

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ Левихин А.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ

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	7	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)**

24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2026

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

ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ

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:

Знание об ударно-волновых и взрывных процессах;

умения:

Рассчитывать параметры взрывных и ударных волн и оценивать их опасность для инженерных конструкций и биообъектов;

навыки:

Использования пакетов вычислительной гидроаэромеханики и самостоятельного проведения быстрых оценочных инженерных расчетов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ** 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: **РАЗНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, АЭРОГИДРОГАЗОДИНАМИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НЕСТАЦИОНАРНЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ПРАКТИКУМ В ГИДРОАЭРОДИНАМИКЕ**.

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
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

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	7	Раздел 1. Взрывные явления и причины их возникновения. Феноменология взрывных явлений. Взрывоопасные вещества и факторы. Физические и химические взрывы в энергетических и двигательных установках. Взрывы конденсированных веществ и топливно-воздушных смесей. Взрывная волна, её структура и причины формирования. Закон подобия взрывов («закон кубического корня»). Переменные Садовского-Гопкинсона, Сахса. Эмпирические соотношения для расчёта параметров воздушной ударной волны.	22	10	5	5	12	20
4	7	Раздел 2. Взрывные волны при физических взрывах, детонации и горении газовых и гетерогенных смесей. Физические взрывы первого, второго, третьего рода. Взрывные волны при расширении газовых объемов высокого давления, газопылевых и парожидкостных систем, перегретой жидкости. Параметры взрывных волн при детонации облаков горючих газовых смесей. Импульсные ветровые нагрузки приповерхностного взрыва. Трансляционное воздействие взрыва.	22	10	6	4	12	20
4	7	Раздел 3. Подводные взрывы. Параметры ударных волн при подводном взрыве газообразных и конденсированных веществ. Подводные газовые взрывы.	21	8	6	2	13	20
4	7	Раздел 4. Ноксология взрыва. Поражающие факторы взрыва. Критерии фугасного поражения. Метод диаграмм «давление – импульс». Диаграммы поражения при различных видах взрывного воздействия. Расчет и анализ фугасного поражения при физических взрывах, осколочного, теплового и трансляционного воздействия. Комплексное поражающее действие взрыва на человека. Прямое и побочное воздействие взрывной волны. Критерии осколочного, теплового, трансляционного и токсического поражения.	21	11	8	3	10	20
4	7	Раздел 5. Взрывозащита конструкций и биообъектов. Традиционные и особые способы снижения взрывных нагрузок: контактное и бесконтактное размещение в защитной оболочке, вакуумирование, применение перфорированных перегородок и гранулированных материалов, пористых и слоистых экранов. Ударные волны в газах, сыпучих средах и двухфазных смесях. Релаксационные многофазные среды. Подавление ударных волн релаксационными системами. Взрывозащитные материалы и конструкции. Технические средства и системы взрывозащиты и взрывоподавления. Разрушаемые локализаторы взрыва, взрывозащитные устройства смешанного типа.	22	12	9	3	10	20
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Взрывные явления и причины их возникновения.	Расчет и оценка поражающих факторов взрыва топливно-воздушной смеси	2
2		Расчет и анализ параметров взрывной волны и спутного потока за ней. Оценка параметров взрывной волны в ближней зоне	3
3	Раздел 2. Взрывные волны при физических взрывах, детонации и горении газовых и гетерогенных смесей.	Расчет стационарной маховской конфигурации ударных волн с подвижной главной волной	2
4		Расчет приповерхностного взрыва, параметров спутного потока за взрывной волной и его трансляционного воздействия. Расчет ударно-волновой структуры приповерхностного взрыва методом ударных поляр	2
5	Раздел 3. Подводные взрывы.	Расчет параметров ударной волны подводного взрыва и ее поражающего воздействия	2
6	Раздел 4. Ноксология взрыва.	Расчет поражающих факторов воздействия взрыва на человека и другие биообъекты	1
7		Расчет поражающих факторов взрывной волны в импульсных газодинамических установках	2
8	Раздел 5. Взрывозащита конструкций и биообъектов.	Расчет эффективности полуоткрытого взрывозащитного устройства («взрывозащитной урны»). Расчет эффективности взрывозащитного устройства комбинированного типа	3

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Взрывные явления и причины их возникновения.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	12
2	Раздел 2. Взрывные волны при физических взрывах, детонации и горении газовых и гетерогенных смесей.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	12
3	Раздел 3. Подводные взрывы.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	13
4	Раздел 4. Ноксология взрыва.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	10
5	Раздел 5. Взрывозащита конструкций и биообъектов.	Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	10
Всего за 7 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
7				ВРЗД		ДР	ТекК		ВРЗД	ДР	ТекК	ВРЗД				ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- вопросы для текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва. Санкт-Петербург: Лань, 2022, 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.

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.

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 - 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.

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. 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 **ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ** 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 ударно-волновыми и взрывными процессами, в том числе вызванных импульсным энерговыделением, в авиационной и ракетной технике, включая энергетические и двигательные установки летательных аппаратов. Учебная дисциплина, дающая прикладное представление о динамике ударно-волновых процессов, предваряет содержание дисциплины "Нестационарные и акустические процессы", в рамках которой рассматривается более широкий круг вопросов на более высоком теоретическом уровне.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы по разделу;
- вопросы для текущего контроля.

