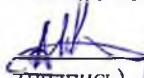


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Юнаков Л. П.  
« 31 » 05 2022 ФИО

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГАЗОВЫЕ СМЕСИ И ДВУХФАЗНЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Направление/специальность  
подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

Специализация/профиль/программа  
подготовки

Энергетика теплотехнологий  
✓ Авиационная и ракетно-космическая теплотехника

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Факультет

А Ракетно-космической техники

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	7	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	диф. зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
24.03.05 Двигатели летательных аппаратов**

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Овчинникова Ольга Константиновна, 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 ГАЗОВЫЕ СМЕСИ И ДВУХФАЗНЫЕ ТЕЧЕНИЯ**

## **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:

13.03.01 (А9)	УК-1 — способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
24.03.05 (А9)	ПСК-1.2 — способность разрабатывать физические и математические модели процессов, протекающих в двигателях и энергоустановках летательных аппаратов
13.03.01 (А9)	ПСК-1.3 — способность проводить анализ процессов тепломассообмена с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования
24.03.05 (А9)	ПСК-1.4 — способность проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **УК-1 (13.03.01, А9)**

*знания:*

области применения современных пакетов тяжелого класса для решения практических задач, современные объектно-ориентированные технологии в обработке информации и научно-технических расчётах;

*умения:*

использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин; строить математические модели физических явлений и химических процессов;

*навыки:*

поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий для математического описания физических процессов.

## **ПСК-1.2 (24.03.05, А9)**

*знания:*

основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей, течений с дисперсной фазой;

*умения:*

рассчитывать термогазодинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течениях в каналах (трубах), проточных частях гидро-газодинамических машин;

*навыки:*

математического описания физических процессов, протекающих в двигателях и энергоустановках летательных аппаратов.

## **ПСК-1.3 (13.03.01, А9)**

*знания:*

принципы применения фундаментальных физических законов и современных информационных технологий в науке и предметной деятельности;

*умения:*

проводить расчеты физико-химических и термодинамических свойств газа, оценивать сопротивление и теплообмен частиц в газовых потоках;

*навыки:*

проведения типовых расчётов физико-химических свойств газа, термогазодинамических расчетов с учётом особенностей реальных газов и наличия твердых частиц в потоках для задач внешнего обтекания тел и внутренних течений в элементах теплотехнического и тепло-технологического оборудования.

## **ПСК-1.4 (24.03.05, А9)**

*знания:*

принципы применения фундаментальных физических законов и современных информационных технологий в науке и предметной деятельности;

*умения:*

проводить расчеты физико-химических и термодинамических свойств газа, оценивать сопротивление и теплообмен частиц в газовых потоках;

*навыки:*

проведения типовых расчётов физико-химических свойств газа, термогазодинамических расчетов с учётом особенностей реальных газов и наличия твердых частиц в потоках для задач

внешнего обтекания тел и внутренних течений в элементах двигательных установок летательных аппаратов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ГАЗОВЫЕ СМЕСИ И ДВУХФАЗНЫЕ ТЕЧЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлениям: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТЕРМОДИНАМИКА, АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА, РАЗНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕОРИЯ РАЗРЕЖЕННОГО ГАЗА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен осуществлять поиск, обработку и анализ информации из различных источников и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
- ОПК-2 — Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
- ОПК-3 — Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

