

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б.1.В.ОД.12 Физическое моделирование»*

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 " 8 " февраля 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра летательных аппаратов

*наименование кафедры*

*подпись*

А.Д. Припадчев

*расшифровка подписи*

Исполнители:

доцент каф. ЛА

*должность*

*подпись*

А.А. Горбунов

*расшифровка подписи*

*должность*

*подпись*

*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.03.04 Авиационное

*код наименование*

*личная подпись*

А.Д. Припадчев

*расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплексов научной библиотеки

*личная подпись*

Н.Н. Грицай

*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству от АКИ

*личная подпись*

А.М. Черноусова

*расшифровка подписи*

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Горбунов А.А., 2018

© ОГУ, 2018

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

- раскрыть основополагающие современные научные концепции, понятия и идеи исследования при постановке и проведении физического эксперимента в аэродинамической трубе.

**Задачи:**

- иметь представление о качественных визуальных процессах обтекания и количественном определении действующих на модель сил и моментов;

- проводить измерение распределений по поверхности модели и нахождения величин локальных скоростей и углов притекания потока в процессе решения прикладных задач экспериментальной аэродинамики.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.12 Информатика, Б.1.Б.20 Введение в специальность, Б.1.В.ОД.5 Дефекты и повреждения деталей и конструкций самолетов и вертолетов, Б.1.В.ОД.10 Технология самолетостроения*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.11 Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, Б.1.В.ОД.13 Имитационное моделирование, Б.1.В.ОД.14 Проектирование авиационных конструкций*

## 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> <ul style="list-style-type: none"><li>- методы исследования профилей скоростей в пограничном слое крыла;</li><li>- основные аэродинамические коэффициенты летательного аппарата;</li><li>- методы определения лобового сопротивления.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- участвовать в дискуссиях по изучаемым проблемам;</li><li>- представлять результаты изученного материала.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- методами проведения научных исследований.</li></ul>	ПК-4 способностью создавать и сопровождать документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- вид и характер профессиональной деятельности.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- работать над междисциплинарными проектами.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- способностью изменять вид и характер профессиональной деятельности.</li></ul>	ПК-9 способностью к изменению вида и характера профессиональной деятельности, работе над междисциплинарными проектами
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- методы измерений технических объектов.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- контролировать соблюдение технологических размеров для передачи на электронные носители.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- методами контроля технологического оборудования.</li></ul>	ПК-11 способностью участвовать во внедрении результатов исследований и разработок

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>34,25</b>	<b>34,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> <i>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);</i> <i>- подготовка к лабораторным занятиям;</i> <i>- подготовка к рубежному контролю.</i>	<b>73,75</b>	<b>73,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие положения и допущения	8	2		2	8
2	Визуальные методы исследования	18	2		2	10
3	Исследование профиля скоростей в пограничном слое крыла при дозвуковых скоростях	12	2		2	8
4	Определение коэффициента давления на тонком профиле крыл	12	2		2	8
5	Определение лобового сопротивления шара и начальной турбулентности потока аэродинамической трубы	12	2		2	8
6	Определение основных аэродинамических коэффициентов модели летательного аппарата и изолированного крыла	18	2		2	10
7	Определение аэродинамических характеристик модели летательного аппарата в потоке. Нахождение профильного сопротивления крыла методом импульсов	12	2		2	8
8	Определение лобового сопротивления тел вращения	12	2		2	8
	Итого:	108	18		16	74
	Всего:	108	18		16	74

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### 1 Общие положения и допущения

1.1 Требования к постановке экспериментов в аэродинамических трубах.

1.2 Определение основных параметров (давления, температуры, плотности).

1.3 Определение скорости потока приемником воздушного давления.

1.4 Определение скорости потока методом перепада давлений.

1.5 Градуировка микроманометра.

1.6 Градуировка приемника воздушного давления.

## **2 Визуальные методы исследования**

2.1 Получение спектров обтекания исследуемых моделей в потоке воздуха.

2.2 Получения спектров обтекания крыла и других моделей в аэродинамической трубе с применением дыма.

2.3 Обтекание моделей элементов летательных аппаратов потоком с помощью газогидравлической аналогии.

2.4 Визуализация других физических явлений.

## **3 Исследование профиля скоростей в пограничном слое крыла при дозвуковых скоростях**

3.1 Определение толщины пограничного слоя на модели крыла.

3.2 Исследование распределения давления по поверхности обтекаемого тела в дозвуковом потоке.