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. Взрывные явления и причины их возникновения.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (1, 2) В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Взрывобезопасность: СПб.: Астерион, 2006 (1) Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (1)	12
Итого по разделу 1		12
Раздел 2. Взрывные волны при физических взрывах, детонации и горении газовых и гетерогенных смесей.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (2) Е. А. Знаменский. . Ударное и кумулятивное действие артиллерийских боеприпасов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (2) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (3, 4)	12
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Подводные взрывы.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	В. Н. Усков. . Бегущие одномерные волны: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (2, 4, 6) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (2, 3) В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (3)	13
Итого по разделу 3		13
Раздел 4. Ноксология взрыва.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Взрывобезопасность: СПб.: Астерион, 2006 (4-7) Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (5-7)	10

	В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (4)	
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Взрывозащита конструкций и биообъектов.		
Изучение лекционных материалов. Подготовка к практическим занятиям. Анализ результатов расчётов	Б. Е. Гельфанд, М. В. Сильников. . Баротермическое действие взрывов: СПб.: Астерион, 2006 (8-12) В. Л. Адамян. . Теория горения и взрыва: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (5)	10
Итого по разделу 5		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- вопросы для текущего контроля;
- 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 по разделу

Ответы на контрольные вопросы по разделу 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.

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.

Зачет

Итоговый контроль по дисциплине за 7 семестр проходит в форме зачёта, включающего в себя два контрольных вопроса по выбору преподавателя из списка вопросов для собеседования по разделам дисциплины при условии успешной защиты отчётов по практическим заданиям. Знания, умения и навыки студентов при контроле в форме зачёта определяются "зачтено", "не зачтено". "Зачтено" - студент знает курс на уровне основного учебного материала, дополнительной учебной, научной и методологической литературы, умеет привести разные точки зрения по излагаемому вопросу. "Не зачтено" - студент имеет пробелы в знании основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренной программой заданий.

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	7	Раздел 1. Взрывные явления и причины их возникновения.	22	10	5	5	12	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы по разделу
4	7	Раздел 2. Взрывные волны при физических взрывах, детонации и горении газовых и гетерогенных смесей.	22	10	6	4	12	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы по разделу
4	7	Раздел 3. Подводные взрывы.	21	8	6	2	13	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы по разделу
4	7	Раздел 4. Ноксология взрыва.	21	11	8	3	10	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы по разделу
4	7	Раздел 5. Взрывозащита конструкций и биообъектов.	22	12	9	3	10	20	Вопросы для текущего контроля, Вопросы по разделу
Всего за 7 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

Оценочные материалы по дисциплине ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ

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
Опишите физическую природу тангенциального разрыва в газовой динамике.
- № 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой процесс описывает адиабата Ренкина-Гюгонио?
- а) Изоэнтропное течение
 - б) Изменение параметров на скачке уплотнения
 - в) Волну разрежения Прандтля-Майера
 - г) Тангенциальный разрыв
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие утверждения верны для скачка уплотнения?
- а) Нормальная составляющая скорости уменьшается
 - б) Давление торможения не сохраняется
 - в) Температура торможения изменяется
 - г) Касательная составляющая скорости сохраняется
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие типы отражения скачка возможны от твёрдой поверхности?
- а) Регулярное
 - б) Маховское
 - в) Диффузное
 - г) Нормальное
- № 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Объясните, почему при маховском отражении давление торможения минимально за главным скачком.
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность
Определите в правильной последовательности этапы расчёта параметров ударной волны:
- а) Определение энергии взрыва
 - б) Расчёт амплитуды давления
 - в) Оценка импульса
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Что сохраняется на тангенциальном разрыве?
- а) Нормальная скорость
 - б) Статическое давление
 - в) Температура торможения

- г) Плотность
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
При каком отражении скачка образуется тройная точка?
- а) Регулярном
- б) Маховском
- в) Нормальном
- г) Диффузном
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Какие параметры характеризуют взрывную волну?
- а) Амплитуда избыточного давления
- б) Импульс давления
- в) Число Маха
- г) Время фазы сжатия
- № 10 Прочитайте текст и установите соответствие
Сопоставьте термин (слева) с определением (справа)
- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Прямой скачок уплотнения | A. Всегда переводит сверхзвуковой поток в дозвуковой |
| 2. Тангенциальный разрыв | B. Сохраняет статическое давление и коллинеарность скоростей |
| 3. Адиабата Лапласа-Пуассона | C. Описывается адиабатой Ренкина-Гюгонио |
| 4. Тройная точка | D. Характеризует изоэнтропное течение |
| | E. Возникает при маховском отражении |
| | F. Определяет поражающее действие взрыва |
| | G. Связана с изменением показателя адиабаты |
- № 11 Прочитайте текст и установите соответствие
Соотнесите вид скачка уплотнения (слева) с его графическим представлением при численном решении задач на плоскости ударных полях (справа)
- | | |
|---|---|
| 1. Прямой скачок уплотнения | A – нижняя точка (основание) ударной поляры |
| 2. Косой скачок уплотнения со сверхзвуковым течением за ним | B – точка на верхней ветви ударной поляры |
| 3. Сильный косой скачок уплотнения | B – точка на нижней ветви ударной поляры |
| 4. Скачок уплотнения, выродившийся в слабое возмущение | Г – верхняя точка на ударной поляре |
| | Д – средняя точка на верхней между верхней и нижней полярой |

Е) Нет точек ни на одной поляре

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Распределите процессы, происходящие при взрыве заряда на некоторой высоте над твердой поверхностью, начиная с самого раннего:

А – регулярное отражение

Б – маховское отражение

В – нормальное отражение

Г – вырождение ударной волны в слабое (акустическое) возмущение

Д – формирование взрывной волны