


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета факультета математики,
информационных и авиационных технологий
от «18» мая 2021 г., протокол № 4/21

/ М.А. Волков
«18» мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Аэрогидродинамика и динамика полета
Факультет	Факультет математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Математическое моделирование технических систем
Курс	3

Направление (специальность) 24.03.04. Авиастроение
код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) «Автоматизированное управление
жизненным циклом продукции»
полное наименование

Форма
обучения очная
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » сентября 2021г.

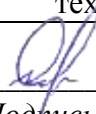
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Журавлев Виктор Михайлович	ММТС	Профессор

СОГЛАСОВАНО
Заведующий выпускающей кафедрой математического моделирования технических систем
 /Санников И.А./
Подпись ФИО «18» мая 2021 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: получение знаний и умений, необходимых для самостоятельного выполнения инженерных расчетов в области аэродинамики и динамики полета на основе известных математических моделей

Задачи освоения дисциплины:

- изучить основные сведения и представления о движении самолета в воздухе, о силах, действующих на самолет во время его полета;
- получить основные навыки проведения расчетов основных характеристик полета самолета, влияющих на динамику полета;
- получить основные представления об описании гидродинамических процессов, связанных с обтеканием крыльев и фюзеляжа самолета воздухом.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:


Дисциплина «Аэрогидродинамика и динамика полета» входит в вариативную часть ОПОП как обязательная дисциплина по направлению подготовки **24.03.04. Авиастроение**. Индекс (Б1.О.11)

Рабочая программа по курсу «Аэрогидродинамика и динамика полета» составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами ВО (уровень – подготовка кадров высшей квалификации) по соответствующему направлению ФГОС.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень формируемых компетенций в процессе освоения материала по дисциплине с указанием кода и наименования компетенций, соотнесенных с установленными разработчиком РПД индикаторами достижения каждой компетенции отдельно в соответствии с ФГОС ВО.

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-5	Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники;
ОПК-6	Способен использовать современные подходы и

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

	методы решения задач в области ракетно-космической техники с учетом аэродинамических и баллистических
--	---

3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ


4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего)

5


4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах)

По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица.


Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения _____ очная _____)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		1	2	6
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП		-	-	
Аудиторные занятия:	72			72
• лекции	18			18
• семинары и практические занятия	18			18
• лабораторные работы, практикумы	54			54
Самостоятельная работа	54			54
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)	36			36

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

угол скольжения. Скоростной напор. Аэродинамические силовые коэффициенты.							
2. Уравнения движения самолета в нормальной системе координат при произвольном тангаже и угле атаки. Потребная тяга и скорость горизонтального полета. Коэффициент аэродинамического качества. Полет с постоянным набором высоты. Планирование. Перегрузка. Разворот. Дальность полета	20	2	2	6	4	6	Вычислительная работа
Раздел 2. Основные законы и уравнения гидродинамики вязкого газа							
3. Основные характеристики потока газа. Дифференциальные уравнения движения идеального газа. Сила Архимеда. Потенциальный поток. Несжимаемая жидкость. Закон Бернулли. Функция тока. Комплексный потенциал.	20	2	2	6	4	6	Вычислительная работа
4. Вязкая жидкость. Сила вязкого трения. Вязкие напряжения. Уравнения Навье-Стокса. Коэффициенты динамической и кинематической вязкости. Ламинарное и турбулентное течения. Турбулентные напряжения Рейнольдса. Течение при различных числах	20	2	2	6	4	6	Вычислительная работа

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Рейнольдса. Пограничный слой. Формула Прандтля для турбулентных напряжений. Теория подобия.							
Раздел 3. Вычисление сил, действующих на самолет							
5. Подъемная сила. Объяснение подъемной силы с помощью закона Бернулли. Роль пограничного слоя. Вычисление аэродинамической силы, действующей на элементы поверхности самолета. Измерение скорости самолета. Трубка Пито. Приборы для измерения угла атаки.	20	2	2	6	4	6	Вычислительная работа
6. Зависимость аэродинамических коэффициентов от угла атаки. Критический угол атаки. Наивыгоднейший угол атаки. Угол атаки начала сваливания. Симметричный и несимметричный профили. Поляра.	20	2	2	6	4	6	Вычислительная работа
7. Индуктивное сопротивление. Вихревой жгут. Скоростной скос. Реальный угол атаки при скоростном скосе. Коэффициент индуктивного сопротивления. Способы уменьшения индуктивного сопротивления.	20	2	2	6	4	6	Вычислительная работа
Раздел 4. Устойчивость и управляемость самолета							
8. Продольная устойчивость самолета.	20	2	2	6	4	6	Вычислительная работа

