

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГИДРОАЭРОДИНАМИКА ОБЪЕКТОВ

Направление/специальность подготовки	24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика
Специализация/профиль/программа подготовки	Физическое и вычислительное моделирование теплоаэродинамических и теплогидравлических процессов
Уровень высшего образования	Магистратура
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	
5	9	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)

24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Емельянов Владислав Николаевич, д.т.н., профессор, 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

ГИДРОАЭРОДИНАМИКА ОБЪЕКТОВ

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:

ПСК-1/24.3 — способность формулировать задачи расчетного исследования по аэрогазодинамике и процессам теплообмена изделий АРКТ, выбирать и адаптировать коммерческое программное обеспечение под решаемую задачу, выделять определяющие факторы внешних воздействий при формулировке задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1/24.3

знания:

на уровне представлений: основы численных методов; основные законы физики;

на уровне воспроизведения: методы моделирования процессов гидроаэродинамики, высокоинтенсивных процессов, в которых имеет место быстрое изменение параметров;

на уровне понимания: принципы применения современных информационных технологий в науке и предметной деятельности;

умения:

теоретические: строить математические модели физических явлений, использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин;

практические: анализировать результаты вычислительного эксперимента; использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин; работать на компьютере;

навыки:

владения основными методами теоретического и численного исследования физических явлений, методами поиска и обработки информации как вручную, так и с применением современных информационных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ГИДРОАЭРОДИНАМИКА ОБЪЕКТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **ТЕЧЕНИЕ ГАЗА С ЧАСТИЦАМИ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

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		ПСК-1/24.3
5	9	Раздел 1. Раздел 1. Цели и задачи прикладной гидрогазодинамики. Примеры прикладных задач гидроаэродинамики объектов. Роль в прогнозных и поисковых исследованиях.	7	1	1	0	6	10
5	9	Раздел 2. Законы сохранения и основные уравнения. Иерархия моделей. Подobie и автомодельность. Интегральная форма законов сохранения. Потoki, источники и силы. Дифференциальные формы основных уравнений для иерархии моделей (нульмерные, одномерные, многомерные в пространственной иерархии, стационарные, квазистационарные нестационарные по временной иерархии). Подobie явлений. Критерии подобия, как отношения сил и потоков, характерных времен и размеров. Критерии подобия, как безразмерные комплексы в системе уравнений. Подobie и размерность. Пи теорема. Понятие автомодельности.	25	11	3	8	14	20
5	9	Раздел 3. Модели и методы прикладной гидрогазодинамики. Модель изoэнтропического течения идеального совершенного газа. Газодинамические функции. Комплекс программ для газодинамических функций. Скачки уплотнения и ударные волны в газах. Комплекс программ ударноволновой газодинамики. Течения разрежения. Модели стационарной газодинамики и программные средства для решения базовых задач. Модели нестационарной газодинамики. Задача о распаде разрыва и с программными средствами ее реализации. Нестационарная газодинамика газа с кубическим уравнением состояния.	27	15	5	10	12	20
5	9	Раздел 4. Течения в соплах. Газодинамика диффузоров и конфузоров. Газодинамика эжектора. Виды и конструкции сопел реактивных двигателей. Стационарные и нестационарные режимы работы сопла. Отрыв потока при истечении из сопла в среду с противодавлением. Способы создания управляющих усилий. Утопленное поворотное сопло. Управление вдувом газа. Дефлекторы, интерцепторы и газовые рули. Качественное описание газодинамических эффектов. Создание тяги. Стендовая тяга пустотная тяга. Отрыв потока и тяговые характеристики. Квазиодномерная газодинамика сопла.	24	12	4	8	12	15
5	9	Раздел 5. Аэродинамика отрыва потока. Качественные картины отрывных течений. Отрыв сверхзвукового потока за уступом. Понятие разделяющей линии тока. Схема Корста расчета отрыва. Отрыв сверхзвукового потока пере ступенькой. Трехмерный отрыв. Линии стекания и растекания. Тепловые нагрузки при отрыве. Нестационарные процессы.	12	6	2	4	6	20
5	9	Раздел 6. Аэрогазодинамика высокоскоростных течений. Конус в сверхзвуковом потоке. Затупленное тело в сверхзвуковом потоке. Формула Ньютона для сопротивления тел. Реальный газ. Равновесный высокотемпературный воздух. Скачки уплотнения в равновесном высокотемпературном воздухе.	13	6	2	4	7	15
Всего за 9 семестр			108	51	17	34	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Законы сохранения и основные уравнения. Иерархия моделей. Подobie и автомодельность.	Процессы переноса в гидрогазодинамике. Определение потоков для модельных течений.	8
2	Раздел 3. Модели и методы прикладной гидрогазодинамики.	Освоение практической работы с базой программных средств для газодинамических функций. И базой программ для ударных волн и скачков уплотнения. Решение базовых прикладных задач. Практическая работа с программной базой для течений разрежения и программной базой нестационарной газодинамики.	10
3	Раздел 4. Течения в соплах. Газодинамика диффузоров и конфузоров.	Освоение практической работы с расчётом нестационарной газодинамики соплового канала.	8

