

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Цифровые технологии создания двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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	39	13	0	26	69	0	0	69	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Иголкин Сергей Иванович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА

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:

ПК-3.1 — Способен понимать физическую сущность гидрогазодинамических процессов и процессов теплообмена, разрабатывать методологии исследований двигателей и энергетических установок

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПК-3.1

знания:

физической сущности гидрогазодинамических процессов и процессов теплообмена, основных программных продуктов, применяемых для решения прикладных задач;

умения:

формулировать математические модели термогазодинамических процессов и процессов теплообмена, выделять определяющие факторы внешних воздействий и корректно выбирать допущения при построении моделей для исследования двигателей и энергоустановок;

навыки:

применения физико-математического аппарата к описанию рабочих процессов двигателей и энергоустановок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.03.05 *Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ДИНАМИКА ВЯЗКИХ ЖИДКОСТИ, ГАЗА И СТРУЙ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕРМОДИНАМИКА**.

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 в профессиональной деятельности
- ПК-3.2 — Способен разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидрогазодинамики и теплообмена

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		ПК-3.1
4	8	Раздел 1. Модель простого газа. Методы описания взаимодействия молекул газа. Модель простого газа и модели молекул простого газа. Законы сохранения при взаимодействии пары молекул. Модель молекул-твёрдых сфер. Расчет траекторий молекул в процессе парного столкновения. Сечения рассеяния. Зеркальное отражение молекул от твердой поверхности.	14	4	1	3	10	15
4	8	Раздел 2. Элементарная кинетическая теория. Макроскопические параметры газа как средние по объему. Кинетическое определение термодинамических параметров. Разреженный газ. Пространственно-однородная релаксация. Режимы течения разреженного газа. Процессы переноса молекулярного признака. Самодиффузия, вязкое трение, теплопроводность. Наиболее вероятное распределение молекул по объему. Наиболее вероятное распределение молекул по скоростям.	16	6	2	4	10	14
4	8	Раздел 3. Функция распределения и макроскопические параметры. Фазовое пространство. Микроскопическое описание газа. Кинетическое описание газа. Фазовая плотность. Функция распределения молекул. Гипотеза молекулярного хаоса. Макроскопические параметры. Статистический смысл макропараметров. Потoki молекулярных признаков.	16	6	2	4	10	14
4	8	Раздел 4. Кинетическое уравнение Больцмана. Кинетическое уравнение для фазовой плотности. Интеграл столкновений Больцмана для твердых сфер. Внутренняя трансформанта. Интеграл столкновений Больцмана для простого газа.	16	6	2	4	10	14
4	8	Раздел 5. Состояния равновесия. Исследование равновесных состояний методом Гиббса. Состояние полного статистического равновесия. Функция распределения Максвелла. Состояние статистического равновесия в поле внешних сил. Кинетические параметры газа в состоянии равновесия. Энтропия Больцмана. Модельное кинетическое уравнение.	16	6	2	4	10	14
4	8	Раздел 6. Постановка задач для уравнения Больцмана. Взаимодействие молекул газа с межфазными поверхностями. Воздействие газа на обтекаемое тело. Граничное условие на непроницаемой для молекул поверхности. Модели отражения молекул от поверхности. Испарение и конденсация. Постановка задач аэродинамики для уравнения Больцмана. Подобие течений разреженного газа.	16	6	2	4	10	14
4	8	Раздел 7. Макроскопические уравнения переноса. Некоторые понятия тензорной алгебры и анализа. Законы сохранения в механике сплошных сред. Уравнение переноса молекулярного признака. Уравнение переноса молекулярного признака в пространстве собственных скоростей. Макроскопические законы сохранения. Замкнутая система уравнений переноса в состоянии локального равновесия. Уравнения Эйлера.	14	5	2	3	9	15
Всего за 8 семестр			108	39	13	26	69	100
Всего по дисциплине			108	39	13	26	69	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Модель простого газа.	Методы описания взаимодействия молекул газа. Расчет траекторий молекул в процессе парного столкновения.	3
2	Раздел 2. Элементарная кинетическая теория.	Разреженный газ Самодиффузия, вязкое трение, теплопроводность	4
3	Раздел 3. Функция распределения и макроскопические параметры.	Микроскопическое описание газа	4
4	Раздел 4. Кинетическое уравнение Больцмана.	Интеграл столкновений Больцмана для твердых сфер	2
5		Интеграл столкновений Больцмана для простого газа	2
6	Раздел 5. Состояния равновесия.	Функция распределения Максвелла	4
7	Раздел 6. Постановка задач для уравнения Больцмана.	Граничное условие на непроницаемой для молекул поверхности	2
8		Постановка задач аэродинамики для уравнения Больцмана	2
9	Раздел 7. Макроскопические уравнения переноса.	Законы сохранения в механике сплошных сред	3

