

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Юнаков Л. П.
ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ И РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОХОЖДЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Моделирование и информационные технологии проектирования ракетно-космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Степанов Михаил Михайлович, к.т.н., старший научный сотрудник,
доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ**

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ И РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОХОЖДЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-5 — способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач

ПСК-12 — способность разрабатывать на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, проводить проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

1. студенты должны знать:

на уровне представлений:

- физические и математические модели, необходимые для решения задач баллистики и теплообмена применительно к проблеме прохождения атмосферы;

- основы физической газодинамики применительно к сверхзвуковым и гиперзвуковым летательным аппаратам, летящим в атмосфере Земли;

- физические и математические модели, необходимые для определения газодинамических и радиофизических параметров течения около сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов, проходящих атмосферу ;

- - физические и математические модели, необходимые для определения газодинамических и радиофизических параметров следа за сверхзвуковыми и гиперзвуковыми летательными аппаратами,

проходящими атмосферу;

на уровне воспроизведения

- методы и расчетные схемы анализа газодинамических и радиофизических параметров течения около сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов, проходящих атмосферу;

- основные способы разработки и применения численных методов для решения отмеченных задач;

- способы проведения численных экспериментов для определения параметров течения около сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов, проходящих атмосферу;;

умения:

2. студенты должны уметь:

теоретические знания использовать для проектирования изделий РКТ, различных по направлениям и применениям. При этом они должны уметь:

- проводить математическое моделирование процессов, происходящих около и за летательным аппаратом при сверхзвуковом и гиперзвуковом прохождении атмосферы;

- разрабатывать и применять численные методы для решения отмеченных задач;

- строить и использовать основные виды математических моделей, используемых в рассматриваемой области;

- знать современные методы численной реализации математических моделей, используемых при решении отмеченных задач;

практические знания современных методов численной реализации математических моделей использовать для решения конкретных инженерных задач, возникающих при разработке и эксплуатации

различных образцов РКТ;;

навыки:

3. студенты должны иметь навыки:

- разработки математических моделей, необходимых для определения параметров течения около сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов, проходящих атмосферу;

- разработки и применения численных методов для решения отмеченных задач;

- решения инженерных задач с применением вычислительной техники и современных пакетов вычислительных программ..

ПСК-12

знания:

1. студенты должны знать:

на уровне представлений:

- физические и математические модели, необходимые для решения задач баллистики и теплообмена применительно к проблеме прохождения атмосферы;
 - основы физической газодинамики применительно к сверхзвуковым и гиперзвуковым летательным аппаратам, летящим в атмосфере Земли;
 - физические и математические модели, необходимые для определения газодинамических и радиофизических параметров течения около сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов, проходящих атмосферу ;
 - - физические и математические модели, необходимые для определения газодинамических и радиофизических параметров следа за сверхзвуковыми и гиперзвуковыми летательными аппаратами, проходящими атмосферу;
 - на уровне воспроизведения
 - методы и расчетные схемы анализа газодинамических и радиофизических параметров течения около сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов, проходящих атмосферу;
 - основные способы разработки и применения численных методов для решения отмеченных задач;
 - способы проведения численных экспериментов для определения параметров течения около сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов, проходящих атмосферу;;
- умения:*
2. студенты должны уметь:
- теоретические знания использовать для проектирования изделий РКТ, различных по направлениям и применениям. При этом они должны уметь:
- проводить математическое моделирование процессов, происходящих около и за летательным аппаратом при сверхзвуковом и гиперзвуковом прохождении атмосферы;
 - разрабатывать и применять численные методы для решения отмеченных задач;
 - строить и использовать основные виды математических моделей, используемых в рассматриваемой области;
 - знать современные методы численной реализации математических моделей, используемых при решении отмеченных задач;
- практические знания современных методов численной реализации математических моделей использовать для решения конкретных инженерных задач, возникающих при разработке и эксплуатации различных образцов РКТ;;
- навыки:*
3. студенты должны иметь навыки:
- разработки математических моделей, необходимых для определения параметров течения около сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов, проходящих атмосферу;
 - разработки и применения численных методов для решения отмеченных задач;
 - решения инженерных задач с применением вычислительной техники и современных пакетов вычислительных программ..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ И РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОХОЖДЕНИЯ АТМОСФЕРЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ДИНАМИКА ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА, СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИКИ, АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ, СИНТЕЗ РАКЕТНЫХ СИСТЕМ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач
- ОПК-6 — Способен осуществлять критический анализ научных достижений в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- ПСК-11 — Способен анализировать состояние и перспективы развития ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-5	ПСК-12
4	8	Раздел 1. Раздел 1. Введение. Типы летательных аппаратов (ЛА), летящих в атмосфере Земли с гиперзвуковыми скоростями (ГЛА): спускаемые космические аппараты (СКА); головные части (ГЧ) баллистических ракет (БР); боевые блоки (ББ) разделяющихся ГЧ (РГЧ); сверхзвуковые крылатые аппараты (КР).	8	3	2	1	5	5	5
4	8	Раздел 2. Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР. Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР. Требования к РГЧ.	8	3	2	1	5	5	5
4	8	Раздел 3. Функционирование РГЧ на траектории. Вопросы маневрирования РГЧ, варианты выстраивания порядков отделяемых ББ.	8	3	2	1	5	10	10
4	8	Раздел 4. Вход в атмосферу. Влияние параметров входа на траекторию спуска. Баллистический, планирующий, скользящий спуск в атмосфере, спуск с отражением от атмосферы.	10	5	2	3	5	10	10
4	8	Раздел 5. Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере. Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.	8	3	2	1	5	10	10
4	8	Раздел 6. Газодинамические вопросы спуска в атмосфере (часть 1). Режимы течения около ЛА при спуске в атмосфере. Физическая картина течения около ГЛА на разных высотах. Понятие о химическом и термическом равновесии газовой смеси. Закон действующих масс. Расчёт состава воздушной газовой смеси около ГЛА при термохимическом равновесии воздушной газовой смеси. Условия возникновения плазмы около и за ГЛА.	10	5	4	1	5	10	10
4	8	Раздел 7. Газодинамические вопросы спуска в атмосфере (часть 2). Основные понятия о химически и термически неравновесных процессах в воздушной газовой смеси около и за ГЛА. Условия возникновения термохимически неравновесного плазменного течения около и за ГЛА. Химические модели «чистого» воздуха, применяемые при расчете параметров указанных течений.	12	7	4	3	5	10	10
4	8	Раздел 8. Управление электронной концентрацией около ГЛА. Выбор аэродинамической формы ЛА; впрыск электрофильных веществ; впрыск веществ, приводящих к увеличению процессов ионизации течения.	10	5	4	1	5	10	10
4	8	Раздел 9. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП). Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП) на электрофизические параметры течения около ГЛА (на примерах ТЗП, имеющих в своём составе эпоксидную смолу, щелочные металлы, тефлон и др.).	10	5	4	1	5	10	10
4	8	Раздел 10. Некоторые вопросы обеспечения связи при полёте ГЛА в атмосфере Земли. Угловая плазменная частота. Особенности про-хождения/отражения радиоволн в/от плазме/ы, образующейся около ГЛА. Критическая концен-трация электронов. Эффективная частота соуда-рений электронов. Эффективная (комплексная) диэлектрическая проницаемость, ди-электрическая проницаемость, электропроводность плазмы. Коэффициент отражения. Понятие об эффективной и погонной поверхностях рассеяния.	12	5	4	1	7	10	10
4	8	Раздел 11. Особенности моделирования газо-динамических и радиофизических параметров дальнего следа (ДС) за ГЛА. Полуэмпирические модели расчёта параметров низкотемпературной плазмы гиперзвукового ДС. Понятие о сверхкритическом и подкритическом гиперзвуковом ДС. Особенности прохождения/отражения радиоволн в/от плазме/ы, дальнего гиперзвукового следа.	12	7	4	3	5	10	10
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Введение.	Типы ЛА, летящих в атмосфере Земли с гиперзвуковыми скоростями: СКА, ГЧ, БР, ББ, РГЧ, сверхзвуковые КР.	1
2	Раздел 2. Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР.	Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР. Требования к РГЧ.	1
3	Раздел 3. Функционирование РГЧ на траектории.	Вопросы маневрирования РГЧ, варианты выстраивания порядков отделяемых ББ.	1
4	Раздел 4. Вход в атмосферу.	Выполнение практической работы на тему: Исследование влияния параметров входа ЛА в	3

