

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_ Левихин А.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НЕСТАЦИОНАРНЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Направление/специальность подготовки	24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика
Специализация/профиль/программа подготовки	Гидроаэродинамика
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	8	3	108	52	26	13	13	56	0	0	56	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика**

год набора группы: 2025

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Чернышов Михаил Викторович, д.т.н., доцент, профессор

\_\_\_\_\_

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 НЕСТАЦИОНАРНЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**

## **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-2.1 — Способен разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов аэрогазодинамики и теплообмена

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПК-2.1**

*знания:*

Теория нестационарных и акустических процессов в энергетических установках авиационной и ракетно-космической техники;

*умения:*

Построение математических моделей нестационарных газодинамических процессов в энергетических установках;

*навыки:*

Владение основными аналитическими и численными методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем; основными методами теоретического и численного исследования физических и термохимических явлений, методами поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **НЕСТАЦИОНАРНЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ГАЗОВЫЕ СМЕСИ И ДВУХФАЗНЫЕ ТЕЧЕНИЯ, СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ, МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА**.

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
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПК-2.1 — Способен разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов аэрогазодинамики и теплообмена
- ПК-2.3 — Способен выполнять расчеты и эксперименты, а также оформлять результаты исследований и разработок по аэрогазодинамике и процессам теплообмена для элементов конструкции изделий авиационной и ракетно-космической техники
- ПК\*-2.4 — Способен проводить исследования по аэрогазодинамике и процессам теплообмена с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования

### 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		
4	8	<b>Раздел 1. Математический аппарат нестационарной газовой динамики.</b> Стационарные и нестационарные физические процессы. Число Струхала. Вывод уравнений нестационарной газовой динамики. Одномерные течения с плоской, осевой и сферической симметрией. Уравнения нестационарной газовой динамики в консервативной (дивергентной) и характеристической форме. Характеристики уравнений газовой динамики и их физический смысл. Отображение нестационарных газодинамических процессов на «плоскости событий».	18	8	4	2	2	10	25
4	8	<b>Раздел 2. Газодинамические разрывы.</b> Газодинамические разрывы. Условия совместности на контактных разрывах и ударных волнах. Основные соотношения, описывающие динамику ударной волны, её свойства и параметры спутного потока за ней. Способы задания ударной волны. Понятие о слабом разрыве и условия совместности на его поверхности. Акустическая теория ударных волн. Взрывная волна и ее свойства. Структура ударной волны («N-волна»), причины ее формирования. Автомодельность газодинамических процессов при взрыве (закон «кубического корня»). Переменные Садовского-Гопкинсона, Сахса. Эмпирические соотношения, описывающие параметры взрывной волны Косая ударная волна. Нормальное, регулярное и нерегулярное отражение косых ударных волн. Отражение взрывной волны при приповерхностном взрыве. Соответствие между отражением косых ударных (взрывных) волн и косых скачков уплотнения.	27	16	8	4	4	11	25
4	8	<b>Раздел 3. Волны Римана. Особые свойства бегущих волн.</b> Инварианты Римана. Прямая и обратная теоремы о простых волнах. Простые волны разрежения и сжатия. Способы задания волн Римана. Центрированные волны, «градиентная катастрофа» течения, зарождение ударных волн в поле течения волны сжатия Свойства особых ударных волн и волн Римана. Экстремальные параметры течения за бегущими волнами Фокусировка ударных волн. Использование фокусировки ударных и взрывных волн для усиления механического воздействия. Элементарная теория детонационной волны. Основные закономерности и уравнения теории волн детонации и дефлаграции.	31	16	8	4	4	15	25
4	8	<b>Раздел 4. Взаимодействие газодинамических разрывов и бегущих волн.</b> Задача Римана о распаде разрыва, ее прикладное значение, включая задачи вычислительной гидрогазодинамики. Сводимость взаимодействия газодинамических разрывов к задаче Римана. Взаимодействие догоняющих и встречных ударных волн. Рефракция ударной волны на контактом разрыве. Понятие акустического импеданса и его физический смысл. Влияние пористых экранов и преград на параметры ударной волны. Практические занятия: Механическое воздействие взрывных волн. Ноксология взрыва. Расчёт поражающих факторов (влияние взрывной волны на животных, поражающие факторы взрыва топливно-воздушной смеси).	32	12	6	3	3	20	25
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	52	26	13	13	56	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	52	26	13	13	56	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Математический аппарат нестационарной газовой динамики.	Задачи метода характеристик, начальные и граничные условия	2
2	Раздел 2. Газодинамические разрывы.	Разнообразие элементарных задач метода характеристик и способы их численного решения	4
3	Раздел 3. Волны Римана. Особые свойства бегущих волн.	Задача о распаде разрыва в ударной трубе и методы ее решения. Применение задачи о распаде разрыва в разностных схемах вычислительной гидрогазодинамики. Схемы С.К. Годунова, Ошера-Соломона	4
4	Раздел 4. Взаимодействие газодинамических	Анализ, оформление, защита и обсуждение результатов, достигнутых при выполнении предшествующих практических занятий и лабораторных работ	3