### 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		УК-1 (13.03.01)	ПСК-1.2 (24.03.05)	ПСК-1.3 (13.03.01)	ПСК-1.4 (24.03.05)
4	7	Раздел 1. Введение в дисциплину. Основные уравнения термодинамики. Модель термически совершенного газа. Физические параметры газа. Смеси идеальных газов.	22	5	3	2	17	20	20	20	20
4	7	Раздел 2. Моделирование газовых смесей. Общие сведения о расчёте свойств газов. Уравнения состояния реальных газов. Равновесный состав газовой смеси и подходы к его расчёту. Атмосферный воздух как пример газовой смеси. Модели многокомпонентного высокотемпературного воздуха.	45	25	7	18	20	40	40	40	40
4	7	Раздел 3. Течения газа с частицами. Сопротивление и теплообмен частицы в газовом потоке. Формулы Стокса, Озеена, Хендерсона. Математические модели двухфазных течений. Континуальный подход, траекторный подход, кинетический подход. Методы описания турбулентных течений газовозвеси.	41	21	7	14	20	40	40	40	40
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	100	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Расчёт параметров термически совершенного газа и газовых смесей.	2
2	Раздел 2. Моделирование газовых смесей.	Моделирование высокоскоростного движения твердого тела в атмосфере Земли: построение геометрической и сеточной моделей для задачи внешнего обтекания тела; плоская двумерная и осесимметричная постановки; типы граничных условий.	6
3		Использование моделей идеального и реального газа в вычислительных программных комплексах.	6
4		Пользовательские функции и базы данных в современных программных комплексах. Использование результатов расчета равновесного состава газовой смеси в задачах внешнего обтекания тел высокоскоростным потоком. Импорт и анализ результатов расчета.	6
5	Раздел 3. Течения газа с частицами.	Вычислительное моделирование течений газа с частицами. Построение геометрической и сеточной моделей. Особенности задания начальных и граничных условий. Характеристики дисперсной фазы.	10
6		Визуализация течения газа с частицами и анализ полученных результатов.	4
Всего за 7 семестр			34

#### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов

1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Основные уравнения термодинамики. Расчёт параметров термически совершенного газа и газовых смесей.	17
2	Раздел 2. Моделирование газовых смесей.	Общие сведения о расчёте свойств газов. Уравнения состояния реальных газов. Равновесный состав газовой смеси и подходы к его расчёту. Атмосферный воздух как пример газовой смеси. Модели многокомпонентного высокотемпературного воздуха. Моделирование высокоскоростного движения твердого тела в атмосфере Земли: построение геометрической и сеточной моделей для задачи внешнего обтекания тела; плоская двумерная и осесимметричная постановки; типы граничных условий. Использование моделей идеального и реального газа в вычислительных программных комплексах. Пользовательские функции и базы данных в современных программных комплексах. Использование результатов расчета равновесного состава газовой смеси в задачах внешнего обтекания тел высокоскоростным потоком. Импорт и анализ результатов расчета. Оформление отчёта по индивидуальному заданию.	20
3	Раздел 3. Течения газа с частицами.	Сопротивление и теплообмен частицы в газовом потоке. Формулы Стокса, Озеена, Хендерсона. Математические модели двухфазных течений. Континуальный подход, траекторный подход, кинетический подход. Методы описания турбулентных течений газозвесей. Вычислительное моделирование течений газа с частицами. Построение геометрической и сеточной моделей. Особенности задания начальных и граничных условий. Характеристики дисперсной фазы. Визуализация течения газа с частицами и анализ полученных результатов. Оформление отчёта по индивидуальному заданию.	20
<b>Всего за 7 семестр</b>			<b>57</b>

#### 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
7		ТекК				ДР				ДР					Зад. СРС	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Зад. СРС – задания для самостоятельной работы;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- задания для самостоятельной работы;
- вопросы для текущего контроля.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Сахин. . Термодинамика энергетических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
2. В. Д. Беркут, В. М. Дорошенко, В. В. Ковтун. . Неравновесные физико-химические процессы в гиперзвуковой аэродинамике. М.: Энергоатомиздат, 1994, эл. рес.
3. В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. И. Русаков. . Физическая химия. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
4. Г. В. Белов. . Термодинамика. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
5. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012, 63 экз.
6. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 9 экз.
7. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Двухфазные течения. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. . Краткий справочник физико-химических величин. Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1983, 3 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

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

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

### 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](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 2019 Teaching Advanced;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Office;
4. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
5. Open Office;
6. WPS Office;
7. Octava.