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Центр и фокус давления. Измерение центра масс самолета. Условие продольной устойчивости самолета и относительное положение центра масс и фокуса давления.							льная работа
9. Управляемость самолета. Основные элементы управления самолетом. Оперение крыла. Изменение аэрогидродинамических коэффициентов самолета при изменении положения элементов управления самолета	20	2	2	6	4	6	Вычислительная работа
Итого	180	18	18	54	36	54	

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Основы динамики полета

Тема 1. Основные элементы описания динамики самолета

Системы координат, используемые для описания сил, действующих на самолет. Совокупность сил, действующих на самолет во время полета и их направление. 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.

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

Раздел 2. Основные законы и уравнения гидродинамики вязкого газа

Тема 3. Основные характеристики потока газа.

Дифференциальные уравнения движения идеального газа. Сила

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Архимеда. Потенциальный поток. Несжимаемая жидкость. Закон Бернулли. Функция тока. Комплексный потенциал.

Тема 4. Вязкая жидкость.

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

Раздел 3. Вычисление сил, действующих на самолет

Тема 5. Подъемная сила.

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

Тема 6. Поляра.

Зависимость аэродинамических коэффициентов от угла атаки. Критический угол атаки. Наивыгоднейший угол атаки. Угол атаки начала сваливания. Симметричный и несимметричный профили. Поляра. Зависимости для реальных самолетов

Тема 7. Индуктивное сопротивление.

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


Раздел 4. Устойчивость и управляемость самолета.

Тема 8. Устойчивость самолета.

Продольная устойчивость самолета. Центр и фокус давления. Измерение центра масс самолета. Условие продольной устойчивости самолета и относительное положение центра масс и фокуса давления.

Тема 9. Управляемость самолета.

Основные элементы управления самолетом. Оперение крыла. Изменение аэродинамических коэффициентов самолета при изменении положения элементов управления самолета

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

5. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема 1. Использование Maple для вычисления и анализа динамики полета

Системы координат, используемые для описания сил, действующих на самолет. Программная визуализация совокупности сил, действующих на самолет во время полета и их направление. Визуализация тангажа, крена, рысканья. Угол атаки и угол скольжения. Скоростной напор. Аэродинамические силовые коэффициенты.

Тема 2. Уравнения движения самолета.

Решение задач динамики полета с помощью программных средств. Уравнения движения самолета в нормальной системе координат при произвольном тангаже и угле атаки. Вычисление потребной тяги и скорости горизонтального полета. Вычисление коэффициента аэродинамического качества при заданной зависимости аэродинамических коэффициентов от угла атаки. Расчеты скорости полета и необходимой тяги при различных режимах полета. Вычисление дальности полета.

Раздел 2. Основные законы и уравнения гидродинамики вязкого газа


Тема 3. Основные характеристики потока газа.

Сила Архимеда. Вычисление подъемной силы воздушного шара. Потенциал и функция тока. Комплексный потенциал. Построение линий тока потенциального потока несжимаемой жидкости при обтекании предметов. Закон Бернулли. Вычисление распределения давления.

Раздел 3. Вычисление сил, действующих на самолет

Тема 4. Подъемная сила и поляра

Построение графиков аэродинамических коэффициентов как функций угла атаки. Отыскание критического и наивыгоднейшего углов атаки. Симметричный и несимметричный профили. Построение поляры и построение касательной к поляре. Построение графика коэффициента аэродинамического качества как функции угла атаки. Вычисление необходимой тяги и

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

скорости полета при заданном тангаже от угла атаки. Вычисление необходимой тяги и скорости полета при заданном угле атаки от угла тангажа.

Раздел 4. Устойчивость и управляемость самолета.

Тема 5. Устойчивость самолета.

Вычисление положения центра тяжести самолета. Вычисление положения центра давления и фокуса давления. Построение графиков скорости полета при изменении положения управляющих элементов самолета.

