

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«М.1.В.ОД.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)

Тип образовательной программы

Программа академической магистратуры

Квалификация

Магистр

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

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

код наименование

личная подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

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 59152

© Белов С.В., 2018
© ОГУ, 2018

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 1 «Дисциплины (модули)».

Пререквизиты дисциплины: *М.1.В.ОД.1 Проектирование крылатых ракет, М.1.В.ОД.3 Автоматизированные системы технологической подготовки производства*

Постреквизиты дисциплины: *М.1.В.ОД.2 Конструирование отсеков и агрегатов*

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> - нормативно-техническую документацию: ЕСКД; нормативно-техническая документация по проектированию и созданию гиперзвукового ЛА; ожидаемые условия эксплуатации гиперзвукового ЛА; <u>Уметь:</u> - применять методический аппарат и технологии конструирования систем и агрегатов гиперзвукового ЛА <u>Владеть:</u> - проведением расчетов агрегатов и узлов гиперзвукового ЛА	ПК-18 способностью разрабатывает математические модели, описывающие технологические процессы, происходящие при изготовлении изделий ракетно-космических комплексов, находить методы их решений и анализировать полученные результаты
<u>Знать:</u> - основы технологии производства: формирование свойств поверхностного слоя деталей ракетно-космической техники; составление маршрута изготовления детали гиперзвукового ЛА; основные стадии разработки операционной технологии; <u>Уметь:</u> - использовать имеющиеся базы данных при конструировании деталей, узлов гиперзвукового ЛА <u>Владеть:</u> - проверкой и приведением разрабатываемых конструкций гиперзвукового ЛА в соответствие требованиям стандартов	ПК-19 способностью и готовностью разрабатывать и отлаживать программы, применяемые в станках с числовым программным управлением

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	288	288
Контактная работа:	69,25	69,25
Лекции (Л)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
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 практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	218,75	218,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	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	71	8		8	55
2	Течение газа с большой плотностью за ударной волной	73	9		9	55
3	Гиперзвуковое обтекание тонких тел	71	8		8	55
4	Обтекание тонких тел с притупленными носком или кромками	73	9		9	55
	Итого:	288	34		34	220
	Всего:	288	34		34	220

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 Ньютоновская 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	8
2	2	Закон подобия, использующий эффективный показатель адиабаты	8
3	3	Обтекание тонких тел под большими углами атаки	8
4	4	Притуплённые конуса и клинья. Сравнение гиперзвуковой теории с точными результатами	10
		Итого:	34

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, 2017. – 133 с. ISBN 978-5-7410-1828-6
2. Белов, С. В. Аэродинамика и динамика полета [электронный ресурс] учебное пособие / С. В. Белов, А. В. Гордиенко, В. Д. Проскурин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2014.

5.2 Дополнительная литература

1. Брыкина, И.Г. О применимости континуальных моделей в переходном режиме гиперзвукового обтекания затупленных тел / И. Г. Брыкина, Б. В. Рогов, Г. А. Тирский // Прикладная математика и механика (ПММ), 2009. - Т. 73, вып. 5. - С. 675-683.
2. Федоров, А. В. Теоретический анализ акустической неустойчивости гиперзвукового ударного слоя на пористой стенке / А. В. Федоров, Д. В. Юмашев // Прикладная механика и техническая физика, 2005. - Т. 46, N 1. - С. 44-54. - Библиогр.: С. 53-54.
3. Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов [Текст] : [монография] / под ред. Г. А. Тирского. - М. : Физматлит, 2011. - 546 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-9221-1322-9.

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 современных информационных технологий

1. Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования PTC MathCAD 14:

- Припадчев, А.Д. Программа для исследования и расчета аэродинамических характеристик летательного аппарата / А.Д. Припадчев. - Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013616240. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 02 июля 2013 г.;

- Припадчев, А.Д. Программа для расчета аэродинамических характеристик летательного аппарата методом дискретных вихрей / А.Д. Припадчев, А.А. Горбунов, И.С. Быкова, В.С. Горьков. - Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015619435. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 03 сентября 2015 г.

2. Система MathCad – используется для выполнения расчетов при планировании экспериментов и математического моделирования исследуемых объектов.

3. Операционная система Microsoft Windows.

4. САПР Autodesk Inventor – используется для разработки чертежей и схем научно-исследовательского оборудования, образцов, приспособлений и т.п.

5. CoDeSys — инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации.

6. 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.