	Газодинамика эжектора.		
4	Раздел 5. Аэродинамика отрыва потока.	Моделирование отрывных течений. Изучение влияния различных параметров на формирование отрывной области.	4
5	Раздел 6. Аэрогазодинамика высокоскоростных течений.	Практические задачи высокоскоростных обтеканий объектов.	4
Всего за 9 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Цели и задачи прикладной гидрогазодинамики.	Изучение материала раздела.	6
2	Раздел 2. Законы сохранения и основные уравнения. Иерархия моделей. Подobie и автомодельность.	Выполнение практического задания: "Решение задачи Римана".	12
3		Изучение материала раздела.	2
4	Раздел 3. Модели и методы прикладной гидрогазодинамики.	Выполнение практического задания: "Газодинамические функции". Выполнение практического задания: "Нестационарная газодинамика".	10
5		Изучение материала раздела.	2
6	Раздел 4. Течения в соплах. Газодинамика диффузоров и конфузоров. Газодинамика эжектора.	Выполнение практического задания: "Моделирование газодинамических процессов в сопловом канале".	10
7		Изучение материала раздела.	2
8	Раздел 5. Аэродинамика отрыва потока.	Изучение материала раздела.	6
9	Раздел 6. Аэрогазодинамика высокоскоростных течений.	Изучение материала раздела.	7
Всего за 9 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
9	КВ	Отч. по ПЗ			ДР				ДР	Отч. по ПЗ		КВ		Отч. по ПЗ	ДР	диф. зач.	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- КВ – контрольные вопросы;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- контрольные вопросы;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Лунёв. . Гиперзвуковая аэродинамика. М.: Машиностроение, 1975, 5 экз.
2. Г. А. Тирский, В. И. Сахаров, В. Л. Ковалёв. . Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011, эл. рес.
3. Г. Н. Абрамович. . Прикладная газовая динамика. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976, 35 экз.
4. И. П. Гинзбург. . Прикладная гидрогазодинамика. Л.: Изд-во ЛГУ, 1958, 183 экз.
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, И. В. Тетерина. . Газовые течения в соплах энергоустановок. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017, 50 экз.
7. К. Н. Волков, Ю. Н. Дерюгин, В. Н. Емельянов. . Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014, 10 экз.
8. С. В. Белов, Я. В. Кондров, Е. В. Осипов. . Гиперзвуковая аэродинамика. Оренбург: Изд-во ОГУ, 2017, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
3. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — 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. 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. 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 **ГИДРОАЭРОДИНАМИКА ОБЪЕКТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.03 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*:

ПСК-1/24.3 способность формулировать задачи расчетного исследования по аэрогазодинамике и процессам теплообмена изделий АРКТ, выбирать и адаптировать коммерческое программное обеспечение под решаемую задачу, выделять определяющие факторы внешних воздействий при формулировке задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными проблемами гидроаэродинамики объектов, современными проблемами аэродинамики гиперзвуковых скоростей. Основная задача преподавать теоретические основы, физическую сущность и дать практические навыки по анализу устройства и процессов, реализующихся в аппаратах в зависимости от их функционального назначения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контрольные вопросы;
- отчет по практическому заданию.