		плотные слои атмосферы на траекторию спуска	
5	Раздел 5. Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.	Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.	1
6	Раздел 6. Газодинамические вопросы спуска в атмосфере (часть 1).	Режимы течения около ЛА при спуске в атмосфере. Физическая картина течения около ГЛА на разных высотах.	1
7	Раздел 7. Газодинамические вопросы спуска в атмосфере (часть 2).	Выполнение практической работы 2 на тему: Исследование газодинамических параметров низкотемпературной плазмы дальнего гиперзвукового следа за ЛА, спускающимися в атмосфере земли	3
8	Раздел 8. Управление электронной концентрацией около ГЛА.	Выбор аэродинамической формы ЛА; впрыск электрофильных веществ; впрыск веществ, приводящих к увеличению процессов ионизации течения.	1
9	Раздел 9. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП).	Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП).	1
10	Раздел 10. Некоторые вопросы обеспечения связи при полёте ГЛА в атмосфере Земли.	Некоторые вопросы обеспечения связи при полёте ГЛА в атмосфере Земли.	1
11	Раздел 11. Особенности моделирования газодинамических и радиофизических параметров дальнего следа (ДС) за ГЛА.	Выполнение практической работы 3 на тему: Исследование радиофизических параметров низкотемпературной плазмы дальнего гиперзвукового следа за ЛА, спускающимися в атмосфере земли	3
Всего за 8 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Введение.	Типы летательных аппаратов (ЛА), летящих в атмосфере Земли с гиперзвуковыми скоростями (ГЛА): спускаемые космические аппараты (СКА); головные части (ГЧ) баллистических ракет (БР); боевые блоки (ББ) разделяющихся ГЧ (РГЧ); сверхзвуковые крылатые аппараты (КР).	5
2	Раздел 2. Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР.	Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР. Требования к РГЧ.	5
3	Раздел 3. Функционирование РГЧ на траектории.	Функционирование РГЧ на траектории. Вопросы маневрирования РГЧ, варианты выстраивания порядков отделяемых ББ	5
4	Раздел 4. Вход в атмосферу.	1. Влияние параметров входа на траекторию спуска. 2. Баллистический, планирующий, скользящий спуск в атмосфере. 3. Спуск с отражением от атмосферы	2
5		Подготовка к выполнению практической работы на тему: Исследование влияния параметров входа ЛА в плотные слои атмосферы на траекторию спуска	3
6	Раздел 5. Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.	Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.	5
7	Раздел 6. Газодинамические вопросы спуска в атмосфере (часть 1).	1. Физическая картина течения около ГЛА на разных высотах. Режимы течения около ГЛА. 2. Понятие о химическом и термическом равновесии газовой смеси. 3. Закон действующих масс.	5
8	Раздел 7. Газодинамические	1. Расчёт состава воздушной газовой смеси около ГЛА при термохимическом равновесии воздушной газовой смеси. 2. Условия возникновения плазмы около и за ГЛА.	5