## **4 Определение коэффициента давления на тонком профиле крыла**

4.1 Построение эпюр распределения коэффициента давления на тонком профиле крыла при сверхзвуковом обтекании.

4.2 Исследование донного давления на телах вращения.

4.3 Определение донного давления при дозвуковых скоростях.

4.4 Определение донного давления при сверхзвуковых скоростях.

## **5 Определение лобового сопротивления шара и начальной турбулентности потока аэродинамической трубы. Определение основных аэродинамических коэффициентов модели летательного аппарата и изолированного крыла**

5.1 Определение начальной степени турбулентности.

5.2 Зависимость сопротивления шара от расчетного числа  $Re$ .

5.3 Определение коэффициентов полученных с трехкомпонентных аэродинамических весов. Определение поляр первого рода.

5.4 Определение углов атаки.

5.5 Определение скоса и косизны потока.

## **6 Определение аэродинамических характеристик модели летательного аппарата в потоке. Нахождение профильного сопротивления крыла методом импульсов**

6.1 Способы получения основных аэродинамических характеристик летательного аппарата.

6.2 Определение волнового сопротивления.

6.3 Факторы влияющие на величину минимального лобового сопротивления.

6.4 Профильное сопротивление тел.

6.5 Допущения в методе определения профильного сопротивления.

## **7 Определение лобового сопротивления тел вращения**

7.1 Определение лобового сопротивления фюзеляжа на дозвуковых скоростях.

7.2 Определение момента тангажа модели летательного аппарата.

7.3 Статическая и продольная устойчивость летательного аппарата.

7.4 Балансировочный угол атаки.

7.5 Испытание горизонтального оперения для определения шарнирного момента руля высоты.

## **8 Определение коэффициентов демпфирующих моментов**

8.1 Определение демпфирующих коэффициентов при заданных значениях.

8.2 Определение коэффициента затухания.

### **4.3 Лабораторные работы**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Определение скорости потока приемником воздушного давления	2
2	2	Получения спектров обтекания крыла и других моделей в аэродинамической трубе с применением дым	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
3	3	Исследование распределения давления по поверхности обтекаемого тела в дозвуковом потоке	2
4	4	Определение донного давления при дозвуковых скоростях	2
5	5	Определение коэффициентов полученных с трехкомпонентных аэродинамических весов	2
6	6	Определение волнового сопротивления	2
7	7	Определение момента тангажа модели летательного аппарата	2
8	8	Определение характеристик воздушного винта в набегающем потоке	2
		Итого:	16

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Ханефт, А.В. Основы механики сплошных сред в примерах и задача : учебное пособие / А.В. Ханефт. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2010. - Ч. 1. Гидродинамика. - 98 с. - ISBN 978-5-8353-1058-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232317> (15.03.2016).

2. Горбунов, А. А. Методы практической аэродинамики при автоматизированном проектировании системы несущих поверхностей летательного аппарата [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. - Оренбург : ОГУ, 2015.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Елизаров, А.М. Задачи оптимизации формы в аэрогидродинамике / А.М. Елизаров, А.Р. Касимов, Д.В. Маклаков. - М. : Физматлит, 2008. - 479 с. - ISBN 978-5-9221-0999-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68135> (15.03.2016).

2. Методы и средства моделирования физических процессов [Текст] : сб. науч. тр / Акад. наук Укр. ССР, Ин-т математики. - Киев : [Б. и.], 1979. - 157 с. : ил.

3. Поршнев, С. В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / С. В. Поршнев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2003. - 592 с. : ил. - ISBN 5-93517-128-7.

4. Николаев, Л. Ф. Аэродинамика и динамика полета транспортных самолетов [Текст] : учеб. для вузов / Л. Ф. Николаев. - М. : Транспорт, 1990. - 392 с.

### 5.3 Периодические издания

1. Аэрокосмическое обозрение : журнал. - М. : Агенство «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 ни]

2. Полет: журнал. - М. : Агенство «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 ни],

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.tsagi.ru/> - Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского.

2. <http://www.nafems.org/about/> - CFD Analysis - Guidance for Good.
3. <https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)».

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

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Open Office/Libre Office - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. Открытая интегральная платформа для численного моделирования SALOME. Условия распространения GNU LGPL. Разработчик OPEN CASCADE SAS. Режим доступа : [http // www.salome-platform.org/downloads/current-version](http://www.salome-platform.org/downloads/current-version).

### **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 оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Учебные аудитории:

Учебные аудитории:

- компьютерный класс;
- лекционная аудитория;
- лаборатория аэродинамики.