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.
Раздел 1. Раздел 1. Цели и задачи прикладной гидрогазодинамики.		
Изучение материала раздела.	Г. Н. Абрамович. . Прикладная газовая динамика: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976 (1,2) С. В. Белов, Я. В. Кондров, Е. В. Осипов. . Гиперзвуковая аэродинамика: Оренбург: Изд-во ОГУ, 2017 (1,2,3)	6
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Законы сохранения и основные уравнения. Иерархия моделей. Подобие и автомодельность.		
Выполнение практического задания: "Решение задачи Римана".	И. П. Гинзбург. . Прикладная гидрогазодинамика: Л.: Изд-во ЛГУ, 1958 (1 - 5)	12
Изучение материала раздела.	В. В. Лунёв. . Гиперзвуковая аэродинамика: М.: Машиностроение, 1975 (1 - 4)	2
Итого по разделу 2		14
Раздел 3. Модели и методы прикладной гидрогазодинамики.		
Выполнение практического задания: "Газодинамические функции".	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (1 - 4)	10
Выполнение практического задания: "Нестационарная газодинамика".	К. Н. Волков, Ю. Н. Дерюгин, В. Н. Емельянов. . Разностные схемы в задачах газовой динамики на неструктурированных сетках: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014 (1 - 3)	2
Изучение материала раздела.		
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Течения в соплах. Газодинамика диффузоров и конфузоров. Газодинамика эжектора.		
Выполнение практического задания: "Моделирование газодинамических процессов в сопловом канале".	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, И. В. Тетерина. . Газовые течения в соплах энергоустановок: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017 (1 - 4)	10
Изучение материала раздела.		2
Итого по разделу 4		12
Раздел 5. Аэродинамика отрыва потока.		
Изучение материала раздела.	Г. Н. Абрамович. . Прикладная газовая динамика: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976 (1-6)	6
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Аэрогазодинамика высокоскоростных течений.		
Изучение материала раздела.	Г. А. Тирский, В. И. Сахаров, В. Л. Ковалёв. . Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 (1 - 6)	7
Итого по разделу 6		7

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольные вопросы;
- отчет по практическому заданию;
- 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.

Контрольные вопросы

Критерии оценивания ответов на контрольные вопросы

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:

- Дифференциальные формы основных уравнений для иерархии моделей.
- Подобие явлений.
- Критерии подобия, как безразмерные комплексы в системе уравнений.
- Пи теорема.
- Газодинамические функции.
- Кубическое уравнение состояния.
- Определения силы лобового сопротивления, подъемной силы, боковой силы.
- Изменение силы тяги двигателя по высоте.
- Каких величин достигает удельная тяга в вакууме для современных ЖРД, РДТТ.
- Газодинамика диффузоров.
- Газодинамика конфузоров.
- Газодинамика эжектора.
- Способы создания управляющих усилий в сопловом канале.
- Органы управления для создания управляющих сил и моментов.
- Математическая модель аэродинамики с учетом химических реакций.
- Интегральная форма уравнений газодинамики. Формулировка для покоящегося, движущегося и подвижного объемов.
- Дифференциальная форма уравнений газодинамики. Консервативные и физические переменные.
- Моделирование газодинамических процессов: размерность модели; уровень физической сложности.
- Схема Корста расчета отрыва.
- Отрыв сверхзвукового потока за уступом.
- Задача о распаде произвольного разрыва. Вычисление потоков на основе задачи о распаде разрыва.
- Течение в плоском и осесимметричном канале.
- Конус в сверхзвуковом потоке.
- Затупленное тело в сверхзвуковом потоке.
- Формула Ньютона для сопротивления тел.
- Дискретизация на основе методов конечного объема и схемы распада произвольного разрыва.
- Равновесный высокотемпературный воздух.
- Скачки уплотнения в равновесном высокотемпературном воздухе.

Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию (ПЗ) представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по ПЗ. Отчет по ПЗ должен содержать:

- постановку задачи, математическую модель и основные расчетные соотношения используемых

методов решения;

- 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.

