


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 СТРУИ. ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ

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	
6	11	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	ЭКЗ.

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: 2022

Программу составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Овчинникова Ольга Константиновна, к.т.н., доцент




Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Яковчук Михаил Сергеевич, 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 СТРУИ. ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ

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-1.01 — способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидроаэродинамики и теплообмена
ПСК-1.02 — способность анализировать и обобщать результаты физического и вычислительного экспериментов в области гидроаэродинамики и теплообмена, обеспечивать их практическую реализацию
ПСК-1.04 — способностью к проведению научных исследований в области баллистики, динамики и управления полетами аэрокосмических аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1.01

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 многомерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей;

умения:

использовать математический аппарат и информационные технологии при изучении естественнонаучных дисциплин; строить математические модели физических явлений; рассчитывать гидродинамические параметры струйных течений;

навыки:

проведения расчета процессов тепломассопереноса, основных аналитических и численных методов решения алгебраических и дифференциальных уравнений и их систем.

ПСК-1.02

знания:

основные методы физических и вычислительных экспериментов в предметной области, принципы применения фундаментальных физических законов и современных информационных технологий в науке и предметной деятельности;

умения:

проводить экспериментальную, вычислительную и математическую оценку физико-химических и термодинамических свойств газовых струй, обрабатывать таблицы экспериментальных данных; составлять и анализировать зависимости термогазодинамических и физико-химических параметров газовых потоков;

навыки:

проведения типовых расчётов физико-химических и термогазодинамических свойств газовых струй.

ПСК-1.04

знания:

основные уравнения гидрогазодинамики и тепломассопереноса, принимаемые допущения; методики расчета газодинамических и термодинамических процессов струй с физико-химическими превращениями;

умения:

разрабатывать физические и математические модели газодинамических и термодинамических процессов струйных течений;

навыки:

физико-математического моделирования струйных течений; проведения типовых расчетов газодинамики и тепломассообмена.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ГАЗОВЫЕ СТРУИ. ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.03 Баллистика и гидроаэродинамика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAD/CAM/CAE-СИСТЕМ, СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АЭРОГИДРОМЕХАНИКИ, ТЕЧЕНИЕ ГАЗА С ЧАСТИЦАМИ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ С ФАЗОВЫМИ ПЕРЕХОДАМИ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию и производству объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий
- ОПК-5 — Способен осуществлять научный поиск и разрабатывать новые подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
- ПСК-1.01 — способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидроаэродинамики и теплообмена
- ПСК-1.02 — способность анализировать и обобщать результаты физического и вычислительного экспериментов в области гидроаэродинамики и теплообмена, обеспечивать их практическую реализацию
- ПСК-1.03 — готовность к профессиональной эксплуатации современных прикладных программных средств вычислительного моделирования
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

