

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Факультет математики и информационных технологий

Журавлев В.М.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АЭРОГИДРОДИНАМИКА»

Ульяновск, 2019

Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Аэрогидродинамика» / составитель: А.Р. Гисметулин. - Ульяновск: УлГУ, 2019.

Настоящие методические указания предназначены для студентов бакалавров по направлениям **24.03.04 Авистроение** всех форм обучения, изучающих дисциплину «Аэрогидродинамика». В работе приведены литература по дисциплине, основные темы курса и вопросы в рамках каждой темы, рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля для самостоятельной работы.

Студентам заочной формы обучения следует использовать данные методические указания при самостоятельном изучении дисциплины. Студентам очной формы обучения они будут полезны при подготовке к практическим занятиям и к экзамену по данной дисциплине.

Рекомендованы к использованию Ученым советом факультета математики и информационных технологий УлГУ (протокол 2/19 от 19 марта 2019 г.).

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. **Краснов Н.Ф.** Аэродинамика: учебник для втузов/Краснов Николай Федорович. - М.:Высшая школа,1980.-496 с.
2. Аэродинамика в вопросах и задачах: учеб. пособие для втузов; под ред. Н. Ф. Краснова. - М.: Высшая школа,1985.-759с.
3. Ю.Н. Стариков, Е.Н. Коврижных. Основы аэродинамики летательного аппарата. Учебное пособие. Ульяновск: УВАУ ГА, 2004. – 151 с.
4. **Тарг С. М.** Краткий курс теоретической механики: Учебник/Тарг Семен Михайлович.-М.: Высшая школа,1995.-416 с.
5. **Лойцянский Л. Г.** Курс теоретической механики: Учеб. пособие для вузов/Лойцянский Лев Герасимович, Лурье А.И..-М.: Наука, 1983.-640с.
6. **Мещерский И. В.** Задачи по теоретической механике: учеб. пособие для вузов по техн. спец./Мещерский Иван Всеволодович, Пальмов В. А., Меркин Д. Р.; под ред. В. А. Пальмова, Д. Р. Меркина.-СПб. и др.:Лань,2005.-448 с.
7. **ANSYS 15.0 и 16.0 Tutorial.** Электронное описание пакета программ ANSYS и лабораторных работ, находящееся на ПЭВМ ауд.1/505 в программной среде ANSYS и используемое в интерактивном режиме в дисплейном классе в процессе выполнения лабораторных работ. 2014.
8. **Самоучитель по Maple.** /Техническая библиотека lib.qrz.ru. –Режим доступа: <https://lib.qrz.ru/node/11749> Maple. Wiki2. –Режим доступа: <https://wiki2.org/ru/Maple>
9. **Зализняк, В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров / В. Е. Зализняк.** — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2006. — 264 с. — ISBN 5-93972-482-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16588.html>
10. **Журавлев В.М. Аэрогидродинамика. Описание лабораторных/ учебное пособие/ Журавлев В.М.**—Ульяновский государственный университет. –Режим доступа: <http://www.spacephys.ru/aerogidrodinamika>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1. Основные элементы описания динамики самолета

1. Системы координат, используемые для описания сил, действующих на самолет.
2. Совокупность сил, действующих на самолет во время полета и их направление.
3. Сила лобового сопротивления, подъемная и боковая силы.
4. Тяга. Тангаж, крен, рысканья. Угол атаки и угол скольжения.
5. Скоростной напор. Аэродинамические силовые коэффициенты

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [1] на с. 5-6., [10] лекция 1.

Вопрос 2 изложен в учебнике [1] (с. 32-37), [10] лекция 1.

Вопрос 3 изложен в учебнике [1] (с. 22-32), [10] лекция 1.

Вопрос 4 изложен в учебнике [1] на с. 22-32, [10] лекция 1.

Вопрос 5 изложен в учебнике [1] на с. 22-26, [10] лекция 1.

Контрольные вопросы:

- Скоростная система координат.
- Связанная система координат.
- Сила лобового сопротивления, подъемная и боковая силы.
- Тяга.
- Тангаж, крен, рысканья.
- Угол атаки и угол скольжения.
- Скоростной напор. Аэродинамические силовые коэффициенты

Тема 2. Уравнения движения самолета.

1. Уравнения движения самолета в нормальной системе координат при произвольном тангаже и угле атаки.
2. Потребная тяга и скорость горизонтального полета.
3. Коэффициент аэродинамического качества.
4. Полет с постоянным набором высоты.
5. Планирование. Перегрузка. Разворот.
6. Дальность полета

Рекомендации по изучению темы:

- Вопрос 1 изложен в учебнике [3] на с. 41-45., [10] лекция 1
- Вопрос 2 изложен в [3] на стр. 45-52., [10] лекция 1
- Вопрос 3 учебнике [1] на стр. 32-37 и в [3] на стр. 47-52., [10] лекция 1
- Вопрос 4 изложен в учебнике [3] на с. 54-57, [10] лекция 1
- Вопрос 5 изложен в учебнике [3] на с. 58-62, [10] лекция 1
- Вопрос 6 изложен в учебнике [3] на с. 62-64., [10] лекция 1

Контрольные вопросы:

1. Уравнения движения в скоростной системе координат
2. Система сил при горизонтальном полете.
3. Коэффициент аэродинамического качества.
4. Система сил при постоянном наборе высоты.
5. Система сил при снижении и планировании

Тема 3. Основные характеристики потока газа.

Основные вопросы темы:

1. Дифференциальные уравнения движения идеального газа.
Сила Архимеда.
2. Потенциальный поток.
3. Несжимаемая жидкость.