Всего за 8 семестр	26
--------------------	----

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Модель простого газа.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	10
2	Раздел 2. Элементарная кинетическая теория.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	10
3	Раздел 3. Функция распределения и макроскопические параметры.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	10
4	Раздел 4. Кинетическое уравнение Больцмана.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	10
5	Раздел 5. Состояния равновесия.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	10
6	Раздел 6. Постановка задач для уравнения Больцмана.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	10
7	Раздел 7. Макроскопические уравнения переноса.	Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	9
Всего за 8 семестр			69

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8					ТекК	ДР	ДЗ		ТекК	ДР		ДЗ	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Е. Иванов. Задачник по физике. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015, 10 экз.
2. А. Н. Волков. . Введение в кинетическую теорию разреженного газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 152 экз.
3. А. Н. Волков. Введение в кинетическую теорию разреженного газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 161 экз.
4. Б. В. Алексеев, А. М. Гришин. . Физическая газодинамика реагирующих сред. М.: Высш. шк., 1985, 5 экз.
5. Б. В. Алексеев, А. М. Гришин. . Физическая газодинамика реагирующих сред. М.: Высш. шк., 1985, эл. рес.
6. В. И. Дронг, В. В. Дубинин, М. М. Ильин. . Курс теоретической механики. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 150 экз.
7. Г. В. Белов. . Термодинамика. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
8. Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 152 экз.
9. Н. М. Цирельман. . Техническая термодинамика. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
10. Н. Н. Никитин. . Курс теоретической механики. М.: Высш. шк., 1990, 85 экз.
11. Н. Ш. Кремер. Теория вероятностей и математическая статистика. Ч. 1 Теория вероятностей. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты. СПб.: НИЦ АРТ, 2020, 1 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук.

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

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:

1. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Office;
4. Google Chrome.

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;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Office;
5. Google Chrome.

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 **ТЕОРИЯ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.03.05 Двигатели летательных аппаратов**. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космическая техника БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-3.1 Способен понимать физическую сущность гидрогазодинамических процессов и процессов теплообмена, разрабатывать методологии исследований двигателей и энергетических установок.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами описания взаимодействия бесструктурных молекул простого газа, а также методами и основными результатами элементарной кинетической теории и элементарной теории процессов переноса.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**13 ч.**), практические занятия (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**69 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 39 ч. аудиторных занятий, и 69 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. Модель простого газа.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	Б. В. Алексеев, А. М. Гришин. . Физическая газодинамика реагирующих сред: М.: Высш. шк., 1985 (1) Н. А. Брыков, Е. М. Герлиман, В. В. Сахин. . Теплообменные аппараты: СПб.: НИЦ АРТ, 2020 (1-2) А. Н. Волков. . Введение в кинетическую теорию разреженного газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (1) Б. В. Алексеев, А. М. Гришин. . Физическая газодинамика реагирующих сред: М.: Высш. шк., 1985 (1) Д. Л. Фёдоров, Ю. Н. Лазарева, В. Г. Средин. . Физика. Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1-2)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Элементарная кинетическая теория.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	Н. М. Цирельман. . Техническая термодинамика: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (1-3) Г. В. Белов. . Термодинамика: Москва: Юрайт, 2020 (1-3) А. Н. Волков. . Введение в кинетическую теорию разреженного газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (2) А. Е. Иванов. Задачник по физике. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015 (1-3)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Функция распределения и макроскопические параметры.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	Н. Н. Никитин. . Курс теоретической механики: М.: Высш. шк., 1990 (1-3) Н. Ш. Кремер. Теория вероятностей и математическая статистика. Ч. 1 Теория вероятностей: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (1-3) А. Н. Волков. Введение в кинетическую теорию разреженного газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1) В. И. Дронг, В. В. Дубинин, М. М. Ильин. . Курс теоретической механики: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (1-3)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Кинетическое уравнение Больцмана.		
Изучение дидактических	А. Н. Волков. Введение в кинетическую теорию	10