### 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 2019 Teaching Advanced;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Office;
5. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
6. Open Office;
7. WPS Office;
8. Octava.

### **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 **ГАЗОВЫЕ СМЕСИ И ДВУХФАЗНЫЕ ТЕЧЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлениям: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

УК-1 (13.03.01) способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ПСК-1.2 (24.03.05) способность разрабатывать физические и математические модели процессов, протекающих в двигателях и энергоустановках летательных аппаратов;

ПСК-1.3 (13.03.01) способность проводить анализ процессов тепломассообмена с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования;

ПСК-1.4 (24.03.05) способность проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с моделированием газодинамических и тепломассообменных процессов в аэрокосмической технике, протекающих в условиях высокой интенсивности и взаимовлияния факторов различной физической природы. В курсе рассматриваются вопросы применения различных моделей сред, в том числе моделей реальных газов и методов описания многофазных систем. В рамках дисциплины предусмотрено освоение современных вычислительных программных средств и применение пользовательского программирования для уточнения применяемых моделей и повышения точности проведения вычислительных экспериментов и имитационного моделирования термогазодинамических процессов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- задания для самостоятельной работы;
- вопросы для текущего контроля.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 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.
<b>Раздел 1. Введение в дисциплину.</b>		
Основные уравнения термодинамики. Расчёт параметров термически совершенного газа и газовых смесей.	Г. В. Белов. . Термодинамика: Москва: Юрайт, 2020 (1-3) В. В. Сахин. . Термодинамика энергетических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1-4) . Краткий справочник физико- химических величин: Л.: Химия. Ленингр. отд-ние, 1983 (1)	17
Итого по разделу 1		17
<b>Раздел 2. Моделирование газовых смесей.</b>		
Общие сведения о расчёте свойств газов. Уравнения состояния реальных газов. Равновесный состав газовой смеси и подходы к его расчёту. Атмосферный воздух как пример газовой смеси. Модели многокомпонентного высокотемпературного воздуха. Моделирование высокоскоростного движения твердого тела в атмосфере Земли: построение геометрической и сеточной моделей для задачи внешнего обтекания тела; плоская двумерная и осесимметричная постановки; типы граничных условий. Использование моделей идеального и реального газа в вычислительных программных комплексах. Пользовательские функции и базы данных в современных программных комплексах. Использование результатов расчета равновесного состава газовой смеси в задачах внешнего обтекания тел высокоскоростным потоком. Импортрование и анализ результатов расчета. Оформление отчёта по индивидуальному заданию.	В. Н. Казин, Е. М. Плисс, А. И. Русаков. . Физическая химия: Москва: Юрайт, 2020 (1- 3) В. Д. Беркут, В. М. Дорошенко, В. В. Ковтун. . Неравновесные физико- химические процессы в гиперзвуковой аэродинамике: М.: Энергоатомиздат, 1994 (1-3) К. Н. Волков, В.	20

	Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (1-4)	
Итого по разделу 2		20
<b>Раздел 3. Течения газа с частицами.</b>		
Сопротивление и теплообмен частицы в газовом потоке. Формулы Стокса, Озеена, Хендерсона. Математические модели двухфазных течений. Континуальный подход, траекторный подход, кинетический подход. Методы описания турбулентных течений газовзвеси. Вычислительное моделирование течений газа с частицами. Построение геометрической и сеточной моделей. Особенности задания начальных и граничных условий. Характеристики дисперсной фазы. Визуализация течения газа с частицами и анализ полученных результатов. Оформление отчёта по индивидуальному заданию.	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (1-4) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Двухфазные течения: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1-3)	20
Итого по разделу 3		20

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- задания для самостоятельной работы;
- 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

собеседование по пройденному материалу, устные ответы на контрольные вопросы. Вопросы приведены в УМК дисциплины.

#### Задания для самостоятельной работы

В качестве индивидуального задания предлагается выполнить расчет обтекания тела, где параметры набегающего потока и форма тела выбирается по вариантам, согласно номеру по списку группы. Список заданий приведен в УМК дисциплины.

