Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.4 Гиперзвуковая аэродинамика»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
24.04.04 Авиастроение
(код и наименование направления подготовки)

Комплексные автоматизированные производства в авиастроении
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора 2024

2142540

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

Кафедра летательных аппаратов
наименование кафедры

протокол № 7 от "02" февраля 2023 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра летательных аппаратов — А.Д. Припадчев
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент каф. ЛА — С.В. Белов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
24.04.04 Авиастроение — А.Д. Припадчев
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы — А.Д. Припадчев
личная подпись *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
Н.Н. Бигалиева /Е.А. Бектимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству АКИ
А.М. Черноусова
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Белов С.В., 2024
© ОГУ, 2024

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.6 Математическое моделирование и экономический анализ воздушных судов*. Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.5 Автоматизация проектирования*

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*-3 Готов разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты авиационных изделий с использованием информационных технологий и систем автоматизированного проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий	ПК*-3-В-1 Знать устройство летательных аппаратов, конструирование и проектирование летательных аппаратов: основные этапы проектирования летательных аппаратов и перечень работ, выполняемых на каждом из этапов, основы технологии авиационного производства ПК*-3-В-2 Уметь применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов и методики расчета на прочность, надежность элементов летательного аппарата, применять рекомендуемые справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам, стандартизованным изделиям, смазкам, топливам, рабочим жидкостям, систему предельных отклонений размеров и форм ПК*-3-В-3 Владеть разработкой проектно-конструкторской документации по формированию облика летательного аппарата, исходных данных для проектирования летательного аппарата, материалов по обеспечению стойкости летательного аппарата к внешним воздействиям, материалов по обеспечению живучести летательного аппарата, согласовывать тактико-техническое задание и техническое задания на разработку летательного аппарата	**Знать:** - устройство ЛА, этапы конструирование и проектирование ЛА **Уметь:** - применять методический аппарат по проектированию и конструированию ЛА **Владеть:** - методами расчета по проектированию и конструированию ЛА
ПК*-6 Способен организовать работу по совершенствованию разрабатываемых изделий, систем и их элементов, а также по унификации выпускаемой продукции и их соответствию международным стандартам	ПК*-6-В-1 Знать устройство летательных аппаратов, конструирование и проектирование, и пути их совершенствования ПК*-6-В-2 Уметь применять методический аппарат по проектированию летательных аппаратов с учетом унификации выпускаемой продукции и их соответствию международным стандартам ПК*-6-В-3 Владеть организационной конъектурой по совершенствованию разрабатываемых изделий, систем и их элементов	**Знать:** - устройство ЛА и направление совершенствования **Уметь:** - применять методический аппарат по проектированию и конструированию ЛА **Владеть:** - методами расчета по проектированию и конструированию ЛА с учетом унификации

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**35,25**	**35,25**
Лекции (Л)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
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.)*	**108,75**	**108,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы теории гиперзвуковых течений реального газа	34	4	-	4	26
2	Течение газа с большой плотностью за ударной волной	34	4	-	4	26
3	Гиперзвуковое обтекание тонких тел	34	4	-	4	26
4	Обтекание тонких тел с притупленными носком или кромками	42	6	-	4	32
	Итого:	144	18	-	16	110
	Всего:	144	18	-	16	110

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Основы теории гиперзвуковых течений реального газа
1.1 Физические свойства несовершенных газов
1.2 Ударные волны и закон релаксации
1.3 Характеристические свойства уравнений неравновесного течения газа
1.4 Общий закон подобия гиперзвукового обтекания тел невязким газом
№ 2 Течение газа с большой плотностью за ударной волной
2.1 Общая Ньютонианская теория
2.2 Структура ударного слоя на острых и тупых телах
2.3 Некоторые пространственные течения с тонким ударным слоем
№ 3 Гиперзвуковое обтекание тонких тел
3.1 Тонкие заостренные тела. Общая теория
3.2 Некоторые пространственные течения около тонких
3.3 Автомодельные решения одномерной нестационарной газовой динамики
№ 4 Обтекание тонких тел с притупленными носком или кромками
4.1 Плоские и осесимметричные тонкие притуплённые тела
4.2 Пространственные течения около притуплённых тел

4.3 Лабораторные работы

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

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 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. 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; То же [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/9471_20160112.pdf - 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 об-разования по направлениям подготовки 24.04.04 Авиастроение 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 Авиастроение 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 Авиастроение / 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.: 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 пи]

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 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 LibreOffice

3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link

4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: https://browser.yandex.ru.

5. Программное средство для выполнения математических и технических расчетов MathCAD 14.0.

6. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D V14 (Проектирование и конструирование в машиностроении).

7. Средства для защиты от вредоносных программ и применения политик IT-безопасности Kaspersky Endpoint Security.

8. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

9. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe

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.