Защита ПЗ проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. Процедура защиты включает ответы на вопросы преподавателя по работе и разделу курса. В ходе защиты ПЗ обучающиеся должны продемонстрировать знания, умения и навыки:

- культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала,
- понимание постановки задачи, знание основных элементов математической модели, формулировка начальных и граничных условий, обоснование основных упрощающих положений;
- умение определить место исследованного явления в конкретных технических процессах и устройствах;
- умение анализировать полученные результаты и умение прогнозировать характер процессов в технических устройствах на основании полученных данных;
- умение самостоятельно модифицировать математические модели и программные средства для целей конкретизации или расширения области приложения моделей, использованных в работе.

Оценка защиты работы выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- выполнение ПЗ – 40 баллов,
- оформление пояснительной записки – 20 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 40 баллов.

ПЗ считается принятой при наборе более 80 баллов.

Перечень практических заданий приведен в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Дифференцированный зачет, включает в себя два теоретических вопроса по выбору преподавателя из списка вопросов по разделам дисциплины. Перечень вопросов для дифференцированного зачета приведен в УМК дисциплины.

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 «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 «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 «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 «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

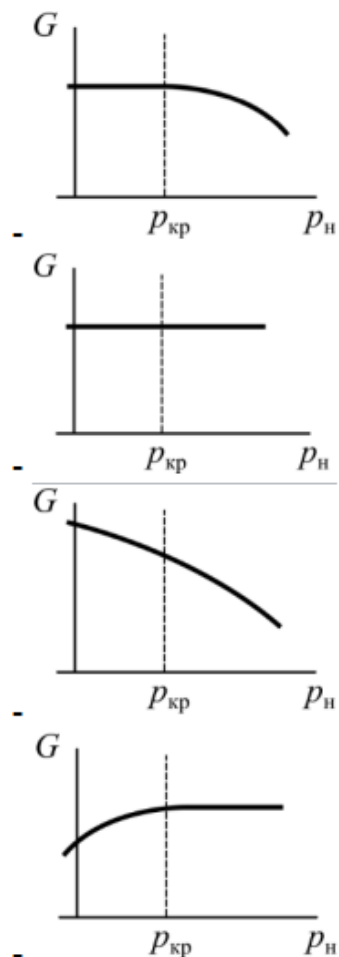
Паспорт фонда оценочных средств

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		ПСК-1/24.3	
5	9	Раздел 1. Раздел 1. Цели и задачи прикладной гидрогазодинамики.	7	1	1	0	6	10	Контрольные вопросы
5	9	Раздел 2. Законы сохранения и основные уравнения. Иерархия моделей. Подобие и автомодельность.	25	11	3	8	14	20	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 3. Модели и методы прикладной гидрогазодинамики.	27	15	5	10	12	20	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 4. Течения в соплах. Газодинамика диффузоров и конфузоров. Газодинамика эжектора.	24	12	4	8	12	15	Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 5. Аэродинамика отрыва потока.	12	6	2	4	6	20	Контрольные вопросы
5	9	Раздел 6. Аэрогазодинамика высокоскоростных течений.	13	6	2	4	7	15	Контрольные вопросы
Всего за 9 семестр			108	51	17	34	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	