	вопросы спуска в атмосфере (часть 2).		
9	Раздел 8. Управление электронной концентрацией около ГЛА.	1. впрыск электрофильных веществ; 2. впрыск веществ, приводящих к увеличению процессов ионизации течения.	5
10	Раздел 9. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП).	1. Влияние продуктов разложения ТЗП на электрофизические параметры течения около ГЛА. 2. Влияние продуктов разложения ТЗП, имеющих в своём составе эпоксидную смолу.	5
11	Раздел 10. Некоторые вопросы обеспечения связи при полёте ГЛА в атмосфере Земли.	1. Угловая плазменная частота. 2. Особенности прохождения/отражения радиоволн в/от плазме/ы, образующейся около ГЛА. 3. Критическая концентрация электронов. 4. Эффективная частота соударений электронов.	3
12		1. Эффективная (комплексная) диэлектрическая проницаемость. 2. диэлектрическая проницаемость, электропроводность плазмы. 3. Коэффициент отражения. 4. Понятие об эффективной и погонной поверхностях рассеяния.	4
13		Полуэмпирические модели расчёта параметров низкотемпературной плазмы гиперзвукового ДС	1
14	Раздел 11. Особенности моделирования газодинамических и радиофизических параметров дальнего следа (ДС) за ГЛА.	1. Понятие о сверхкритическом и подкритическом дальнем гиперзвуковом ДС. 2. Особенности прохождения/отражения радиоволн в/от плазме/ы, образующейся около ГЛА.	2
15		Выполнение практической работы на тему: Исследование радиофизических параметров низкотемпературной плазмы дальнего гиперзвукового следа за ЛА, спускающимися в атмосфере земли	2
Всего за 8 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8				ВПЗ	ТекК	ДР		ВПЗ	ТекК	ДР					ВПЗ	ДР	Вопр. Зач, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВПЗ – вопросы/задания по темам ПЗ;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Вопр. Зач – вопросы к зачету;
- зач. – зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Пинчук, А. В. Пинчук. . Физика реальных процессов с аномальными проявлениями: введение в проблему. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 30 экз.
2. В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы). М.: Машиностроение, 2005, 12 экз.
3. Дж. Дж. Мартин. . Вход в атмосферу. Введение в теорию и практику. М.: Мир, 1969, 7 экз.
4. С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование головных частей баллистических ракет. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 41 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. М. Панкратов. . Спускаемые аппараты. М.: Машиностроение, 1984, 3 экз.
2. В. Л. Гинзбург. . Распространение электромагнитных волн в плазме. М.: Наука, 1967, 1 экз.
3. В. П. Агафонов, В. К. Вертушкин, А. А. Гладков. . Неравновесные физико-химические процессы в аэродинамике. М.: Машиностроение, 1972, 2 экз.
4. Г. А. Тирский, В. И. Сахаров, В. Л. Ковалёв. . Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011, 2 экз.
5. И. П. Гинзбург, Ю. П. Савельев. . Пограничный слой смеси газов. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1974, 3 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник военного образования;
2. Вестник воздушно-космической обороны.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/>; — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/>; — Ошибка 404. Эта страница сейчас недоступна — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов;
3. <https://repository.library.voenmeh.ru/jspui/>; — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ И РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОХОЖДЕНИЯ АТМОСФЕРЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А1 РАКЕТОСТРОЕНИЕ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности для решения инженерных задач;

ПСК-12 способность разрабатывать на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, проводить проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением газодинамических и радиофизических проблем прохождения атмосферы летательными аппаратами различного назначения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Раздел 1. Введение.		
Типы летательных аппаратов (ЛА), летящих в атмосфере Земли с гиперзвуковыми скоростями (ГЛА): спускаемые космические аппараты (СКА); головные части (ГЧ) баллистических ракет (БР); боевые блоки (ББ) разделяющихся ГЧ (РГЧ); сверхзвуковые крылатые аппараты (КР).	С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование головных частей баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Глава 1)	5
Итого по разделу 1		5
Раздел 2. Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР.		
Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР. Требования к РГЧ.	С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование головных частей баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Глава 1-2)	5
Итого по разделу 2		5
Раздел 3. Функционирование РГЧ на траектории.		
Функционирование РГЧ на траектории. Вопросы маневрирования РГЧ, варианты выстраивания порядков отделяемых ББ	Б. М. Панкратов. . Спускаемые аппараты: М.: Машиностроение, 1984 (Гл. 2) С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование головных частей баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Гл.1-2.) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (Гл.2.)	5
Итого по разделу 3		5
Раздел 4. Вход в атмосферу.		
1. Влияние параметров входа на траекторию спуска. 2. Баллистический, планирующий, скользящий спуск в атмосфере. 3. Спуск с отражением от атмосферы	Б. М. Панкратов. . Спускаемые аппараты: М.: Машиностроение, 1984 (Глава 2) С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование головных частей баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Глава 1-3) В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б.	2
Подготовка к выполнению практической работы на тему: Исследование влияния параметров входа ЛА в плотные слои атмосферы на траекторию спуска		3