	разрывов и бегущих волн.	
<b>Всего за 8 семестр</b>		<b>13</b>

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Математический аппарат нестационарной газовой динамики.	Решение первой элементарной задачи метода характеристик	2
2	Раздел 2. Газодинамические разрывы.	Расчет распространения воздушной ударной волны методом «взрывающегося объема» с помощью программных пакетов вычислительной гидрогазодинамики	4
3	Раздел 3. Волны Римана. Особые свойства бегущих волн.	Расчет распада разрыва давления в ударной трубе и последующих газодинамических процессов. Экспериментальная верификация полученных результатов	4
4	Раздел 4. Взаимодействие газодинамических разрывов и бегущих волн.	Математическое моделирование динамики поршня в вертикальной или наклонной ударной трубе. Оформление и защита отчетов по выполненным лабораторным работам	3
<b>Всего за 8 семестр</b>			<b>13</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Математический аппарат нестационарной газовой динамики.	Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы	5
2		Выполнение лабораторной работы 1.	5
3	Раздел 2. Газодинамические разрывы.	Выполнение лабораторной работы 2.	3
4		Выполнение лабораторной работы 3.	3
5		Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы	5
6	Раздел 3. Волны Римана. Особые свойства бегущих волн.	Выполнение лабораторной работы 4	3
7		Выполнение лабораторной работы 5	3
8		Выполнение расчёта процессов, протекающих в ударной трубе, в рамках одномерной математической модели в соответствии с индивидуальным заданием	3
9		Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы	6
10	Раздел 4. Взаимодействие газодинамических разрывов и бегущих волн.	Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы	6
11		Выполнение лабораторной работы 6	5
12		Выполнение расчёта процессов, протекающих в ударной трубе, в рамках одномерной математической модели в соответствии с индивидуальным заданием. Сравнение полученных результатов с результатами вычислительных экспериментов, моделирующих распад разрыва в двумерной и трехмерной осесимметричных постановках. Защита выполненных работ.	9
Всего за 8 семестр			56

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8		ЛР	ТекК	ЛР	ЛР	ДР	ЛР	ТекК	ТекК	ДР		ЛР, Зад. СРС

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Зад. СРС – задания для самостоятельной работы.

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Теория горения и взрыва. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.
2. В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, 70 экз.
3. Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 51 экз.
4. Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
5. Н. В. Быков. . Газовая динамика. Одномерные течения совершенного газа. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов. СПб.: Астерион, 2006, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Вопросы оборонной техники. Серия 16;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

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

1. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### 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. Matlab 2015a SP1;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### 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. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
2. Matlab 2015a SP1.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Установка для изучения истечения газа из баллона;
2. Установка длинный трубопровод для определения коэффициента трения;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced.

