

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б.1.Б.15 Аэродинамика»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

24.03.04 Авиастроение

(код и наименование направления подготовки)

Самолето- и вертолетостроение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов

*наименование кафедры*

протокол № 7 от "08" февраля 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра летательных аппаратов

*наименование кафедры*



*подпись*

А.Д. Припадчев

*расшифровка подписи*

Исполнители:

Доцент каф. ЛА

*должность*



*подпись*

С.В. Белов

*расшифровка подписи*

*должность*

*подпись*

*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.03.04 Авиационное

*код наименования*



*личная подпись*

А.Д. Припадчев

*расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

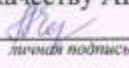


*личная подпись*

Н.Н. Грицай

*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству АКИ



*личная подпись*

А.М. Черноусова

*расшифровка подписи*

№ регистрации 58974

© Белов С.В., 2018

© ОГУ, 2018

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

- получение знаний об общих законах движения воздуха и особенностях его течения при обтекании ЛА и его частей, о силах и моментах, действующих на ЛА и его части;
- иметь представление о системном подходе в восприятии дисциплины, о значении аэродинамики при проектировании, наземных и летных испытаниях ЛА

**Задачи:**

- изучить законы движения воздуха (газа) при малых, умеренных и сверхзвуковых скоростях;
- изучить методы определения воздействия воздушного потока на летательный аппарат (определение сил и моментов).

**Уметь применять:**

- методы расчета аэродинамических сил и моментов;
- методы определения влияния аэродинамической несимметрии и производственных отклонений на аэродинамические характеристики летательного аппарата.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.8 Проектирование самолетов и вертолетов, Б.1.В.ДВ.1.1 Динамика полета, Б.1.В.ДВ.1.2 Применение электронно-вычислительных машин в аэродинамике*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b></p> <p>- модели данных; функции систем управления аэродинамическими базами данных; классификацию данных, систем управления аэродинамическими базами данных; методику построения инфологической модели; принципы определения состава баз данных; способы защиты информации; аэродинамические базы данных для информационных систем различного назначения с учетом общих законов движения воздуха и особенностях его течения при обтекании ЛА и его частей.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- выбирать, обосновывая свой выбор, систему управления аэродинамическими базами данных; методы расчета аэродинамических сил и моментов.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- методами по определению влияния аэродинамической несимметрии и производственных отклонений на аэродинамические характеристики ЛА.</p>	ОПК-10 способностью владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов исследований

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов
------------	-----------------------------------

	4 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>68,5</b>	<b>68,5</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю)	<b>111,5</b> +	<b>111,5</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Законы движения воздуха. Общие сведения об аэродинамике ЛА	44	8	4	4	28
2	Аэродинамика крыла при малой дозвуковой скорости. Аэродинамика крыла при околосзвуковой скорости	44	8	4	4	28
3	Профиль и крыло конечного размаха в сверхзвуковом потоке. Основы аэродинамики тел вращения	44	8	4	4	28
4	Аэродинамические характеристики ЛА при дозвуковых скоростях полета. Аэродинамические характеристики ЛА при сверхзвуковых скоростях полета	48	10	4	4	30
	Итого:	180	34	16	16	114
	Всего:	180	34	16	16	114

#### 4.2 Содержание разделов дисциплины

##### № 1 Законы движения воздуха. Общие сведения об аэродинамике ЛА

Характеристики воздуха, воздушного потока. Кинематика воздуха. Уравнения движения воздуха. Изэнтропические течения. Скачки уплотнения. Пограничный слой. Общие сведения о методах определения взаимодействия тел с потоком воздуха. ЛА и его основные части. Системы координат. Аэродинамические силы и моменты. Коэффициенты аэродинамических сил и моментов. Зависимость коэффициента подъемной силы от угла атаки и коэффициента поперечной силы от угла скольжения. Зависимость коэффициента момента тангажа от угла атаки и коэффициента подъемной силы. Фокус ЛА. Центр давления, поляры. Аэродинамическое качество. Понятие устойчивости и управляемости.

##### № 2 Аэродинамика крыла при малой дозвуковой скорости. Аэродинамика крыла при околосзвуковой скорости

Геометрические характеристики. Аэродинамические характеристики профиля иссечения крыла. Силы и моменты, действующие на крыло. Картина обтекания крыла при малом угле атаки. Теорема Жуковского. Аэродинамические характеристики профиля. Коэффициент подъемной силы крыла конечного размаха. Обтекание профиля околосзвуковым потоком. Критическое число Маха. Расчет аэродинамических характеристик крыла по линейной теории при большой дозвуковой скорости. Обтекание

профиля закритическим дозвуковым потоком. Волновое сопротивление. Аэродинамические характеристики стреловидного крыла.

### **№ 3 Профиль и крыло конечного размаха в сверхзвуковом потоке. Основы аэродинамики тел вращения**

Плоская пластина в сверхзвуковом потоке. Обтекание тонкого профиля сверхзвуковым потоком. Метод скачков-разряжений. Особенности обтекания крыла конечного размаха сверхзвуковым потоком. Аэродинамические характеристики крыла бесконечного размаха со скольжением при сверхзвуковых передних кромках. Осесимметричное обтекание круговых конусов. Обтекание конуса сверхзвуковым потоком под углом атаки. Определение нормальной силы и момента тангажа тонких тел вращения. Нормальная сила корпуса ЛА. Сопротивление корпуса ЛА.