	М. Панкратов. . Основы проектирования летательных аппаратов. (Транспортные системы): М.: Машиностроение, 2005 (Глава 2-3)	
Итого по разделу 4		5
Раздел 5. Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.		
Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.	<p>Дж. Дж. Мартин. . Вход в атмосферу. Введение в теорию и практику: М.: Мир, 1969 (Глава 3)</p> <p>Б. М. Панкратов. . Спускаемые аппараты: М.: Машиностроение, 1984 (Глава 2)</p> <p>С. Н. Ельцин. . Устройство и функционирование головных частей баллистических ракет: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Главы 2-3)</p>	5
Итого по разделу 5		5
Раздел 6. Газодинамические вопросы спуска в атмосфере (часть 1).		
1. Физическая картина течения около ГЛА на разных высотах. Режимы течения около ГЛА. 2. Понятие о химическом и термическом равновесии газовой смеси. 3. Закон действующих масс.	<p>И. П. Гинзбург. . Трение и теплопередача при движении смеси газов: Л.: Изд-во ЛГУ, 1975 (Гл. 2)</p> <p>Дж. Дж. Мартин. . Вход в атмосферу. Введение в теорию и практику: М.: Мир, 1969 (Гл. 4)</p> <p>И. П. Гинзбург, Ю. П. Савельев. . Пограничный слой смеси газов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1974 (Гл.1-3)</p> <p>В. П. Агафонов, В. К. Вертушкин, А. А. Гладков. . Неравновесные физико-химические процессы в аэродинамике: М.: Машиностроение, 1972 (Гл. 2-4)</p> <p>Г. А. Тирский, В. И. Сахаров, В. Л. Ковалёв. . Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 (Гл. 2)</p>	5
Итого по разделу 6		5
Раздел 7. Газодинамические вопросы спуска в атмосфере (часть 2).		
1. Расчёт состава воздушной газовой смеси около ГЛА при термохимическом равновесии воздушной газовой смеси. 2. Условия возникновения плазмы около и за ГЛА.	<p>И. П. Гинзбург, Ю. П. Савельев. . Пограничный слой смеси газов: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1974 (Гл. 2)</p> <p>И. П. Гинзбург. . Трение и теплопередача при движении смеси газов: Л.: Изд-во ЛГУ, 1975 (Гл. 2-4)</p> <p>В. А. Пинчук, А. В. Пинчук. . Физика реальных процессов с аномальными проявлениями: введение в проблему: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Гл. 2)</p> <p>Дж. Дж. Мартин. . Вход в атмосферу. Введение в теорию и практику: М.: Мир, 1969 (Гл. 3)</p> <p>Г. А. Тирский, В. И. Сахаров, В. Л.</p>	5

	Ковалёв. . Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 (Гл. 1-2) В. П. Агафонов, В. К. Вертушкин, А. А. Гладков. . Неравновесные физико-химические процессы в аэродинамике: М.: Машиностроение, 1972 (Гл. 2-3)	
Итого по разделу 7		5
Раздел 8. Управление электронной концентрацией около ГЛА.		
1. впрыск электрофильных веществ; 2. впрыск веществ, приводящих к увеличению процессов ионизации течения.	В. П. Агафонов, В. К. Вертушкин, А. А. Гладков. . Неравновесные физико-химические процессы в аэродинамике: М.: Машиностроение, 1972 (Гл. 2.) И. П. Гинзбург. . Трение и теплопередача при движении смеси газов: Л.: Изд-во ЛГУ, 1975 (Гл.2-4)	5
Итого по разделу 8		5
Раздел 9. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП).		
1. Влияние продуктов разложения ТЗП на электрофизические параметры течения около ГЛА. 2. Влияние продуктов разложения ТЗП, имеющих в своём составе эпоксидную смолу.	И. П. Гинзбург. . Трение и теплопередача при движении смеси газов: Л.: Изд-во ЛГУ, 1975 (Гл. 2-3.) В. П. Агафонов, В. К. Вертушкин, А. А. Гладков. . Неравновесные физико-химические процессы в аэродинамике: М.: Машиностроение, 1972 (Гл. 2-4.) Дж. Дж. Мартин. . Вход в атмосферу. Введение в теорию и практику: М.: Мир, 1969 (Гл. 2.)	5
Итого по разделу 9		5
Раздел 10. Некоторые вопросы обеспечения связи при полёте ГЛА в атмосфере Земли.		
1. Угловая плазменная частота. 2. Особенности прохождения/отражения радиоволн в/от плазме/ы, образующейся около ГЛА. 3. Критическая концентрация электронов. 4. Эффективная частота соударений электронов.	Б. М. Панкратов. . Спускаемые аппараты: М.: Машиностроение, 1984 (Гл. 6.) Дж. Дж. Мартин. . Вход в атмосферу. Введение в теорию и практику: М.: Мир, 1969 (Гл. 2-3.) И. П. Гинзбург. . Трение и теплопередача при движении смеси газов: Л.: Изд-во ЛГУ, 1975 (Гл. 2-4.)	3
1. Эффективная (комплексная) диэлектрическая проницаемость. 2. диэлектрическая проницаемость, электропроводность плазмы. 3. Коэффициент отражения. 4. Понятие об эффективной и погонной поверхностях рассеяния.	В. Л. Гинзбург. . Распространение электромагнитных волн в плазме: М.: Наука, 1967 (Гл. 1-2.)	4
Итого по разделу 10		7
Раздел 11. Особенности моделирования газо-динамических и радиофизических параметров дальнего следа (ДС) за ГЛА.		
Полуэмпирические модели расчёта параметров низкотемпературной плазмы гиперзвукового ДС	И. П. Гинзбург. . Трение и теплопередача при движении смеси газов: Л.: Изд-во ЛГУ, 1975 (Гл. 1-2)	1
1. Понятие о сверхкритическом и подкритическом дальнем гиперзвуковом ДС. 2. Особенности прохождения/отражения радиоволн в/от плазме/ы, образующейся около ГЛА.	В. Л. Гинзбург. . Распространение электромагнитных волн в плазме: М.: Наука, 1967 (Гл. 2-4-2)	2
Выполнение практической работы на тему: Исследование радиофизических параметров	Б. М. Панкратов. . Спускаемые	2