### **6.4. 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 **НЕСТАЦИОНАРНЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-2.1 Способен разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов аэрогазодинамики и теплообмена.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическим и вычислительным моделированием нестационарных газодинамических процессов, основами проведения акустических измерений и обработки экспериментальных данных.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**26 ч.**), практические занятия (**13 ч.**), лабораторный практикум (**13 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 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. Математический аппарат нестационарной газовой динамики.</b>		
Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы	. Теория горения и взрыва: Москва: Юрайт, 2019 (1) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1,2)	5
Выполнение лабораторной работы 1.	СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1,2)	5
Итого по разделу 1		10
<b>Раздел 2. Газодинамические разрывы.</b>		
Выполнение лабораторной работы 2.	Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1, 2)	3
Выполнение лабораторной работы 3.	. Теория горения и взрыва: Москва: Юрайт, 2019 (2) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2)	3
Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы	Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (2)	5
Итого по разделу 2		11
<b>Раздел 3. Волны Римана. Особые свойства бегущих волн.</b>		
Выполнение лабораторной работы 4	. Теория горения и взрыва: Москва: Юрайт, 2019 (3)	3
Выполнение лабораторной работы 5	В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (3, 4, 8)	3
Выполнение расчёта процессов, протекающих в ударной трубе, в рамках одномерной математической модели в соответствии с индивидуальным заданием	Е. А. Знаменский. .	6
Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы		

	Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (3, 4)	
Итого по разделу 3		15
<b>Раздел 4. Взаимодействие газодинамических разрывов и бегущих волн.</b>		
Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы	Н. В. Быков. . Газовая динамика. Одномерные течения совершенного газа: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (1-3)	6
Выполнение лабораторной работы 6	. Теория горения и взрыва: Москва: Юрайт, 2019 (4)	5
Выполнение расчёта процессов, протекающих в ударной трубе, в рамках одномерной математической модели в соответствии с индивидуальным заданием. Сравнение полученных результатов с результатами вычислительных экспериментов, моделирующих распад разрыва в двумерной и трехмерной осесимметричных постановках. Защита выполненных работ.	Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (3-6, 8) В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5-7)	9
Итого по разделу 4		20

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

### 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

Ответы на контрольные вопросы по определенным разделам дисциплины осуществляются в устной форме. Студенту задаются 3 вопроса в рамках изучаемого раздела, для успешной аттестации необходимо правильно ответить на 2 и выше вопросов. Ответ на вопрос должен быть правильным, содержательным, аргументированным.

Список контрольных вопросов представлен в УМК.

#### Лабораторная работа

Отчёт по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчёта по лабораторной работе. Защита отчёта происходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае, если оформление отчёта и поведение студента во время защиты соответствует указанным требованиям, преподаватель принимает лабораторную работу как сданную.

Основаниями для непринятия или не защиты лабораторной работы являются:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках, отсутствие названия графика),
- отсутствие необходимых разделов,
- отсутствие необходимого графического материала,
- некорректная обработка результатов измерения.

#### Задания для самостоятельной работы

Задание для самостоятельной работы выдаётся преподавателем на занятии. Сдача работы включает в себя отчёт объемом работы – не менее 10 стр. Пояснительная записка с текстом, расчётами, рисунками и графиками может быть представлена в рукописном виде, либо выполняется в редакторе “Word”, либо с использованием издательской системы LaTeX.

Процедура защиты включает ответы на вопросы преподавателя, выступление с презентацией результатов и последующим групповым обсуждением темы. В ходе защиты работы обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

Оценка выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- оформление пояснительной записки – 30 баллов,
- постановка доклада и доклад – 30 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 40 баллов.

Распределение баллов по элементам:

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы - 7 баллов;
- соответствие целям и задачам дисциплины - 7 баллов;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение - 8 баллов;
- логичность и последовательность в изложении материала - 8 баллов;
- способность к работе с литературными источниками, интернет-ресурсами, справочной и

энциклопедической литературой - 8 баллов;

- объем исследованной литературы и других источников информации - 7 баллов;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников - 7 баллов;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса - 7 баллов;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию - 7 баллов;
- навыки планирования и управления временем при выполнении работы - 7 баллов;
- обоснованность выводов - 7 баллов;
- наличие авторской аннотации к реферату - 7 баллов;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) - 7 баллов;
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста) - 6 баллов.

Оценка выставляется следующим образом:

- при наборе студентом более 70 баллов – "считать выполненной".

### **Экзамен**

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме экзамена, к которому допускается обучающийся при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий. Экзамен проводится в форме ответов на 2 вопроса экзаменационного билета. Комплект билетов входит в состав УМК дисциплины. Итоги сдачи экзамена оцениваются следующим образом:

- полный правильный ответ на оба вопроса – отлично;
- полный правильный ответ на один из вопросов с дополнительным собеседованием по второму – хорошо;
- неполные ответы на оба вопроса с дополнительным собеседованием по их тематике – удовлетворительно;
- неправильные ответы и неготовность к собеседованию по темам билета – неудовлетворительно.