### **№ 4 Аэродинамические характеристики ЛА при дозвуковых скоростях полета. Аэродинамические характеристики ЛА при сверхзвуковых скоростях полета**

Аэродинамическая интерференция. Интерференция между крылом и корпусом. Коэффициенты интерференции. Коэффициент нормальной силы и координата фокуса комбинации «корпус-крыло». Правило площадей. Аэродинамическая интерференция. Интерференция между крылом и корпусом. Коэффициенты интерференции. Коэффициент нормальной силы и координата фокуса комбинации «корпус-крыло». Правило площадей. Аэродинамическая интерференция. Интерференция между крылом и корпусом. Коэффициенты интерференции. Коэффициент нормальной силы и координата фокуса комбинации «корпус-крыло». Правило площадей. Аэродинамическая интерференция. Интерференция между крылом и корпусом. Коэффициенты интерференции. Коэффициент нормальной силы и координата фокуса комбинации «корпус-крыло». Правило площадей.

#### **4.3 Лабораторные работы**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Аэродинамические характеристики профиля крыла	4
2	2	Геометрические характеристики крыла в плане	4
3	3	Расчет аэродинамических характеристик профиля и крыла	4
4	4	Аэродинамические характеристики оперения и рулей	4
		Итого:	16

#### **4.4 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Основные уравнения аэродинамики. Аэродинамическое подобие Основные теоретические сведения	4
2	2	Течение газов с большими скоростями	4
3	3	Пограничный слой	4
4	4	Геометрические характеристики профиля крыла	4
		Итого:	16

#### **4.5 Курсовая работа (4 семестр)**

1. Расчет газодинамических параметров воздушного потока.
2. Расчет аэродинамических характеристик ЛА.
3. Аэродинамические характеристики самолёта на режимах взлёта и посадки

### **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

#### **5.1 Основная литература**

1 Белов, С.В. Аэродинамика и динамика полета [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 24.03.04

Авиастроение / С.В. Белов, А.В. Гордиенко, В.Д. Проскурин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.58 Мб). - Оренбург: ОГУ, 2014. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1200-0.

2. Горбунов, А.А. Методы практической аэродинамики при автоматизированном проектировании системы несущих поверхностей летательного аппарата: учебное пособие / А.А. Горбунов, А.Д. Припадчев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург: ОГУ, 2015. - 146 с.: ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 135-137. - ISBN 978-5-7410-1479-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467343>

## 5.2 Дополнительная литература

1 Нестационарная аэродинамика баллистического полета [Электронный ресурс]: / Ю. М. Липницкий [и др.]. - :Физматлит, 2003. - 87 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69131>.

2 Лойцянский Л.Г. Аэродинамика пограничного слоя [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.Г. Лойцянский. - Ленинград — Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1941. - 412 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105600>.

3 Аэродинамика [Текст]: учебник для студентов авиационных специальностей высших учебных заведений: репринтное издание / А.М. Мхитарян.- 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Эколит, 2012. - 447 с.: ил. - Библиогр.: с. 432-435. - Предм. указ.: с. 435-440. - ISBN 978-5-4365-0050-8.

4 Горшенин, Д.С. Методы и задачи практической аэродинамики / Д.С. Горшенин, А.К. Мартынов; ред. Н.В. Корженевская; худож. Е.В. Бекетон. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1977. - 234 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450013>.

5 Горбунов А.А., Припадчев А.Д. Электронный курс лекций в презентациях "Аэродинамика управляющих поверхностей". Регистрационный номер 1467, УФЭР ОГУ, 2017.

6 Припадчев, А.Д. Аэродинамические исследования корпусов и органов стабилизации летательного аппарата : учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2017.

7 Горбунов, А.А. Аэродинамика управляющих поверхностей летательного аппарата: учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2017.

8 Горбунов, А.А. Динамика взлета и посадки летательного аппарата: учебное пособие / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, 2017.

## 5.3 Периодические издания

1. Аэрокосмическое обозрение : журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2007. – № 1 – 6 [1 Каф. ЛА АКИ], 2009. – № 1 – 6 [1 Каф. ЛА АКИ], 2010. – № 1, 2, 4 – 6 [1 Каф. ЛА АКИ], 2012. – № 4 – 5 [1 Каф. ЛА АКИ], 2013. – № 1 – 6 [1 чз пи]

2. Полет: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2009. – № 1 – 12 [1 Каф. ЛА АКИ], 2010. – № 1-4 – 11 [1 Каф. ЛА АКИ], 2012. – № 7 – 11 [1 Каф. ЛА АКИ], 2014. – № 1 – 11 [1 чз пи], 2015. – № 1 – 6 [1 чз пи].

## 5.4 Интернет-ресурсы

1. [www.rekord-eng.com](http://www.rekord-eng.com) – сайт ООО «Рекорд-инжиниринг». Разработка систем автоматизации технологических процессов производства.

2. [www.sapr.ru](http://www.sapr.ru) – Web – сервер журнала САПР и графика

3. [www.книат.рф/](http://www.книат.рф/) - сайт Открытого Акционерного Общества «Технопарк промышленных технологий «Инновационно-технологический центр «КНИАТ» (ОАО «КНИАТ») (ранее Казанский НИИ авиационной технологии)

4. [www.niat.ru/](http://www.niat.ru/) сайт ОАО «НИАТ» (Национальный институт авиационных технологий).

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

1. Интегрированная система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования РТС, для решения математических и научных задач MathCAD 14
2. Операционная система Microsoft Windows.
3. САПР Autodesk Inventor – используется для разработки чертежей и схем научно-исследовательского оборудования, образцов, приспособлений и т.п.
4. CoDeSys — инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации.
5. Open Office/Libre Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ:

Учебные аудитории: компьютерный класс; лекционная аудитория.