низкотемпературной плазмы дальнего гиперзвукового следа за ЛА, спускающимися в атмосфере земли	аппараты: М.: Машиностроение, 1984 (Гл. 7) Дж. Дж. Мартин. . Вход в атмосферу. Введение в теорию и практику: М.: Мир, 1969 (Гл. 4-5)	
Итого по разделу 11		5

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- вопросы к зачету;
- вопросы/задания по темам ПЗ;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы для текущего контроля

Вопросы для текущего контроля

1. Типы летательных аппаратов (ЛА), летящих в атмосфере Земли с гиперзвуковыми скоростями.
2. Разделяющиеся головные части. Требования к РГЧ. Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР.
3. Функционирование РГЧ на траектории. Вопросы маневрирования РГЧ, варианты выстраивания порядков отделяемых ББ.
4. Вход в атмосферу. Влияние параметров входа на траекторию спуска.
5. Баллистический, планирующий, скользящий спуск в атмосфере, спуск с отражением от атмосферы.
6. Режимы течения около спускаемых аппаратов (СА) при снижении в атмосфере.
7. Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.
8. Приближённая оценка тепловых потоков, действующих на спускаемый аппарат.
9. Физическая картина течения около ГЛА на разных высотах.
10. Понятие о химическом и термическом равновесии газовой смеси. Закон действующих масс.
11. Расчёт состава воздушной газовой смеси около ГЛА при термохимическом равновесии воз-душной газовой смеси.
12. Условия возникновения плазмы около и за ГЛА.
13. Основные понятия о химически и термически неравновесных процессах в воздушной газовой смеси около и за ГЛА.
14. Условия возникновения термохимически неравновесного плазменного течения около и за ГЛА.
15. Химические модели «чистого» воздуха, применяемые при расчете параметров течения около и за ГЛА.
16. Влияние аэродинамической формы ЛА на электронную концентрацию около и за ГЛА;
17. Управление электронной концентрацией около ГЛА с помощью впрыска электрофильных веществ.
18. Управление электронной концентрацией около ГЛА с помощью впрыска веществ, приводящих к увеличению процессов ионизации течения.
19. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП) на электрофизические параметры течения около ГЛА (на примере ТЗП, имеющих в своём составе эпоксидную смолу).
20. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП) на электрофизические параметры течения около ГЛА (на примере ТЗП, имеющих в своём составе щелочные металлы).
21. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП) на электрофизические параметры течения около ГЛА (на примере ТЗП, имеющих в своём составе тефлон)
22. Некоторые вопросы обеспечения связи при полёте ГЛА в атмосфере Земли.
23. Особенности прохождения/отражения радиоволн в/от плазме/ы, образующейся около ГЛА.
24. Угловая плазменная частота. Критическая концентрация электронов.
25. Эффективная частота соударений электронов. Эффективная (комплексная) диэлектрическая проницаемость, диэлектрическая проницаемость, электропроводность плазмы.
26. Коэффициент отражения ЭМВ от плазменного образования.
27. Понятие об эффективной и погонной поверхностях рассеяния.
28. Особенности моделирования газодинамических и радиофизических параметров дальнего следа (ДС) за ГЛА. Полуэмпирические модели расчёта параметров низкотемпературной плазмы гиперзвукового

ДС.

29. Влияние формы тела на положение точки перехода в ДГС.

30. Понятие о сверхкритическом и подкритическом дальнем гиперзвуковом ДС.

Вопросы к зачету

Примерный перечень вопросов, выносимых на зачёт.

