | 10 |
| 3 | Раздел 6. Моделирование различных физических процессов в элементах двигателей ЛА. | Изучение дополнительной литературы по теме раздела: Ознакомление с моделями различных физических процессов, используемых в современных пакетах программных средств для моделирования процессов. | 10 |
| 4 | Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке в элементах двигателей ЛА. | Изучение дополнительной литературы по теме раздела: Ознакомление с принципами и возможностями моделирования высокотемпературных процессов, используемых в современных пакетах программных средств для моделирования процессов. | 10 |
| Всего за 9 семестр | | | 40 |

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 |
| 9 | | | | | КПос | ДР | | | КПос | ДР | | | | | КПос | ДР | диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КПос – контроль посещаемости;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- контроль посещаемости.

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.
4. В. Н. Емельянов. . Введение в теорию разностных схем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 54 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://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 2017 Teaching Advanced;
2. ANSYS 2020 R2.

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 2017 Teaching Advanced;
3. ANSYS 2020 R2.

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 **ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ** 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*:

ПК-5 Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами и способами моделирования процессов в элементах двигателей ЛА. 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;
- контроль посещаемости.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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. | | |
| Изучение дополнительной литературы по теме раздела: Ознакомление с основными принципами математического моделирования процессов. Изучение возможностей современных пакетов программных средств для моделирования процессов. | А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. . Численное решение задач теплопроводности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1) | 10 |
| Итого по разделу 1 | | 10 |
| Раздел 5. Совместное определение поля скоростей и давлений. | | |
| Изучение дополнительной литературы по теме раздела: Ознакомление с схемами совместного определения поля скоростей и давлений, используемых в современных пакетах программных средств для моделирования процессов. | В. Н. Емельянов. . Введение в теорию разностных схем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (10) А. И. Мустейкис, Л. П. Юнаков. . Численное решение задач конвекции и диффузии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3,4) | 10 |
| Итого по разделу 5 | | 10 |
| Раздел 6. Моделирование различных физических процессов в элементах двигателей ЛА. | | |
| Изучение дополнительной литературы по теме раздела: Ознакомление с моделями различных физических процессов, используемых в современных пакетах программных средств для моделирования процессов. | А. И. Мустейкис. . Моделирование процессов в камере сгорания ГТД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2) | 10 |
| Итого по разделу 6 | | 10 |
| Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке в элементах двигателей ЛА. | | |
| Изучение дополнительной литературы по теме раздела: Ознакомление с принципами и возможностями моделирования высокотемпературных процессов, используемых в современных пакетах программных средств для моделирования процессов. | А. И. Мустейкис. . Моделирование процессов в камере сгорания ГТД: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2,3) | 10 |
| Итого по разделу 7 | | 10 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контроль посещаемости;
- 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.

Контроль посещаемости

Аттестация проставляется при условии посещения не менее 75 % занятий. Отработка пропущенных занятий не требуется

Дифференцированный зачет

Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на вопросы билета к дифференцированному зачету. В билете два вопроса.

Оценивается полнота и правильность ответа по билету.

Ответ на «удовлетворительно»: ответ строго по билету, полнота ответа 60-80% по каждому вопросу.

Ответ на «хорошо»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу.

Ответ на «отлично»: ответ по билету не менее 80% по каждому вопросу, ответы на 2-3 дополнительных вопроса из списка со степенью полноты ответа не менее 50% по каждому.

При ответе студента менее чем на 60% по каждому из вопросов или верном ответе только на один вопрос билета выставляется оценка "не зачтено".

Перечень вопросов к зачету входит в состав УМК дисциплины.

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-5 | |
| 5 | 9 | Раздел 1. Введение. Проблематика исследования высокотемпературных процессов. Основные принципы моделирования. | 14 | 4 | 4 | 0 | 10 | 10 | Контроль посещаемости |
| 5 | 9 | Раздел 2. Стационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов. | 22 | 22 | 10 | 12 | 0 | 15 | Контроль посещаемости |
| 5 | 9 | Раздел 3. Нестационарная проблема. Метод получения дискретных аналогов. | 16 | 16 | 8 | 8 | 0 | 15 | Контроль посещаемости |
| 5 | 9 | Раздел 4. Конвективно-диффузионный перенос вещества и энергии. | 14 | 14 | 8 | 6 | 0 | 15 | Контроль посещаемости |
| 5 | 9 | Раздел 5. Совместное определение поля скоростей и давлений. | 14 | 4 | 4 | 0 | 10 | 15 | Контроль посещаемости |
| 5 | 9 | Раздел 6. Моделирование различных физических процессов в элементах двигателей ЛА. | 16 | 6 | 0 | 6 | 10 | 15 | Контроль посещаемости |
| 5 | 9 | Раздел 7. Совокупная задача моделирования течений с горением в потоке в элементах двигателей ЛА. | 12 | 2 | 0 | 2 | 10 | 15 | Контроль посещаемости |
| Всего за 9 семестр | | | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 68 | 34 | 34 | 40 | 100 | |

**Оценочные материалы по дисциплине ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ**

ПК-5 - Способен проводить расчёты процессов в ракетных двигателях, прочности и надёжности изделий и их составных элементов

