

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПАКЕТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АЭРОГИДРОДИНАМИКИ

| | |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки | 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Системы управления беспилотными летательными аппаратами |
| Уровень высшего образования | Специалитет |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космической техники |
| Выпускающая кафедра | А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ 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 | |
| 3 | 6 | 3 | 108 | 34 | 0 | 0 | 34 | 74 | 0 | 0 | 74 | диф. зач. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Выдрин Антон Евгеньевич, ассистент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПАКЕТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АЭРОГИДРОДИНАМИКИ

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-2.3 — Способность к проведению анализа летно-технических характеристик БПЛА |
| ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач |
| ПК-95 — способен к критическому мышлению в цифровой среде, оценке информации, ее достоверности, построению логических умозаключений на основании поступающих информации и данных |

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2.3

знания:

структуру и возможности современных CFD пакетов;

необходимые физические и математические модели и методы решения, включенные в программу

специальности;

особенности внешнего обтекания разных динамических объектов;

умения:

уметь работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения;

задавать граничные условия;

выбирать и задавать свойства среды;

адаптировать созданное сеточное разбиение;

представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять аэродинамические характеристики;

навыки:

владеть навыками решения стандартных задач внешнего обтекания средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг.

ПК-94

знания:

структуру и возможности современных CFD пакетов;

необходимые физические и математические модели и методы решения, включенные в программу

специальности;

особенности внешнего обтекания разных динамических объектов;

умения:

уметь работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения;

задавать граничные условия;

выбирать и задавать свойства среды;

адаптировать созданное сеточное разбиение;

представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять аэродинамические характеристики;

навыки:

владеть навыками решения стандартных задач внешнего обтекания средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг.

ПК-95

знания:

структуру и возможности современных CFD пакетов;

необходимые физические и математические модели и методы решения, включенные в программу

специальности;

особенности внешнего обтекания разных динамических объектов;

умения:

уметь работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения;

задавать граничные условия;

выбирать и задавать свойства среды;

адаптировать созданное сеточное разбиение;

представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять аэродинамические характеристики;

навыки:

владеть навыками решения стандартных задач внешнего обтекания средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПАКЕТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АЭРОГИДРОДИНАМИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИНАМИКЕ ПОЛЕТА, ПРЕДДИПЛОМНАЯ ПРАКТИКА**.

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 для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-9 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

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 | | ПСК-2.3 | ПК-94 | ПК-95 |
| 3 | 6 | Раздел 1. Введение в пакеты CFD. 1.1. Введение. Знакомство с пакетом CFD. 1.2. Основные положения в механике жидкости и газа. 1.3. Простая задача. Связь расчёта и теории. | 16 | 4 | 4 | 12 | 25 | 25 | 25 |
| 3 | 6 | Раздел 2. Основные настройки и физические модели. 2.1. Базовые уравнения. Невязки. Сходимость 2.2. Турбулентность. Характеристики. Модели турбулентности. 2.3. Общий подход к решению задач вычислительной аэрогазодинамики. | 15 | 3 | 3 | 12 | 25 | 25 | 25 |
| 3 | 6 | Раздел 3. Создание трёхмерных объектов. 3.1. Создание трёхмерных объектов. | 21 | 6 | 6 | 15 | 25 | 25 | 25 |
| 3 | 6 | Раздел 4. Практическое применение пакетов CFD. 4.1. Аэродинамические характеристики и характерные картины обтекания трехмерных объектов. 4.2. Расширенные вопросы использования CFD. | 56 | 21 | 21 | 35 | 25 | 25 | 25 |
| Всего за 6 семестр | | | 108 | 34 | 34 | 74 | 100 | 100 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 34 | 34 | 74 | 100 | 100 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|--------------------|--|--|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Введение | Знакомство с пакетом CFD на примере. | 2 |
| 2 | в пакеты CFD. | Основы работы в Ansys Fluent | 2 |
| 3 | Раздел 2. | Влияние сетки и моделей турбулентности | 1 |
| 4 | Основные настройки и физические модели. | Методы и подходы построения сеток для трёхмерной задачи. Изучение настроек построения сеток для простой геометрии. Примеры полного решения задачи трёхмерного обтекания. | 2 |
| 5 | Раздел 3. Создание трёхмерных объектов. | Примеры создания трёхмерных деталей в выбранной программе. | 3 |
| 6 | | Создание геометрии | 3 |
| 7 | Раздел 4. Практическое применение пакетов CFD. | Расчёт внешнего обтекания | 21 |
| Всего за 6 семестр | | | 34 |