1. Типы летательных аппаратов (ЛА), летящих в атмосфере Земли с гиперзвуковыми скоростями.
2. Разделяющиеся головные части. Требования к РГЧ. Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР.
3. Функционирование РГЧ на траектории. Вопросы маневрирования РГЧ, варианты выстраивания порядков отделяемых ББ.
4. Вход в атмосферу. Влияние параметров входа на траекторию спуска.
5. Баллистический, планирующий, скользящий спуск в атмосфере, спуск с отражением от атмосферы.
6. Режимы течения около спускаемых аппаратов (СА) при снижении в атмосфере.
7. Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.
8. Приближённая оценка тепловых потоков, действующих на спускаемый аппарат.
9. Физическая картина течения около ГЛА на разных высотах.
10. Понятие о химическом и термическом равновесии газовой смеси. Закон действующих масс.
11. Расчёт состава воздушной газовой смеси около ГЛА при термохимическом равновесии воздушной газовой смеси.
12. Условия возникновения плазмы около и за ГЛА.
13. Основные понятия о химически и термически неравновесных процессах в воздушной газовой смеси около и за ГЛА.
14. Условия возникновения термохимически неравновесного плазменного течения около и за ГЛА.
15. Химические модели «чистого» воздуха, применяемые при расчете параметров течения около и за ГЛА.
16. Влияние аэродинамической формы ЛА на электронную концентрацию около и за ГЛА;
17. Управление электронной концентрацией около ГЛА с помощью впрыска электрофильных веществ.
18. Управление электронной концентрацией около ГЛА с помощью впрыска веществ, приводящих к увеличению процессов ионизации течения.
19. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП) на электрофизические параметры течения около ГЛА (на примере ТЗП, имеющих в своём составе эпоксидную смолу).
20. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП) на электрофизические параметры течения около ГЛА (на примере ТЗП, имеющих в своём составе щелочные металлы).
21. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП) на электрофизические параметры течения около ГЛА (на примере ТЗП, имеющих в своём составе тефлон)
22. Некоторые вопросы обеспечения связи при полёте ГЛА в атмосфере Земли.
23. Особенности прохождения/отражения радиоволн в/от плазмы, образующейся около ГЛА.
24. Угловая плазменная частота. Критическая концентрация электронов.
25. Эффективная частота соударений электронов. Эффективная (комплексная) диэлектрическая проницаемость, диэлектрическая проницаемость, электропроводность плазмы.
26. Коэффициент отражения ЭМВ от плазменного образования.
27. Понятие об эффективной и погонной поверхностях рассеяния.
28. Особенности моделирования газодинамических и радиофизических параметров дальнего следа (ДС) за ГЛА. Полуэмпирические модели расчёта параметров низкотемпературной плазмы гиперзвукового ДС.
29. Влияние формы тела на положение точки перехода в ДГС.
30. Понятие о сверхкритическом и подкритическом дальнем гиперзвуковом ДС.

Вопросы/задания по темам ПЗ

Практические занятия

Допуск к выполнению практических работ (ПР) осуществляется на основе собеседования по вопросам, связанным с целью и задачами выполнения ПР.

Отчет по практической работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практическому занятию. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Критерии оценивания: в случае если оформление отчета, доклад студента по выполненной работе и ответы на вопросы преподавателя во время защиты соответствуют требованиям, предъявляемым к знаниям студента по данному практическому занятию, отчет по практическому занятию считается принятым.

Основаниями для дополнительной доработки отчета являются:

- небрежное выполнение,

- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:
- отсутствия необходимых разделов,
 - отсутствия необходимого графического материала,
 - некорректной обработки результатов.

Шаблоны отчетов по практическим работам

Практическая работа, выполняемая в ходе практических занятий № 1-3 (раздел № 4)

«Исследование влияния параметров входа ЛА в плотные слои атмосферы на траекторию спуска»

В отчете необходимо представить:

1. Постановку задачи.
2. Физическую модель
3. Математическую модель.
4. Краткую характеристику исследуемых методов
5. Анализ полученных результатов и соответствующие выводы.
6. Распечатку полученных результатов.
7. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. Типы летательных аппаратов (ЛА), летящих в атмосфере Земли с гиперзвуковыми скоростями.
2. Разделяющиеся головные части. Требования к РГЧ. Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР.
3. Функционирование РГЧ на траектории. Вопросы маневрирования РГЧ, варианты выстраивания порядков отделяемых ББ.
4. Вход в атмосферу. Влияние параметров входа на траекторию спуска.
5. Баллистический, планирующий, скользящий спуск в атмосфере, спуск с отражением от атмосферы.

Практическая работа, выполняемая в ходе практических занятий № 3-6 (раздел № 7)

«Исследование газодинамических параметров низкотемпературной плазмы дальнего гиперзвукового следа за ЛА, спускающимися в атмосфере земли»

В отчете необходимо представить:

1. Постановку задачи.
2. Физическую модель
3. Математическую модель.
4. Краткую характеристику исследуемых методов
5. Анализ полученных результатов и соответствующие выводы.
6. Распечатку полученных результатов.
7. Выводы.

Контрольные вопросы.

1. Особенности моделирования газодинамических параметров дальнего газодинамического следа (ДГС) за ГЛА.
2. Полуэмпирические модели расчёта параметров низкотемпературной плазмы гиперзвукового ДГС.
3. Влияние аэродинамической формы ЛА на газодинамические параметры ДГС за ГЛА.
4. Влияние формы тела на положение точки перехода в ДГС.
5. Влияние высоты и скорости полёта на газодинамические параметры ДГС.

Практическая работа, выполняемая в ходе практических занятий № 6-9 (раздел № 11)

«Исследование радиофизических параметров низкотемпературной плазмы дальнего гиперзвукового следа за ЛА, спускающимися в атмосфере земли»

В отчете необходимо представить:

1. Постановку задачи.
2. Физическую модель
3. Математическую модель.
4. Краткую характеристику исследуемых методов
5. Анализ полученных результатов и соответствующие выводы.
6. Распечатку полученных результатов.
7. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Условия возникновения плазмы около и за ГЛА.
2. Основные понятия о химически и термически равновесных и неравновесных процессах в воздушной газовой смеси около и за ГЛА.
3. Условия возникновения термохимически неравновесного плазменного течения около и за ГЛА.