Критерии оценивания

ПСК-1/24.3

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 В газах при высоких температурах протекают процессы, связанные с изменением газовых компонентов. Часто такие процессы инициируются ударом по молекуле или атому посторонней частицей, концентрация которой не меняется. Такую частицу называют ударным партнером.
- Назовите процесс в двухатомном газе (или смеси двухатомных газов), который соответствует реакции:
- $$A_2 + M = A + A + M$$
- № 2 В газах при высоких температурах протекают процессы, связанные с изменением газовых компонентов. Часто такие процессы инициируются ударом по молекуле или атому посторонней частицей, концентрация которой не меняется. Такую частицу называют ударным партнером.
- Назовите процесс в двухатомном газе (или смеси двухатомных газов), который соответствует реакции:
- $$A + M = A^+ + e^- + M$$
- № 3 В газах при высоких температурах протекают процессы, связанные с изменением газовых компонентов. Часто такие процессы инициируются ударом по молекуле или атому посторонней частицей, концентрация которой не меняется. Такую частицу называют ударным партнером.
- Назовите процесс в двухатомном газе (или смеси двухатомных газов), который соответствует реакции:
- $$A + B + M = AB + M$$
- № 4 Напишите адиабату Пуассона
- № 5 Как называется единица измерения, которая записывается через основные единицы системы СИ следующим образом:
- $$\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2$$
- № 6 Как называется единица измерения, которая записывается через основные единицы системы СИ следующим образом:
- $$\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$$
- № 7 Как называется единица измерения, которая записывается через основные единицы системы СИ следующим образом:
- $$\text{кг} / \text{м} \cdot \text{с}^2$$
- № 8 Как называется единица измерения, которая записывается через основные единицы системы СИ следующим образом:
- $$\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^3$$
- № 9 В технической физике часто используются сокращенные наименования определенных газов. Одним из таких газов является ЭЛЕГАЗ. Расшифруйте данное наименование
- № 10 Сухой воздух является смесь различных компонентов, входящих с объемными концентрациями. Какие три газа имеют наибольшую долю в сухом воздухе.
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Рассматривается истечение идеального газа из сосуда, в котором поддерживается постоянное давление p_0 , во внешнюю среду, давление в которой p_n может меняться. При критическом истечении через отверстие в в нем устанавливается давление $p_{кр}$.
- Выбрать картину зависимости расхода от внешнего давления, которая качественно верно отражает процесс.



№ 2

В плоском течении идеального газа при переходе через косой скачок уплотнения происходит изменение параметров газа и направлении движения. Получаемые за скачком параметры отвечают законам сохранения, физическим и энтропийным требованиям.

Из представленных схем линий тока на косом скачке уплотнения выберите ту картину, которая качественно верно отражает процесс перехода через скачок.

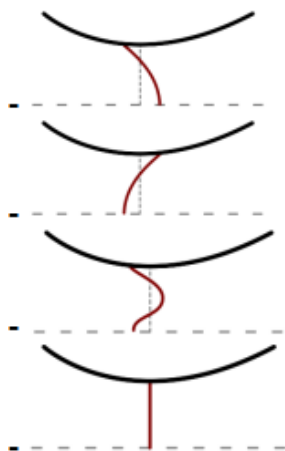


№ 3

При течении газа по соплу Лавала в области его горла происходит переход от дозвукового к сверхзвуковому течению. Поверхность, на которой скорость газа становится равной местной скорости звука, называется звуковой поверхностью.

Для плоского или осесимметричного течения на схемах эта поверхность представляется линией (звуковой линией).

Из представленных здесь схем поведения звуковой линии в трансзвуковой области сопла выберите ту схему, которая качественно верно отображает газодинамическую картину трансзвуковой области



№ 4 Из объема, в котором поддерживаются постоянные значения давления и температуры, через отверстие постоянного сечения происходит наполнение сосуда, имеющего теплоизолированную оболочку. Газ можно считать идеальным и не принимать во внимание особенности процесса, связанные с реальностью свойств газа. Что происходит с температурой газа в сосуде по мере его наполнения?

- Температура в процессе наполнения уменьшается.
- Температура в процессе наполнения возрастает.
- Характер изменения температуры зависит от перепада давления на отверстии подачи газа. При наличии критического перепада на отверстии температура в сосуде не меняется, после превышения критического перепада происходит рост температуры.
- Характер изменения температуры зависит от перепада давления на отверстии подачи газа. При наличии критического перепада на отверстии температура в сосуде увеличивается, после превышения критического перепада температура остается постоянной.

№ 5 Из теплоизолированного сосуда конечного объема, в котором были установлены начальные значения давления и температуры, через отверстие начинается истечение газа в окружающую среду. Происходит опорожнение сосуда. Сосуд теплоизолирован, газ считается идеальным. Что происходит с температурой газа в сосуде?

- Температура в процессе наполнения уменьшается.
- Температура в процессе наполнения возрастает.
- Характер изменения температуры зависит от перепада давления на отверстии подачи газа. При наличии критического перепада на отверстии температура в сосуде не меняется, после превышения критического перепада происходит рост температуры.
- Характер изменения температуры зависит от перепада давления на отверстии подачи газа. При наличии критического перепада на отверстии температура в сосуде увеличивается, после превышения критического перепада температура остается постоянной.