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|-------|---|---|--------------|
| 1 | Раздел 1. Введение в пакеты CFD. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе. | 12 |
| 2 | Раздел 2. Основные настройки и физические модели. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе. | 12 |

| | | | |
|---------------------------|---|---|-----------|
| 3 | Раздел 3. Создание трёхмерных объектов. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе. | 15 |
| 4 | Раздел 4. Практическое применение пакетов CFD. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе. | 35 |
| Всего за 6 семестр | | | 74 |

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 |
| 6 | | | ТекК, Отч. по ПЗ | | ТекК, Отч. по ПЗ | ДР | | | ТекК, Отч. по ПЗ | ДР | | | | | ТекК, Отч. по ПЗ | ДР | диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- 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;
- вопросы для текущего контроля;
- 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. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1973, 93 экз.
2. А. Г. Голубев, В. Т. Калугин, А. Ю. Луценко. . Аэродинамика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010, эл. рес.
3. В. Н. Емельянов. . Численные методы: введение в теорию разностных схем. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
4. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012, эл. рес.
5. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Моделирование крупных вихрей в расчётах турбулентных течений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
6. К. Н. Волков, Ю. Н. Дерюгин, В. Н. Емельянов. . Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014, 10 экз.
7. Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987, 27 экз.
8. Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17. М.: ДМК Пресс, 2017, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. К. Флетчер. Вычислительные методы в динамике жидкостей. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 3 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. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
4. <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. SOLIDWORKS 2015;
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. Практические занятия:

1. SOLIDWORKS 2015;
2. ANSYS 2020 R2.

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 **ПАКЕТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АЭРОГИДРОДИНАМИКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.3 Способность к проведению анализа летно-технических характеристик БПЛА;

ПК-94 способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;

ПК-95 способен к критическому мышлению в цифровой среде, оценке информации, ее достоверности, построению логических умозаключений на основании поступающих информации и данных.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методологией решения задачи внешнего обтекания в CFD-пакетах, обретением навыков работы с двумя типичными пакетами, а также формированием представления об алгоритмах, реализованных в CFD-пакетах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- 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 (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**74 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 34 ч. аудиторных занятий, и 74 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 в пакеты CFD. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе. | К. Флетчер. Вычислительные методы в динамике жидкостей: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (1-3) А. Г. Голубев, В. Т. Калугин, А. Ю. Луценко. . Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010 (1-4) В. Н. Емельянов. . Численные методы: введение в теорию разностных схем: Москва: Юрайт, 2020 (1,2) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (1-3) | 12 |
| Итого по разделу 1 | | 12 |
| Раздел 2. Основные настройки и физические модели. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе. | Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987 (1) А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин. . Динамика полёта беспилотных летательных аппаратов: М.: Машиностроение, 1973 (2) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Моделирование крупных вихрей в расчётах турбулентных течений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (3) | 12 |
| Итого по разделу 2 | | 12 |
| Раздел 3. Создание трёхмерных объектов. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе. | Н. Н. Фёдорова, С. А. Вальгер, М. Н. Данилов. . Основы работы в ANSYS 17: М.: ДМК Пресс, 2017 (1-5) | 15 |
| Итого по разделу 3 | | 15 |
| Раздел 4. Практическое применение пакетов CFD. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Подготовка к | К. Н. Волков, Ю. Н. Дерюгин, В. Н. Емельянов. . Разностные схемы в задачах газовой динамики на | 35 |

| | | |
|--|---|----|
| практическим занятиям. Оформление отчета по практической работе. | неструктурированных сетках: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014 (1-3) | |
| Итого по разделу 4 | | 35 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- 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

Комплект практических заданий входит в состав УМК дисциплины. Практическое задание (ПЗ) считается выполненным, если студент полностью выполнил все пункты ПЗ.