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	Лабораторный практикум	Практические занятия			
4	8	Раздел 1. Математический аппарат нестационарной газовой динамики.	18	8	4	2	2	10	25	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
4	8	Раздел 2. Газодинамические разрывы.	27	16	8	4	4	11	25	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
4	8	Раздел 3. Волны Римана. Особые свойства бегущих волн.	31	16	8	4	4	15	25	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа, Задания для самостоятельной работы
4	8	Раздел 4. Взаимодействие газодинамических разрывов и бегущих волн.	32	12	6	3	3	20	25	Лабораторная работа, Задания для самостоятельной работы
Всего за 8 семестр			108	52	26	13	13	56	100	
Всего по дисциплине			108	52	26	13	13	56	100	



## Оценочные материалы по дисциплине НЕСТАЦИОНАРНЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

### ПК-2.1 - Способен разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов аэрогазодинамики и теплообмена

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Инварианты Римана сохраняются в:
- а) Ударных волнах.
  - б) Простых волнах и равномерных течениях.
  - в) Контактных разрывах.
  - г) Вязких течениях.
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Для ударных волн справедливо:
- а) Увеличение давления и температуры.
  - б) Необратимость процесса.
  - в) Сохранение энтропии.
  - г) Уменьшение скорости потока.
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Волны разрежения Римана характеризуются:
- а) Постоянством инвариантов Римана.
  - б) Увеличением давления.
  - в) Уменьшением плотности.
  - г) Образованием скачков уплотнения.
- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между типами разрывов (слева) и их свойствами (справа):
- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1. Ударная волна     | а) Разрыв плотности и температуры при равенстве давления и нормальной скорости. |
| 2. Контактный разрыв | б) Непрерывность параметров, но разрыв их производных.                          |
| 3. Слабый разрыв     | в) Увеличение давления и температуры, необратимый процесс.                      |
|                      | г) Сохранение всех параметров, включая производные.                             |
|                      | д) Увеличение давления, уменьшение температуры                                  |
- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие типы разрывов возможны в нестационарных газодинамических течениях? Приведите примеры.
- № 6 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Как можно охарактеризовать число Струхала?

- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Температура газа на ударной волне:
- а) Уменьшается.
  - б) Увеличивается.
  - в) Остается постоянной.
  - г) Может как увеличиваться, так и уменьшаться.
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Простые волны Римана описываются:
- а) Уравнением Навье-Стокса.
  - б) Инвариантами Римана.
  - в) Законом Фурье.
  - г) Уравнением Бернулли.
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие условия выполняются на слабом разрыве?
- а) Непрерывность давления и скорости.
  - б) Разрыв плотности.
  - в) Разрыв производных параметров.
  - г) Разрыв энтропии.
- № 10 Прочитайте текст и установите соответствие  
Соотнесите термины (слева) и их определения (справа):
- |                      |  |
|----------------------|--|
| 1. Число Струхала    | а) Поверхность, где разрывны производные параметров, но сами параметры непрерывны. |
| 2. Контактный разрыв | б) Безразмерный параметр, характеризующий нестационарность течения.                |
| 3. Адиабата Гюгонио  | в) Кривая, описывающая изменение состояния газа при прохождении ударной волны.     |
| 4. Слабый разрыв     | г) Раздел двух потоков с разными температурами, но одинаковой скоростью.           |
|                      | д) Сохраняется в простых волнах  |
|                      | г) Прямая, описывающая изменение состояния газа при прохождении ударной волны.     |
- № 11 Прочитайте текст и установите последовательность  
Расположите этапы решения задачи о распаде разрыва в ударной трубе:
- а) Определение параметров ударной волны.
  - б) Расчет контактного разрыва.
  - в) Нахождение волны разрежения.
  - г) Задание начальных условий (давление, плотность).
- № 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите порядок изменения температуры газа при прохождении через разрывы (от наименьшего к наибольшему):

- а) Слабый разрыв.
- б) Контактный разрыв.
- в) Волна разрежения.
- г) Ударная волна.