единиц данного раздела, работа с литературой.	разреженного газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2)	
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Состояния равновесия.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	Г. В. Белов. . Термодинамика: Москва: Юрайт, 2020 (2-4) А. Н. Волков. Введение в кинетическую теорию разреженного газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3)	10
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Постановка задач для уравнения Больцмана.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	А. Н. Волков. Введение в кинетическую теорию разреженного газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (4)	10
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Макроскопические уравнения переноса.		
Изучение дидактических единиц данного раздела, работа с литературой.	А. Н. Волков. Введение в кинетическую теорию разреженного газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (5)	9
Итого по разделу 7		9

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- домашнее задание;
- дифференцированный 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 входят в состав УМК дисциплины

Домашнее задание

Пояснительная записка к домашнему заданию представляется в печатной форме с использованием редактора Word (приложение 4).

Критерии оценивания (в 100-бальной системе):

- правильный расчёт, оформление результатов в соответствии с требованиями и их защита – 100 баллов, Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 50 до 20 являются:
- неуверенная защита результатов расчёта – 20;
- неполный или отсутствующий перечень выводов и предложений по содержанию задания – 30;
- небрежное выполнение пояснительной записки – 30,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба графиков, отсутствие указания единиц измерения на графиках) – 30.

Требования к защите ДЗ: Защита ДЗ осуществляется на уровне собеседования с преподавателем в свободной форме “вопрос - ответ”. Перечень контрольных вопросов прилагается к заданию.

Вес контрольных этапов выполнения ДЗ:

- активность и самостоятельность в ходе выполнения ДЗ – 25%;
- оформление пояснительной записки к ДЗ – 15%;
- своевременное выполнение ДЗ по графику контрольных мероприятий – 20%;
- уровень защиты результатов, ответов на контрольные вопросы – 50%.

При наборе выше 75% домашнее задание считается выполненным.

Дифференцированный зачет

Итоговый контроль по дисциплине за 8 семестр проходит в форме дифференцированного зачёта, включающего в себя два контрольных вопроса.

Знания, умения и навыки студентов определяются следующим образом:

Оценки «зачтено-отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «зачтено-отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.

Оценки «зачтено-хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «зачтено-хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки «зачтено-удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «зачтено-удовлетворительно»

выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Список вопросов представлен в УМК дисциплины.

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		ПК-3.1	
4	8	Раздел 1. Модель простого газа.	14	4	1	3	10	15	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 2. Элементарная кинетическая теория.	16	6	2	4	10	14	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 3. Функция распределения и макроскопические параметры.	16	6	2	4	10	14	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 4. Кинетическое уравнение Больцмана.	16	6	2	4	10	14	Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание
4	8	Раздел 5. Состояния равновесия.	16	6	2	4	10	14	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 6. Постановка задач для уравнения Больцмана.	16	6	2	4	10	14	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 7. Макроскопические уравнения переноса.	14	5	2	3	9	15	Вопросы для текущего контроля, Домашнее задание
Всего за 8 семестр			108	39	13	26	69	100	
Всего по дисциплине			108	39	13	26	69	100	