Отчет по практическому заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненному заданию и ответов на вопросы преподавателя.

При оформлении практических заданий требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

-В начале описательной части отчета излагается содержание, приводятся схема, математическая модель, исходные данные для расчетного варианта, метод решения.

-Все вычисления проводятся подробно, сопровождаясь необходимыми пояснениями. Все вычисления заносятся в таблицы.

-Табличные данные представляются также в виде графиков, условные обозначения и размерности откладываемых по осям величин указываются в принятых по ГОСТ сокращениях.

-При выполнении расчетов с использованием ЭВМ нужно обязательно приводить распечатки (листинг) программ.

-По каждому ПЗ студент должен представить выводы на основании выполненных расчетов.

Студент обязан выполнять все ПЗ в срок и сдавать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

В случае, если оформление отчета соответствует указанным требованиям, и студент ответил на все вопросы преподавателя по теме ПЗ, студент получает максимальное количество баллов (5).

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небрежное выполнение отчета по ПЗ,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- ответы не на все вопросы преподавателя по теме ПЗ.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала.

Для получения оценки "5" - студент должен ответить верно на 100% вопросов преподавателя по теме ПЗ,

для получения оценки "4" - студент должен ответить верно не менее чем на 80% вопросов преподавателя по теме ПЗ,

для получения оценки "3" - студент должен ответить верно не менее чем на 60% вопросов преподавателя по теме ПЗ.

Вопросы для текущего контроля

Студенту предлагается 5 вопросов по результатам прохождения раздела, на которые необходимо дать правильный ответ. Количество набранных баллов равно количеству вопросов на которые дан правильный ответ. Вопросы текущего контроля приведены в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме дифференцированного зачета, который проставляется при условии выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий по результатам работы в семестре.

Оценка за дифференцированный зачет выставляется, как среднее арифметическое суммарных оценок, полученных обучающимся за выполнение практических заданий и ответов на вопросы для текущего контроля.

Критерии оценивания дифференцированного зачета :

- оценка «зачтено - отлично» выставляется обучающемуся, если среднее арифметическое оценок, полученных им за выполнение четырех практических заданий и 4 вопросов для текущего контроля равно 4.5 баллов и выше;
- оценка «зачтено - хорошо» выставляется обучающемуся, если среднее арифметическое оценок, полученных им за выполнение четырех практических заданий и 4 вопросов для текущего контроля находится в пределах 3.5 - 4.4 балла;
- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если среднее арифметическое оценок, полученных им за выполнение четырех практических заданий и 4 вопросов для текущего контроля находится в пределах 2.4 балла и ниже;
- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «зачтено - удовлетворительно».

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 | | ПСК-2.3 | ПК-94 | ПК-95 | |
| 3 | 6 | Раздел 1. Введение в пакеты CFD. | 16 | 4 | 4 | 12 | 25 | 25 | 25 | Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию |
| 3 | 6 | Раздел 2. Основные настройки и физические модели. | 15 | 3 | 3 | 12 | 25 | 25 | 25 | Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию |
| 3 | 6 | Раздел 3. Создание трёхмерных объектов. | 21 | 6 | 6 | 15 | 25 | 25 | 25 | Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию |
| 3 | 6 | Раздел 4. Практическое применение пакетов CFD. | 56 | 21 | 21 | 35 | 25 | 25 | 25 | Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию |
| Всего за 6 семестр | | | 108 | 34 | 34 | 74 | 100 | 100 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 34 | 34 | 74 | 100 | 100 | 100 | |

Критерии оценивания

ПСК-2.3

Вопросы открытого типа:

