

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра летательных аппаратов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.4 Гиперзвуковая аэродинамика»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

(код и наименование направления подготовки)

Проектирование и производство летательных аппаратов

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.4 Гиперзвуковая аэродинамика» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

протокол № 8 от "12" марта 2026 г.

И. о. заведующего кафедрой

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

подпись

А.И. Сергеев

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЛА

должность

подпись

С.В. Белов

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

личная подпись

А.А. Горбунов

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

С.А. Биктимирова

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Белов С.В., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

- приобретение теоретических и практических навыков по изучению гиперзвуковых течений газа, необходимых для конструирования и проектирования ЛА, летающих со скоростями во много превосходящими скорость звука

Задачи:

- изучить физико-химические процессы в газе, сопутствующие движению тел в атмосфере Земли с гиперзвуковыми скоростями;
- изучить общие газодинамические вопросы теории равновесных или неравновесных течений газа;
- исследование определенных предельных режимов течения, провести асимптотический анализ.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)». Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.1 Проектирование крылатых ракет, Б1.Д.В.3 Автоматизированные системы технологической подготовки производства*. Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.2 Конструирование отсеков и агрегатов*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-4 Способен проводить научные исследования по отдельным разделам (заданиям) научной работы в качестве ответственного исполнителя или совместно с научным руководителем	ПК*-4-В-1 Знать нормативные документы по проведению научных исследований в качестве ответственного исполнителя или совместно с научным руководителем ПК*-4-В-2 Уметь грамотно составлять отчеты по научным исследованиям ПК*-4-В-3 Владеть навыками работы с библиографическими базами данных, реферативными и электронными ресурсами	Знать: - нормативные документы по проведению научных исследований Уметь: - составлять отчеты по научным исследованиям Владеть: - навыками работы с библиографическими базами данных, реферативными и электронными ресурсами

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	2 семестр	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108	216
Контактная работа:	31,25	35,25	66,5
Лекции (Л)	16	18	34
Лабораторные работы (ЛР)	14	16	30
Консультации	1	1	2
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	76,75	72,75	149,5

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	2 семестр	3 семестр	всего
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы теории гиперзвуковых течений реального газа	52	8	-	6	38
2	Течение газа с большой плотностью за ударной волной	56	8	-	8	40
	Итого:	108	16	-	14	78

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Гиперзвуковое обтекание тонких тел	52	8	-	8	36
2	Обтекание тонких тел с притупленными носком или кромками	56	10	-	8	38
	Итого:	108	18	-	16	74
	Всего:	216	34	-	30	152

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Основы теории гиперзвуковых течений реального газа

Физические свойства несовершенных газов. Ударные волны и закон релаксации. Характеристические свойства уравнений неравновесного течения газа. Общий закон подобия гиперзвукового обтекания тел невязким газом

№ 2 Течение газа с большой плотностью за ударной волной

Общая Ньютоновская теория. Структура ударного слоя на острых и тупых телах. Некоторые пространственные течения с тонким ударным слоем

№ 3 Гиперзвуковое обтекание тонких тел

Тонкие заостренные тела. Общая теория. Некоторые пространственные течения около тонких. Автомодельные решения одномерной нестационарной газовой динамики

№ 4 Обтекание тонких тел с притупленными носком или кромками

Плоские и осесимметричные тонкие притупленные тела. Пространственные течения около притупленных тел

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1 (3)	1 (3)	Нестационарное обтекание тел. Закон подобия, использующий эффективный показатель адиабаты	14
2 (4)	2 (4)	Обтекание тонких тел под большими углами атаки. Притупленные конуса и клинья. Сравнение гиперзвуковой теории с точными результатами	16
		Итого:	30

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Белов, С. В. Гиперзвуковая аэродинамика: учебное пособие / С. В. Белов, Я. В. Кондров, Е. В. Осипов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 133 с.
2. 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. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/7832_20150416.pdf - ISBN 978-5-7410-1200-0.
3. 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, 2018. - 146 с.: ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 135-137. - ISBN 978-5-7410-1479-0

5.2 Дополнительная литература

- 1 Горбунов, А. А. Аэромеханика летательных аппаратов [Электронный ресурс]: монография / А. А. Горбунов, А. Д. Припадчев, А. Г. Магдин; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.62 Мб). - Оренбург: ОГУ, 2022. - 119 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 8.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/work_all/164776_20220331 - ISBN 978-5-7410-2853-7
- 2 Припадчев, А. Д. Аэродинамические исследования корпусов и органов стабилизации летательных аппаратов [Текст]: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 24.04.04 Авиационное строительство и 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика / А. Д. Припадчев, А. А. Горбунов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ, 2018. - 94 с.: ил.; 2,68 печ. л. - (Новые кадры для оборонно-промышленного комплекса). - Библиогр.: с. 94. - ISBN 978-5-7410-1920-7..
- 4 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". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 5.68 Мб). - Оренбург: ОГУ, 2017. - 96 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/32980_20170125.
- 5 Горбунов, А. А. Динамика взлета и посадки летательного аппарата [Текст]: 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, 2018. - 101 с.: ил.; 3,22 печ. л. - (Новые кадры для оборонно-промышленного комплекса). - Библиогр.: с. 101. - ISBN 978-5-7410-1922-1.

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 – 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

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис Образование»
3. Для работы с ресурсами Интернет - веб-браузер Яндекс <https://yandex.ru/>..
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2026]. – Режим доступа в сети ОГУ <http://garant.net.osu.ru>
5. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.

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

Для проведения лабораторных занятий используются лаборатории кафедры ЛА – компьютерный класс.

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