4. Угловая плазменная частота. Критическая концентрация электронов.
5. Эффективная частота соударений электронов. Эффективная (комплексная) диэлектрическая проницаемость, диэлектрическая проницаемость, электропроводность плазмы.
6. Влияние аэродинамической формы ЛА на электронную концентрацию около и за ГЛА;
7. Понятие о сверхкритическом и подкритическом дальнем гиперзвуковом ДС.

Зачет

Допуском к зачёту является успешное прохождение текущего контроля и сдача практических работ.

Зачёт проводится в устной форме и выставляется по результатам ответов на вопросы к зачету, задаваемые преподавателем.

Критерии оценивания:

- «Зачтено» выставляется студенту, знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет минимально необходимыми навыками и приемами их выполнения.
- «Не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями пытается ответить на вопросы.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-5	ПСК-12	
4	8	Раздел 1. Раздел 1. Введение.	8	3	2	1	5	5	5	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 2. Классификация конструктивно компоновочных схем (ККС) РГЧ БР.	8	3	2	1	5	5	5	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 3. Функционирование РГЧ на траектории.	8	3	2	1	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 4. Вход в атмосферу.	10	5	2	3	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 5. Вопросы теплообмена при спуске в атмосфере.	8	3	2	1	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 6. Газодинамические вопросы спуска в атмосфере (часть 1).	10	5	4	1	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Вопросы/ задания по темам ПЗ

4	8	Раздел 7. Газодинамические вопросы спуска в атмосфере (часть 2).	12	7	4	3	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 8. Управление электронной концентрацией около ГЛА.	10	5	4	1	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 9. Влияние продуктов разложения теплозащитных покрытий (ТЗП).	10	5	4	1	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету, Вопросы/ задания по темам ПЗ
4	8	Раздел 10. Некоторые вопросы обеспечения связи при полёте ГЛА в атмосфере Земли.	12	5	4	1	7	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
4	8	Раздел 11. Особенности моделирования газо-динамических и радиофизических параметров дальнего следа (ДС) за ГЛА.	12	7	4	3	5	10	10	Вопросы для текущего контроля, Вопросы к зачету
Всего за 8 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-5

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Что такое плазменная частота (собственная, ленгмюровская частота) ионизированного газа?
- № 2 Что такое константа равновесия K химической реакции?
- № 3 В каком случае химический процесс носит название «замороженного»?
- № 4 Если летательный аппарат летит со скоростью $4 \text{ км/с} < V < 8 \text{ км/с}$ на высоте ниже 30 км., то какой характер будет носить протекание химических реакций?
- № 5 Что такое дальний след сверхзвукового аппарата?
- № 6 Какая формула используется для расчёта коэффициента вязкости смеси газов?
- № 7 Что такое число Дамкёллера это Da ?
- № 8 Какие параметры входа в атмосферу спускающегося аппарата влияют на характер траектории?
- № 9 Что происходит с электромагнитной волной, если возмущающая частота (частота электромагнитной волны) значительно меньше собственной частоты электронов плазмы $\omega < \omega_0$,
- № 10 Используя какой закон можно определить концентрации реагентов, участвующих в химических реакциях, в состоянии химического равновесия?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Коэффициент качества K это:
- 1 - $K = Y/X$
 - 2 - $K = (C_y/C_x)^2$
 - 3 - $K = C_y/C_x$
 - 4 - $K = C_x/C_y$
- Здесь - C_y , C_x – коэффициенты подъёмной силы Y и силы лобового сопротивления X
- № 2 Спускаемые аппараты относятся к аппаратам планирующего спуска, если обладают качеством:
- 1 - $K = 0,1 - 0,6$
 - 2 - $K = 0,6 - 3$
 - 3 - $K = 1 - 6$
 - 4 - $K = 2 - 4$
- № 3 Градиентное направление это:
- 1 - направление приращения скорости, перпендикулярное местному горизонту;
 - 2 - направление приращения скорости, которое не вызывает приращение дальности;
 - 3 - направление приращения скорости, которое вызывает максимальное приращение дальности;
 - 4 - направление приращения скорости, перпендикулярное направлению основной скорости.
- № 4 При одинаковых значениях массы тел, скоростей и углов входа, площади мишени, доли мощности, отдаваемая в атмосферу, для тупых тел (с большими углами полураствора, и радиусами притупления) по сравнению с острыми телами:
- 1 – меньше;
 - 2 – одинаковы;

- 3 – больше;
- 4 - ничего по этому поводу сказать нельзя.
- № 5 Реакции называются обратимыми если:
- 1 - протекают при одинаковых давлениях, но разных температурах одновременно в противоположных направлениях;
- 2 - протекают при одинаковых давлениях одновременно в противоположных направлениях;
- 3 - протекают при одних и тех же условиях одновременно в противоположных направлениях;
- 4 - протекают при одинаковых температурах, но разных давлениях одновременно в противоположных направлениях.
- № 6 Реакции
- $$\text{O}_2 + \text{M} \leftrightarrow 2\text{O} + \text{M}$$
- $$\text{N}_2 + \text{M} \leftrightarrow 2\text{N} + \text{M}$$
- $$\text{NO} + \text{M} \leftrightarrow \text{N} + \text{O} + \text{M}$$
- это:
- 1 - реакции обмена;
- 2 - реакции диссоциации;
- 3 - реакции фотоионизации;
- 4 - реакции диссоциативной рекомбинации.
- № 7 Здесь М – третья частица.
Как влияет на электронную концентрацию впрыск элементов 7-ой группы таблицы Д.И. Менделеева, например F2, Cl2, в возмущённую при пролёте летательного аппарата область атмосферы со скоростью 6 км/с ?
1. увеличивает электронную концентрацию;
2. уменьшает электронную концентрацию;
3. не изменяет электронную концентрацию;
4. ничего об изменении электронной концентрации сказать нельзя.
- № 8 Что такое диэлектрическая проницаемость?
- № 9 Спускаемые аппараты осуществляют баллистический спуск, если обладают качеством:
1. $K = 0,1 - 0,6$;
2. $K = 0,6 - 3$;
3. $K = 1 - 6$;
4. $K = 0$.
- № 10 Коэффициент качества:
- спускаемого аппарата №1 равен – 0.8
- спускаемого аппарата №2 равен – 0.01
- Какие утверждения будут справедливы, если остальные параметры входа одинаковы