- № 1 Назовите основные причины изменения сопротивления движущихся тел
- № 2 Как определяется статическое давление в жидкости (газе)?
- № 3 Что называют «аэродинамическими характеристиками»?
- № 4 Какие критерии подобия наиболее существенны при моделировании движения в воздухе?
- № 5 Как теоретически можно было бы измерить статическую температуру?
- № 6 Для чего нужна таблица «международной стандартной атмосферы»
- № 7 Сравните напряжения в твёрдом теле и в газе (жидкости)
- № 8 Дайте определение лётно-техническим характеристикам
- № 9 Из каких составляющих складывается лобовое сопротивление ЛА, имеющие крылья?
- № 10 Как связаны критическое число Маха и коэффициент давления?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 «Центр давления» – это ...
 - Центр нулевого давления
 - Точка приложения сил
 - Центр максимального давления
- № 2 Статическое давление в жидкости (газе) это – ...
 - Векторная величина
 - Скалярная величина
- № 3 Как зависит плотность воздуха от давления при постоянной температуре?
 - Уменьшается при увеличении давления
 - Уменьшается при уменьшении давления
- № 4 Что такое статическая температура?
 - Эту температуру измерил бы датчик температуры в критической точке при отсутствии потерь тепла в окружающей среде
 - Это температура невозмущенного газа в рассматриваемой точке
 - Это температура, которую имел бы адиабатический заторможенный в данной точке поток
- № 5 Полное давление – это ...
 - Это давление полностью заторможенного потока, когда скорость равна нулю
 - Это динамическое давление
 - Это статическое давление в точке максимальной скорости потока жидкости
- № 6 Что характеризует теплоёмкость?
 - Способность проводить тепло
 - Изменение энергии при изменении температуры
 - Степень теплового состояния тела
- № 7 Как зависит вязкость воздуха от температуры?
 - Практически не меняется, это свойство газа
 - Уменьшается при увеличении температуры, но при достижении температуры 50 градусов – начинает увеличиваться
 - Увеличивается с увеличением температуры
 - Увеличивается с уменьшением температуры
- № 8 Вязкость газа напрямую влияет на значения аэродинамических коэффициентов?

- Да
- Нет

№ 9 Сумма полного и динамического давления является статическим давлением?

- Да
- Нет

№ 10 Направление потока никак не влияет на аэродинамические коэффициенты. Верно?

- Да
- Нет

ПК-94

Вопросы открытого типа:

№ 1 Интерцептор на крыле – это ...

№ 2 На чём основаны алгебраические модели турбулентности?

№ 3 Длина пути смещения в гипотезе Прандтля (алгебраические модели турбулентности) – это ...

№ 4 Для чего используются Reference Values (параметры обезразмеривания) в Ansys Fluent?

№ 5 Для чего лучше всего подходит модель турбулентности Standart k-ε в исходной стандартной постановке

№ 6 Какова общая структура CFD-пакета?

№ 7 Как управляют потоком и пограничным слоем с помощью интерцепторов?

№ 8 Гипотеза пути смещения Прандтля.

№ 9 Основа дифференциальных моделей турбулентности

№ 10 Объясните разницу между молекулярной и турбулентной вязкостями

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Количественной мерой условий перехода от ламинарного к турбулентному течению является

- число Струхала
- значение турбулентной вязкости
- число Рейнольдса
- соотношение между ламинарной и турбулентной вязкостью

№ 2 В каких случаях на определённых числах Re существенным является значение «сопротивления давления»?:

- продольное обтекание пластины
- обтекание шара
- поперечное обтекание цилиндра

№ 3 Для чего используются вихрегенераторы на крыльях при больших числах Re?

- для затягивания или устранения отрыва
- для ускорения отрыва пограничного слоя
- для увеличения сопротивления

№ 4 Что вызывают интерцепторы на крыльях?

- преждевременный срыв потока на верхней поверхности крыла
- затягивают или устраняют отрыв пограничного слоя
- понижают коэффициент давления

№ 5 Понятие «автомодельности» означает, что ...