6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ

Раздел 1. Название раздела

Тема 1. Название темы. Цели и содержание лабораторной работы (практикума). Результаты лабораторной работы (практикума).

Каждая лабораторная работа (практикум) должна сопровождаться методическими указаниями (рекомендациями) по ее выполнению, включенными в данную РПД или оформленными в виде отдельного приложения к РПД.

При отсутствии в УП данного вида учебной работы под наименованием пункта должна следовать запись: «Данный вид работы не предусмотрен УП».

7. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Приводится тематика работ, раскрывается цель и задачи исследования, требования к их содержанию, объему оформлению.


При отсутствии в УП данного вида учебной работы под наименованием пункта должна следовать запись: «Данный вид работы не предусмотрен УП».

8. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

Приводится нумерованный список вопросов к экзамену (зачету).

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяются в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол №8/268 от 26.03.2019г.).


По каждой форме обучения: очная/заочная/очно-заочная заполняется отдельная таблица.

Форма обучения _____ очная _____

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Тема 1. Использование Maple для вычисления и анализа динамики полета Системы координат, используемые для описания сил, действующих на самолет. Программная визуализация совокупности сил, действующих на самолет во время полета и их направление. Визуализация тангажа, крена, рысканья. Угол атаки и угол скольжения. Скоростной напор. Аэродинамические силовые коэффициенты.	Проработка учебного материала, выполнение самостоятельного компьютерного моделирования		
Тема 2. Уравнения движения самолета. Решение задач динамики полета с помощью программных средств. Уравнения движения самолета в нормальной	Проработка учебного материала, выполнение самостоятельного компьютерного моделирования		

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

<p>системе координат при произвольном тангаже и угле атаки. Вычисление потребной тяги и скорости горизонтального полета. Вычисление коэффициент аэродинамического качества при заданной зависимости аэродинамических коэффициентов от угла атаки. Расчеты скорости полета и необходимой тяги при различных режимах полета. Вычисление дальности полета</p>			
<p>Тема 3. Основные характеристики потока газа. Сила Архимеда. Вычисление подъемной силы воздушного шара. Потенциал и функция тока. Комплексный потенциал. Построение линий тока потенциального потока несжимаемой жидкости при обтекании предметов. Закон Бернулли. Вычисление распределения давления.</p>	<p>Проработка учебного материала, выполнение самостоятельного компьютерного моделирования</p>		
<p>Тема 4. Подъемная сила и поляра Построение графиков аэродинамических коэффициентов как функций угла атаки. Отыскание критического и наивыгоднейшего углов атаки. Симметричный и несимметричный профили. Построение поляры и построение касательной к поляре. Построение графика</p>	<p>Проработка учебного материала, выполнение самостоятельного компьютерного моделирования</p>		

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		


коэффициента аэродинамического качества как функции угла атаки. Вычисление необходимой тяги и скорости полета при заданном тангаже от угла атаки. Вычисление необходимой тяги и скорости полета при заданном угле атаки от угла тангажа.			
Тема 5. Устойчивость самолета. Вычисление положения центра тяжести самолета. Вычисление положения центра давления и фокуса давления. Построение графиков скорости полета при изменении положения управляющих элементов самолета.	Проработка учебного материала, выполнение самостоятельного компьютерного моделирования		

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. **Краснов Н.Ф.** Аэродинамика: учебник для вузов/Краснов Николай Федорович.-М.:Высшая школа,1980.-496 с.
2. Аэродинамика в вопросах и задачах: учеб. пособие для вузов; под ред. Н. Ф. Краснова. - М.: Высшая школа, 1985.-759с.
3. **Тарг С. М.** Краткий курс теоретической механики: Учебник/Тарг Семен Михайлович.-М.:Высшая школа,1995.-416 с.
4. **Лойцянский Л. Г.** Курс теоретической механики: Учеб. пособие для вузов/Лойцянский Лев Герасимович, Лурье А.И..-М.:Наука,1983.-640с.
5. **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.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

а) МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:

Аудитории для проведения лекций, семинарских занятий, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций (*выбрать необходимое*).

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

11. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ


В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации;

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Разработчик



профессор Журавлев В.М

подпись

должность

ФИО