1. Дальность полёта аппарата №1 будет больше;
2. Дальность полёта аппарата №2 будет больше;
3. Дальности полёта аппаратов №1 и №2 будут одинаковы;
4. О дальностях полёта аппаратов №1 и №2 ничего сказать нельзя.

ПСК-12

Вопросы открытого типа:

- № 1 В чём состоит кинетическое условие химического равновесия?
- № 2 Какая химическая реакция в «чистом» воздухе играет главную роль в образовании электронов в диапазоне скоростей летательного аппарата $V_{\infty} < 9$ км/с?
- № 3 Систему каких уравнений представляет собой закон действующих масс (тип этих уравнений)?
- № 4 В каком случае химический процесс носит название «равновесного»?
- № 5 В каком случае химический процесс носит название «неравновесного»?
- № 6 Как влияет на электронную концентрацию впрыск элементов 1-ой группы таблицы Д.И. Менделеева, например Na, K, Cs, в возмущённую при пролёте летательного аппарата область атмосферы со скоростью 6 км/с ?
- № 7 Какая формула используется для расчёта коэффициента теплопроводности смеси газов используется?
- № 8 Какая формула используется для расчёта эффективного коэффициента диффузии смеси газов?
- № 9 Что происходит с электромагнитной волной, если частота электромагнитной волны много больше плазменной частоты электронов $\omega > \omega_0$?
- № 10 Что происходит с электромагнитной волной, если частота электромагнитной волны точно равна плазменной частоте электронов $\omega = \omega_0$?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Спускаемые аппараты относятся к аппаратам скользящего спуска, если обладают качеством:
 - 1 - $K = 0,1 - 0,6$;
 - 2 - $K = 0,6 - 3$;
 - 3 - $K = 1 - 6$;
 - 4 - $K = 2 - 4$.
 - № 2 Нейтральное направление это:
 - 1 - Направление приращения скорости, перпендикулярное местному горизонту;
 - 2 - Направление приращения скорости, которое не вызывает приращение дальности;
 - 3 - Направление приращения скорости, которое вызывает максимальное приращение дальности;
 - 4 - Направление приращения скорости, перпендикулярное направлению основной скорости.
 - № 3 Траектория спуска зависит от:
 - 1 - Только от скорости входа и угла входа;
 - 2 - Только от скорости входа;
 - 3 - Скорости входа, угла входа, коэффициента качества спускаемого аппарата и баллистического коэффициента β ;
 - 4 - Только от угла входа и коэффициента качества
- Здесь:

- № 4 $\beta = (C_x \cdot A) / (m \cdot g)$ – баллистический коэффициент.
Нормальные перегрузки при баллистическом спуске по сравнению с подобными перегрузками при планирующем спуске:
- 1 – больше;
 - 2 – меньше;
 - 3 – одинаковы;
 - 4 – ничего о них сказать нельзя.
- № 5 Если $A + B = C + D$ – обратимая реакция, которая протекает в закрытой системе, то скорость v этой реакции описывается уравнением:
- 1 - $v = [A] \cdot [B]$;
 - 2 - $v = K \cdot [A] \cdot [B]$;
 - 3 - $v = K \cdot \{[A] \cdot [B]\} / \{[C] \cdot [D]\}$;
 - 4 - $v = K \cdot [A] \cdot [B] \cdot [C] \cdot [D]$.
- Здесь:
- K – константа скорости химической реакции;
- $[A]$, $[B]$, – концентрации реагентов A и B .
- № 6 Реакции
- $$O_2 + N \leftrightarrow NO + O$$
- $$N_2 + O \leftrightarrow NO + N$$
- $$O_2 + N_2 \leftrightarrow 2 \cdot NO$$
- это:
- 1 - реакции обмена;
 - 2 - реакции диссоциации;
 - 3 - реакции фотоионизации;
 - 4 - реакции диссоциативной рекомбинации.
- Здесь M – третья частица.
- № 7 Что такое критическая концентрация электронов?
- № 8 Спускаемые аппараты относятся к аппарату планирующего спуска, если обладают качеством
1. $K = 0,1 - 0,6$
 2. $K = 0,6 - 3$
 3. $K = 1 - 6$
 4. $K = 2 - 4$
- № 9 Если летательный аппарат летит со скоростью 4 км/с на высоте выше 70 км, то химические реакции около него и следе за ним протекают
1. неравновесно;
 2. химические реакции отсутствуют;
 3. равновесно;

- № 10 4. заморожено.
Нормальные перегрузки при скользящем спуске по сравнению с подобными перегрузками при баллистическом спуске:
- 1 – больше;
 - 2 – меньше;
 - 3 – одинаковы;
 - 4 - ничего о них сказать нельзя.