ПК-3.1 - Способен понимать физическую сущность гидрогазодинамических процессов и процессов теплообмена, разрабатывать методологии исследований двигателей и энергетических установок

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Перечислите типы слабых электромагнитных взаимодействий (сил), относящихся к силам взаимодействия Ван-дер-Ваальса.
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Сформулируйте четыре свойства простого газа.
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие оценок характерных скоростей движения молекул, подчиняющихся распределению Максвелла:
- 1 $v = \sqrt{8RT/\mu}$
2 $v = \sqrt{3RT/\mu}$
3 $v = \sqrt{2RT/\mu}$
- а. Средняя скорость
б. Среднеквадратичная скорость
в. Наиболее вероятная скорость
г. Наибольшая теоретическая скорость
д. Наименьшая возможная скорость
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
Установите соответствие названий режимов течения при увеличении числа Кнудсена от 0 до ∞ :
- а) $K_n \ll 0$
б) $K_n = 1$
в) $K_n \gg 1$
- 1 континуальный
2 переходный
3 свободномолекулярный
4 ламинарный
5 турбулентный
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность
Сформулируйте порядок решения задачи об истечении струи двигателя управления ориентацией космического аппарата в вакуум в рамках моделей различных сред.
- 1 моделирование течения в окрестности среза сопла в рамках теории сплошной среды
2 моделирование веера характеристик при развороте потока с острой кромки сопла
3 моделирование траекторий отдельных частиц на периферии течения, включая их взаимодействие с элементами космического аппарата
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
Установите последовательность действий при ответе на вопрос: во сколько раз отличаются средние квадратичные скорости молекул кислорода и азота в этой комнате?

1. Записать соотношение, определяющее связь скорости движения молекул с температурой газа в комнате
 2. Вычислить массы молекул азота и кислорода
 3. Выразить отношение среднеквадратичных скоростей азота и кислорода как функцию отношения их молекулярных масс
 4. Вычислить ответ
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Как называют абсолютную величину собственной скорости молекул, при которой функция распределения модулей собственной скорости молекул принимает максимальное значение?
- 1 Наиболее вероятная скорость хаотического движения
 - 2 Средняя скорость хаотического движения
 - 3 Относительная скорость хаотического движения
 - 4 Макроскопическая скорость газа
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Как называется выражение $f_v(v_x, v_y, v_z) = \sqrt{\frac{m}{2\pi kT}}^3 \exp\left[-\frac{m(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)}{2kT}\right]$
- 1 Распределение Максвелла молекул по скоростям
 - 2 Уравнение Больцмана
 - 3 Интеграл столкновений
 - 4 Распределение Гиббса
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие параметры не являются макроскопическими характеристиками газа:
- 1 Давление
 - 2 Объем
 - 3 Температура
 - 4 Количество вещества
 - 5 Скорость молекул
 - 6 Угол рассеяния
 - 7 Частота парных столкновений
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Основная статистическая гипотеза заключается в том, что параметры молекул газа, такие как ..., можно рассматривать как случайные величины
- 1 координаты
 - 2 компоненты вектора скорости
 - 3 температура
 - 4 давление
 - 5 внутренняя энергия
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор

ответов

Как называют физическую величину, значение которой для группы молекул равно сумме соответствующих величин для отдельных молекул?

- 1 Аддитивная
- 2 Экстенсивная
- 3 Макроскопическая
- 4 Интегральная
- 5 Обобщенная
- 6 Средняя
- 7 Удельная

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая модель описывает зависимость энергии парного взаимодействия двух частиц от расстояния между ними?

- 1 потенциал Леннард-Джонса
- 2 сила Ван-дер-Ваальса
- 3 интеграл столкновений Больцмана
- 4 функция распределения Максвелла