№ 6 Указать верную запись тензора внутренних напряжений Ньютоновской среды

$$\begin{aligned}
& - p\delta_{ij} + \mu \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \operatorname{div} (v\delta_{ij}) \\
& - -p\delta_{ij} + \mu \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \mu \operatorname{div} (v\delta_{ij}) \\
& - -p\delta_{ij} + \mu \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \mu \operatorname{div} \\
& - -p\delta_{ij} + \mu \left(\frac{\partial v_i}{\partial x_j} - \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \mu \operatorname{div} (v)
\end{aligned}$$

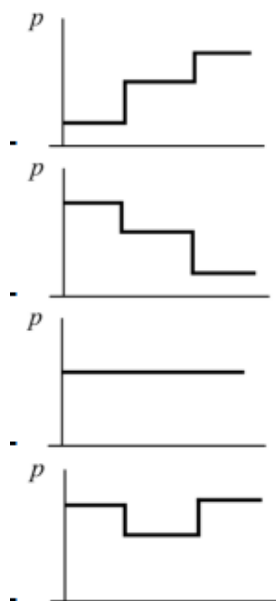
№ 7

Сверхзвуковой поток течет вдоль стенки. Приходящий косой скачок уплотнения регулярно отражается от стенки. Вдоль стенки на некотором расстоянии от неё перемещается приемник полного давления, показания которого регистрируются.

На картине приведена схема ударно-волновой структуры и пути приемника (пунктирная линия).

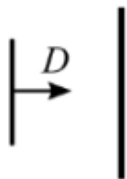


Выбрать качественно правильную картину показаний приемника.



№ 8

Плоская ударная волна бежит по неподвижному газу к плоской бесконечной твердой поверхности (картина натекания показана на рисунке).



Из предложенных вариантов взаимодействия ударной волны со стенкой выберите вариант, качественно верно описывающий поведение параметров газа в области стенки после взаимодействия.

- Возникает отраженная ударная волна, движущаяся от стенки. Между стенкой и ударной волной газ движется вслед за ударной волной. Давление в этой области увеличено по сравнению с давлением до взаимодействия.

- № 9
- Возникает отраженная ударная волна, движущаяся от стеки. Между стенкой и ударной волной газ находится в состоянии покоя. Давление в этой области увеличено по сравнению с давлением до взаимодействия.
 - Ударная волна исчезает на стенке. Во всей области устанавливаются параметры газа, отвечающие условиям за набегающей на стенку волной.
 - Возникает отраженная волна разрежения, движущаяся от стеки. Между стенкой и волной газ движется от стенки. Давление в этой области уменьшено по сравнению с давлением до взаимодействия.
- При полете в воздухе с гиперзвуковой скоростью затупленного тела образуется отошедший от тела скачок уплотнения, центральная часть которого подобна прямому скачку уплотнения.
- Параметры газа за этим скачком отличаются от параметров, которые соответствуют теории скачков в идеальном газе. Причина этого – реакции, протекающие в высокотемпературном воздухе.
- Выберите верное на Ваш взгляд отличие параметров за скачком уплотнения от случая идеального газа.
- Температура за скачком существенно снижается по сравнению с идеальным газом
 - Температура за скачком существенно повышается по сравнению с идеальным газом
 - Температура за скачком остается неизменной по сравнению с идеальным газом. Давление существенно повышается
 - Температура за скачком остается неизменной по сравнению с идеальным газом. Давление существенно понижается
- № 10
- Одним из разделов теоретической гидродинамики является теория струй идеальной несжимаемой жидкости. Положения этой теории часто используются при решении практических задач. На основе этой теории строится решение задачи о кумулятивных боеприпасах.
- Выберите верное на Ваш взгляд положение о свойствах течения в струе идеальной несжимаемой жидкости.
- Давление во всей области течения постоянно
 - Температура во всем поле течения является постоянной
 - Скорость на границе струи имеет постоянную величину
 - Количество движения материальной частицы во всей области течения постоянно