- значение сопротивления начинает зависеть от числа Re
- значение сопротивления не зависит от Re
- значение коэффициента давления не зависит от Re
- значение сопротивления начинает падать

- № 6 Когда при поперечном обтекании цилиндра возникает автомодельность?
- в докритическом режиме
 - при числе Re , близком к критическому
 - при кризисе обтекания
 - в закритическом режиме
- № 7 Решение в пакете CFD считается сошедшимся, когда...
- изменения в искомым переменных от итерации к итерации незначительны
 - значение «невязок» больше единицы
 - интересующие величины (например, сопротивление, перепад давления) изменяются несущественно
 - решение становится устойчивым
 - значение y^+ становится меньше единицы
- № 8 Алгоритм «SIMPLE» определяет:
- способ сглаживания решения, делает приращения более плавными
 - способ связывания давления и скорости для несжимаемых течений
 - способ дискретизации значений на гранях
 - сходимость решения
- № 9 Pressure-Based в настройках пакетов CFD это – ...
- способ корректировки сходимости
 - тип решателя
 - тип системы координат
 - способ дискретизации значений на гранях ячеек
- № 10 «Уравнение неразрывности» это – ...
- закон сохранения энергии
 - закон сохранения массы
 - уравнения Бернулли
 - закон Ньютона для вязкости
 - закон сохранения импульса

ПК-95

Вопросы открытого типа:

- № 1 Дайте определение верификации
- № 2 Дайте определение валидации
- № 3 В каком случае считается, что сеточная сходимость достигнута?
- № 4 Что представляет собой конвекция в общем случае?
- № 5 Особенность «подхода Эйлера» при моделировании движении жидкости и газа
- № 6 Источники ошибок при моделировании CFD
- № 7 Различие между верификацией и валидацией
- № 8 Общий алгоритм компьютерного анализа течения жидкости и газа
- № 9 Как бороться с погрешностями численных методов при использовании пакетов CFD?
- № 10 Расскажите о проблемах тестирования и настройки моделей турбулентности

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Использование «низкорейнольдсовой» модели турбулентности возможно только при низких числах Re ?
- Да
 - Нет
- № 2 Использование «высокорейнольдсового» подхода возможно только при больших скоростях потока. Верно?
- Да
 - Нет

- № 3 Какое число подобия используется при моделировании колебательных процессов?
- Число Маха
 - Число Прандтля
 - Число Струхала
 - Число Рэлея
- № 4 Что определяет число Прандтля?
- соотношение сил инерции и сил вязкости
 - характеризует способность распространения тепла в текущей вязкой жидкости (газе)
 - отношение кинетической энергии потока к работе силы тяжести
 - характеризует отношение сил давления и сил инерции
- № 5 Какие критерии подобия наиболее существенны при моделировании движения летательного аппарата в воздухе?
- Числа Фруда и Эйлера
 - Числа Маха и Рейнольдса
 - Числа Маха и Прандтля
- № 6 Что такое “неньютоновские” жидкости (газа)?
- жидкости, в которых зависимость касательного напряжения и градиента скорости нельзя выразить линейно
 - жидкости, вязкость которых не меняется, даже если изменяется сила, действующая на нее
 - не подчиняется второму закону Ньютона
- № 7 Параметр y^+ связан со значением ...
- габаритных размеров обтекаемого тела
 - граничных условий при настройках задачи CFD
 - размера первой пристеночной ячейки
 - положения объекта и размерами расчётной области
- № 8 С помощью каких общедоступных экспериментальных данных можно рассчитать значение y^+ ?
- частота схода вихрей при обтекании цилиндра
 - значения коэффициента трения пластины
 - значения коэффициента давления при испытании профиля крыла
- № 9 С каким подходом к расчёту течений связаны модели турбулентности?
- Direct Numerical Simulation
 - Reynolds Averaged Navier-Stokes
 - Second-Order Upwind
- № 10 На чём основан метод конечных объёмов?
- выполнение законов сохранения в каждой ячейке расчётной области
 - замена частных производных в дифференциальных операторах их приближенными значениями, выраженными через дискретные значения функции в узлах расчётной сетки
 - дифференциальные уравнения решаются независимо для каждого конечного объёма