4. Закон Бернулли.
5. Функция тока. Комплексный потенциал

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [1] на с. 66-73, [10] лекция 2

Вопрос 2 изложен в учебнике [1] (с. 73-76) , [10] лекция 2

Вопрос 3 изложен в учебнике [1] (с. 75-82) , [10] лекция 2

Вопрос 4 изложен в учебнике [1] на с. 73-82, [10] лекция 2

Вопрос 5 изложен в учебнике [1] на с. 82-88, [10] лекция 2

Контрольные вопросы:

1. Расчеты на прочность и жесткость при осевом растяжении — сжатии. Внутренние силы. Допускаемые напряжения.
2. Диаграмма растяжения. Механические характеристики материалов. Допускаемые напряжения.

Тема 4. Вязкая жидкость.

Основные вопросы темы:

1. Сила вязкого трения. Вязкие напряжения.
2. Уравнения Навье-Стокса. Коэффициенты динамической и кинематической вязкости.
3. Ламинарное и турбулентное течения.
4. Турбулентные напряжения Рейнольдса.
Течение при различных числах Рейнольдса.
5. Пограничный слой. Формула Прандтля для турбулентных напряжений.
6. Теория подобия.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [1] на с. 100-105, [10] лекция 3

Вопрос 2 изложен в учебнике [1] (с. 100-107) , [10] лекция 3

Вопрос 3 изложен в учебнике [1] (с. 24-31) , [10] лекция 3

Вопрос 4 изложен в учебнике [1] на с. 24-31, [10] лекция 3

Вопрос 5 изложен в учебнике [1] на с. 31-33, [10] лекция 3

Вопрос 6 изложен в учебнике [1] на с. 132-134, [10] лекция 3

Контрольные вопросы:

1. Сила вязкого трения. Вязкие напряжения
2. Уравнения Навье-Стокса. Коэффициенты динамической и кинематической вязкости.
3. Ламинарное и турбулентное течения.

4. Турбулентные напряжения Рейнольдса.
5. Течение при различных числах Рейнольдса.
6. Пограничный слой.
7. Формула Прандтля для турбулентных напряжений.
8. Смысл подобия.

Тема 5. Подъемная сила.

Основные вопросы темы:

1. Объяснение подъемной силы с помощью закона Бернулли. Роль пограничного слоя.
2. Вычисление аэродинамической силы, действующей на элементы поверхности самолета.
3. Измерение скорости самолета. Трубка Пито. Приборы для измерения угла атаки.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [3] на с. 10-16, [10] лекция 4

Вопрос 2 изложен в учебнике [1] на с. 31-33, [10] лекция 3, [10] лекция 4

Вопрос 3 изложен в [10] лекция 4

Контрольные вопросы:

1. Закон Бернулли. Объяснение подъемной силы с помощью закона Бернулли.
2. Общая формула для вычисления аэродинамической силы, действующей на элементы поверхности самолета.
3. Измерение скорости самолета.
4. Трубка Пито.
5. Приборы для измерения угла атаки.

Тема 6. Поляра.

Основные вопросы темы:

1. Зависимость аэродинамических коэффициентов от угла атаки. Поляра.
2. Критический угол атаки. Наивыгоднейший угол атаки. Угол атаки начала сваливания.
3. Симметричный и несимметричный профили.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [1] на с. 41-45, [10] лекция 5

Вопрос 2 изложен в учебнике [1] на с. 41-45, [10] лекция 3, [10] лекция 5

Вопрос 3 в учебнике [1] на с. 41-45, изложен в [10] лекция 5

Контрольные вопросы:

1. Поляра.
2. Критический угол атаки.

3. Наивыгоднейший угол атаки и аэродинамическое качество
4. Угол атаки начала сваливания.
5. Поляра для симметричного профиля
6. Поляра для несимметричного профиля

Тема 7. Индуктивное сопротивление.

Основные вопросы темы:

1. Вихревой жгут. Скоростной скос.
2. Реальный угол атаки при скоростном скосе.
3. Коэффициент индуктивного сопротивления.
4. Способы уменьшения индуктивного сопротивления.

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в [3] на стр. 30-33, [10] лекция 6

Вопрос 2 изложен в [3] на стр. 30-33, в [10] лекция 6

Вопрос 3 изложен в [3] на стр. 30-33, в [10] лекция 6

Контрольные вопросы:

1. Вихревой жгут. Скоростной скос.
2. Реальный угол атаки при скоростном скосе.
3. Коэффициент индуктивного сопротивления.
4. Способы уменьшения индуктивного сопротивления.

Тема 8. Устойчивость и управляемость самолета

Основные вопросы темы:

1. Продольная устойчивость самолета.
2. Центр и фокус давления.
3. Измерение центра масс самолета.
4. Условие продольной устойчивости самолета и относительное положение центра масс и фокуса давления.
5. Основные элементы управления самолетом. Оперение крыла.
Изменение аэрогидродинамических коэффициентов самолета при изменении положения элементов управления самолета

Рекомендации по изучению темы:

Вопрос 1 изложен в учебнике [1] на с. 43-47, [10] лекция 7-8

Вопрос 2 изложен в учебнике [1] на с. 47-54, [10] лекция 7-8

Вопрос 3 изложен в учебнике [1] на с. 47-54 изложен в [10] лекция 7-8

Вопрос 4 изложен в учебнике [1] на с. 47-54 изложен в [10] лекция 7-8

Вопрос 5 изложен в учебнике [3] на с. 47-54 изложен в [10] лекция 7-8

Контрольные вопросы:

1. Продольная устойчивость самолета.
2. Центр и фокус давления.
3. Измерение центра масс самолета.
4. Условие продольной устойчивости самолета
5. Основные элементы механизации крыла и их роль