

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.16 Аэродинамика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

(код и наименование направления подготовки)

Ракетостроение

(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

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

код наименование

личная подпись

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 58998

© Белов С.В., 2018
© ОГУ, 2018

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.11 Физика*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.1 Строительная механика, Б.1.В.ОД.5 Основы устройства летательных аппаратов, Б.1.В.ОД.7 Основы проектирования и конструирования летательных аппаратов, Б.1.В.ОД.9 Технология ракетостроения, Б.1.В.ОД.15 Основы теории полета летательных аппаратов, Б.1.В.ДВ.9.1 Программное обеспечение, Б.1.В.ДВ.9.2 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
<u>Знать:</u> - основные технические характеристики и возможности производственного оборудования. <u>Уметь:</u> - анализировать отклонения от проектной конструкторской и рабочей конструкторской документации, технических требований. <u>Владеть:</u> - разработкой документов по обеспечению качества, надежности и безопасности объектов профессиональной деятельности на всех этапах жизненного цикла космических аппаратов и космических систем	ОПК-3 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	108	252
Контактная работа:	52,5	50,25	102,75
Лекции (Л)	34	34	68

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Консультации	1		1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1		1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,25	0,75
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю	91,5 +	57,75	149,25
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Законы движения воздуха	34	8	4	-	22
2	Общие сведения об аэродинамике ЛА	36	8	4	-	24
3	Аэродинамика крыла при малой дозвуковой скорости	36	8	4	-	24
4	Аэродинамика крыла при околозвуковой скорости	38	10	4	-	24
	Итого:	144	34	16		94

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Профиль и крыло конечного размаха в сверхзвуковом потоке	26	8	4	-	14
2	Основы аэродинамики тел вращения	26	8	4	-	14
3	Аэродинамические характеристики ЛА при дозвуковых скоростях полета	26	8	4	-	14
4	Аэродинамические характеристики ЛА при сверхзвуковых скоростях полета	30	10	4	-	16
	Итого:	108	34	16		58
	Всего:	252	68	32		152

4.2 Содержание разделов дисциплины

4 семестр

№ 1 Законы движения воздуха

Характеристики воздуха, воздушного потока. Кинематика воздуха. Уравнения движения воздуха. Изобарические течения. Скачки уплотнения. Пограничный слой. Общие сведения о методах определения взаимодействия тел с потоком воздуха.

№ 2 Общие сведения об аэродинамике ЛА

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.

№ 3 Аэродинамика крыла при малой дозвуковой 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.

№ 4 Аэродинамика крыла при околосзвуковой скорости

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.

5 семестр

№ 1 Профиль и крыло конечного размаха в сверхзвуковом потоке

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.

№ 2 Основы аэродинамики тел вращения

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.

№ 3 Аэродинамические характеристики ЛА при дозвуковых 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.

№ 4 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.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
4 семестр			
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
5 семестр			
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

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		Итого:	32

4.4 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 Авиационное строительство / 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>

3 Белов, С.В. Гиперзвуковая аэродинамика: учебное пособие / С. В. Белов, Я.В. Кондров, Е.В. Осипов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 133 с.

4 Горбунов, А.А. Аэродинамика управляющих поверхностей летательного аппарата [Текст]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 24.04.04 Авиационное строительство и 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". - Оренбург : ОГУ, 2018. - 96 с. : ил.; 2,93 печ. л. - (Новые кадры для оборонно-промышленного комплекса). - Библиогр.: с. 96-97. - ISBN 978-5-7410-1916-0. Содержание

5 Горбунов, А.А. Аэродинамика управляющих поверхностей летательного аппарата [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 24.04.04 Авиационное строительство и 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". - Оренбург: ОГУ. - 2017. - 96 с- Загл. с тит. Экрана

6 Горбунов, А. А. Динамика взлета и посадки летательного аппарата [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 24.03.04 Авиационное строительство / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2017. - 101 с- Загл. с тит. экрана.

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. Методы практической аэродинамики при автоматизированном проектировании системы несущих поверхностей летательного аппарата [Текст]: 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". - Оренбург: ОГУ, 2018. - 145 с.: ил.; 3,85 печ. л. - (Новые кадры для оборонно-промышленного комплекса). - Библиогр.: с. 135-137. - Прил.: с. 138-145. - ISBN 978-5-7410-1941-2. Содержание

5.3 Периодические издания

1. Аэрокосмическое обозрение : журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2007, 2009, 2010, 2012, 2013.
2. Полет: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2009, 2010, 2012, 2014. – № 1 – 11 [1 чз пи], 2015.

5.4 Интернет-ресурсы

1. www.rekord-eng.com – сайт ООО «Рекорд-инжиниринг». Разработка систем автоматизации технологических процессов производства.
2. www.sapr.ru – Web – сервер журнала САПР и графика
3. 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/ сайт ОАО «НИАТ» (Национальный институт авиационных технологий).

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

1. Система MathCad – используется для выполнения расчетов при планировании экспериментов и математического моделирования исследуемых объектов.
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. Горбунов, А.А. Аналитические методы расчета аэродинамических характеристик и коэффициентов летательного аппарата [Электронный ресурс]: электронный курс лекций / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев, Я. В. Кондров; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ. - 2018. - 4 с- Загл. с тит. экрана.
7. Припадчев, А.Д. Балансировка летательного аппарата в антисимметричной постановке [Электронный ресурс]: электронный курс лекций / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов, Я.В. Кондров; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ. - 2018. - 4 с- Загл. с тит. экрана.
8. Горбунов, А.А. Аэродинамика управляющих поверхностей [Электронный ресурс]: электронный курс лекций / А.А. Горбунов, А.Д. Припадчев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ. - 2017. - 4 с- Загл. с тит. экрана.

9. Программа отображения курса лекций по конструкции скоростных ЛА и особенностям их прочностных расчетов [Электронный ресурс]: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ / Быкова И. С., Припадчев А. Д., Горбунов А. А.; правообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т".- № 2018612192заявл. 07.03.2018зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 23.04.2018. - 2018. - 1 с.

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.