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой тип инициализации расчета в программе Ansys Fluent более предпочтительно выбирать

- 1) Гибридная
- 2) Стандартная
- 3) Неявная

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

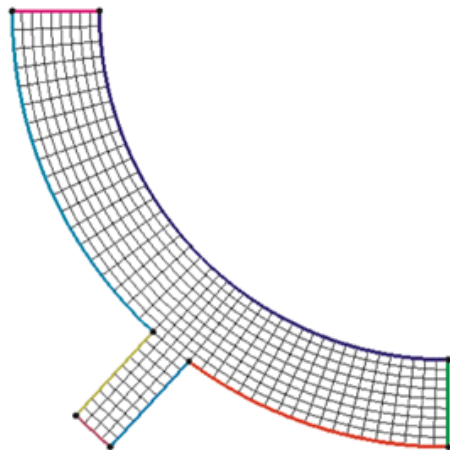
Что является сущностью численных методов моделирования

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В численном моделировании процессов гидрогазодинамики, что подразумевает под собой граничное условие входа

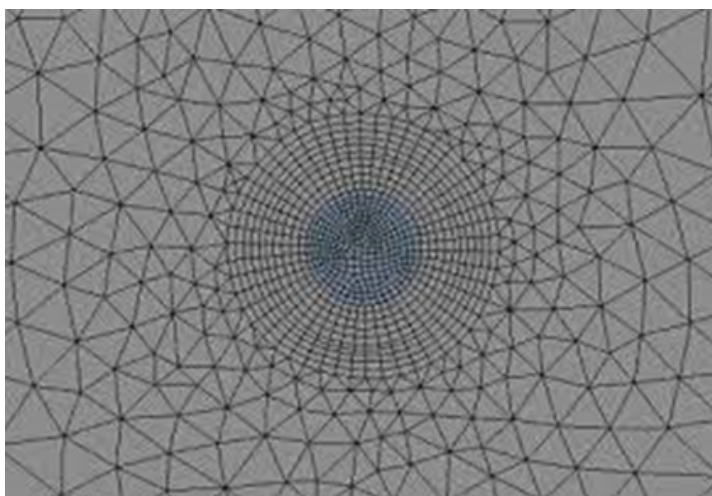
№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Соотнесите изображение сетки с названием.

1



А структурированная

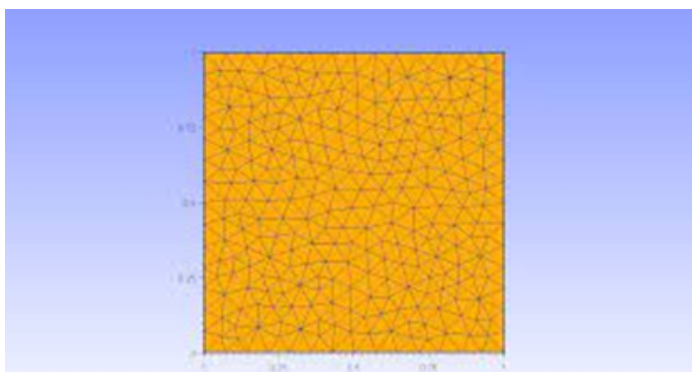
2



Б гибридная

3

В
неструктурированная



Г призматическая

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
С какой целью в алгоритме SIMPLE применяются подрелаксационные факторы

- 1) Повышения стабильности решения
- 2) Ускорения процесса решения
- 3) Задания начальных условий

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие
Соотнесите распределение и функцию которой можно это распределение получить

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| 1 линии тока жидкости | А pathline |
| 2 изолинии температуры | Б contour |
| 3 направление векторов скорости | В vector |
| | Г particle tracks |

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность
Порядок подготовки твердотельной модели к САЕ-моделированию.

- 1 Упрощение геометрии модели: удаление фасок, скруглений, острых кромок
- 2 Создание заглушек на входных и выходных отверстиях
- 3 Извлечение внутреннего объема
- 4 Экспорт геометрии в формате, подходящем для САЕ-системы

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность
Расставьте правильный порядок проведения САЕ расчета

- 1 Создание CAD модели
- 2 Создание сетки
- 3 Расчет
- 4 Постобработка

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какую модель турбулентности целесообразно использовать для ускорения расчётов при решении задач внешнего обтекания?

- 1) Spalart Almaras
- 2) Reynolds Stress
- 3) k - omega
- 4) k - epsilon

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

При работе в САЕ-системе, в какой зоне, при построении сетки, необходимо получить наиболее подробную сетку

- 1) В зоне у стенок
- 2) В зоне свободного течения
- 3) У выходной границы расчетной области
- 4) У входной границы расчетной области
- 5) В зонах с большим градиентом изменения переменных

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
В каком формате необходимо сохранить Cad модели детали или узла двигателя для экспорта в САЕ систему

- 1 .m3d
- 2 .sdprt
- 3 .stp
- 4 .iges
- 5 .x_t

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие плюсы имеют Численные методы в сравнении с натурным экспериментом?

- 1 низкая стоимость
- 2 высокая скорость
- 3 полнота информации
- 4 отсутствие влияния человеческого фактора