1. Необходимо для модели идеального газа провести расчеты с использованием двух различных граничных условий для входа в расчетную область.
2. Сравнить распределения термогазодинамических параметров, полученные с использованием граничных условий разных типов.
3. При использовании ГУ Pressure Inlet провести расчеты с использованием реального газа.
4. Создать пользовательский файл для базы данных с описанием кусочно-линейной зависимости термодинамических параметров газа от температуры.
5. Написать пользовательские функции для создания аппроксимационной зависимости плотности, теплоемкости и вязкости от температуры и давления методом наименьших квадратов. Использовать эти файлы для расчета.
6. Сравнить все полученные результаты
7. Провести расчет частиц в поле течения.

Задания для самостоятельной работы оформляются в виде отчёта о проделанной работе (пояснительной записки) по ГОСТ 2.105-2019, включающей текстовую часть с физической постановкой задачи, математической моделью, обоснованием выбора численного метода, результатами решения, графическое изображение, анализа полученных результатов и выводов.

Пояснительная записка с текстом, рисунками и графиками выполняется в редакторе "Word".

Отчет по практической работе должен содержать:

- постановку задачи, математическую модель и основные расчетные соотношения используемых методов решения, критерий сходимости;
- схему расчетной области с характеристиками сетки, краевыми и начальными условиями, реализованными в решаемом варианте;
- графическое представление полученных результатов;
- содержание исследовательского задания, результаты вычислительного моделирования, анализ и выводы по проведенным исследованиям.

Процедура защиты включает ответы на вопросы преподавателя по работе и разделу курса. В ходе защиты работы студенты должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы, умение определить место исследованного явления в конкретных технических процессах и устройствах, умение самостоятельно модифицировать математические модели и программные средства для целей конкретизации или расширения области приложения моделей, использованных в работе.

Критерии оценивания. Оценка защиты работы выставляется по 100 балльной шкале с учётом:

- выполнение практической работы в компьютерном классе – 20 баллов,
  - выполнение задания исследовательской части работы – 20 баллов,
  - оформление пояснительной записки – 20 баллов,
  - защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 40 баллов.
- Работа считается принятой при наборе студентом более 70 баллов. 70-80 баллов "удовлетворительно", 80-90 - "хорошо", 90-100 - "отлично".

### **Дифференцированный зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Используются две формы получения зачета:

**1. По результатам выполнения контрольных мероприятий в семестре**

При своевременном выполнении контрольных мероприятий, предусмотренных программой УМК дисциплины, в течение семестра, студент может получить итоговую оценку как среднеарифметическую по полученным в семестре.

**2. По результатам выполнения итогового теста, состоящего из 24 вопросов**

При выполнении всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой УМК дисциплины, для выведения итоговой оценки может быть проведен зачет в форме тестирования. Вопросы для проведения теоретического зачета представлены в УМК дисциплины.

При проведении зачета в форме тестирования, устанавливается соответствие количества правильных ответов и итоговой оценки:

- менее 60 % - не зачтено;
- от 60 до 80 % правильных ответов – удовлетворительно;
- от 81 до 90 % правильных ответов – хорошо;
- от 91 до 100 % правильных ответов – отлично.

Паспорт фонда оценочных средств

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		УК-1 (13.03.01)	ПСК-1.2 (24.03.05)	ПСК-1.3 (13.03.01)	ПСК-1.4 (24.03.05)	
4	7	Раздел 1. Введение в дисциплину.	22	5	3	2	17	20	20	20	20	Вопросы для текущего контроля
4	7	Раздел 2. Моделирование газовых смесей.	45	25	7	18	20	40	40	40	40	Задания для самостоятельной работы
4	7	Раздел 3. Течения газа с частицами.	41	21	7	14	20	40	40	40	40	Задания для самостоятельной работы
Всего за 7 семестр			108	51	17	34	57	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100	100	100	