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-1.01	ПСК-1.02	ПСК-1.04
6	11	Раздел 1. Введение. История развития исследований струйных течений. Классификация струйных течений. Вклад учёных БГТУ ВОЕНМЕХ в создание полноценной теории сверхзвуковых струй.	12	4	4	0	8	12	12	12
6	11	Раздел 2. Дозвуковые струи. Струи идеального газа. Ламинарные струи. Ламинарно - турбулентный переход. Общие свойства турбулентной струи. Изменение параметров по длине турбулентной струи. Основной участок турбулентной струи в затопленном пространстве и спутном потоке. Влияние неизобаричности турбулентной струи на закономерности её распространения. Применение дозвуковых струй в различных областях промышленности.	13	6	4	2	7	12	12	12
6	11	Раздел 3. Сверхзвуковые струи идеальной сжимаемой жидкости. Структура и основные свойства сверхзвуковых струй. Влияние формы сопла на формирование сверхзвуковых струй. Околоосевое приближение. Модельные построения в окрестности оси недорасширенной струи. О положении центрального скачка уплотнения в недорасширенной струе. Оценка эффектов, связанных с искривлением центрального скачка. Расчет границы и висячего скачка в недорасширенной струе.	13	6	4	2	7	12	12	12
6	11	Раздел 4. Истечение струй в вакуум. Картина и основные закономерности стационарного истечения в вакуум идеального совершенного газа. Приближенные методы расчета стационарного истечения идеального совершенного газа. Стационарное истечение идеального релаксирующего газа. Стационарное истечение плазмы. Нестационарное истечение газа из внезапно включенного источника. Влияние вязкости и разреженности на истечение газа в вакуум.	13	6	4	2	7	12	12	12
6	11	Раздел 5. Истечение струй реального газа в затопленное пространство и спутный поток. Влияние вязкости на течение на начальном участке струи. Турбулентные перерасширенные затопленные струи. Турбулентные недорасширенные затопленные струи. Турбулентные недорасширенные спутные струи. Ламинарные недорасширенные струи. Струи плазмы. Особенности установления стационарного истечения в затопленное пространство.	15	8	6	2	7	13	13	13
6	11	Раздел 6. Сверхзвуковые струи разреженного газа. Особенности газодинамики разреженных струй. Граница области сплошного течения при истечении газа в вакуум. Свободномолекулярное истечение газа в вакуум. Приближенный расчет релаксации поступательных степеней свободы при свободном расширении газа. О расчете истечения разреженного газа. Взаимодействие струй с гиперзвуковым потоком в свободно-молекулярном режиме. Экспериментальные данные о структуре и параметрах струй разреженного газа при истечении в затопленное пространство.	13	6	4	2	7	13	13	13
6	11	Раздел 7. Типы течений, возникающих при взаимодействии сверхзвуковой струи с безграничной плоской преградой. Осесимметричное течение с центральной циркуляционной зоной в ударном слое. Осесимметричное взаимодействие с преградой струи конечной фиксированной нерасчётности. Автоколебательные режимы. Пространственное взаимодействие с одной и двумя плоскостями симметрии. Течение в соосных и встречных сверхзвуковых струях.	14	7	4	3	7	13	13	13
6	11	Раздел 8. Взаимодействие с преградой вязких и разреженных сверхзвуковых струй. Влияние вязкости на формирование автоколебательных режимов и циркуляционных зон. Определение режима взаимодействия струи ракетного двигателя с поверхностью космического аппарата. Применение метода локального взаимодействия для расчёта нормального и касательного напряжений при взаимодействии струи ракетного двигателя с поверхностью космического аппарата.	15	8	4	4	7	13	13	13
Всего за 11 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Дозвуковые струи.	Ламинарно - турбулентный переход	2
2	Раздел 3. Сверхзвуковые струи идеальной сжимаемой жидкости.	Расчет границы и висячего скачка в недорасширенной струе	2

3	Раздел 4. Истечение струй в вакуум.	Влияние вязкости и разреженности на истечение газа в вакуум	2
4	Раздел 5. Истечение струй реального газа в затопленное пространство и спутный поток.	Турбулентные перерасширенные затопленные струи. Турбулентные недорасширенные затопленные струи	2
5	Раздел 6. Сверхзвуковые струи разреженного газа.	Граница области сплошного течения при истечении газа в вакуум	2
6	Раздел 7. Типы течений, возникающих при взаимодействии сверхзвуковой струи с безграничной плоской преградой.	Осесимметричное течение с центральной циркуляционной зоной в ударном слое. Течение в соосных и встречных сверхзвуковых струях.	3
7	Раздел 8. Взаимодействие с преградой вязких и разреженных сверхзвуковых струй.	Применение метода локального взаимодействия для расчёта нормального и касательного напряжений при взаимодействии струи ракетного двигателя с поверхностью космического аппарата.	4
Всего за 11 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение дидактических единиц и теоретического материала	8
2	Раздел 2. Дозвуковые струи.	Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	7
3	Раздел 3. Сверхзвуковые струи идеальной сжимаемой жидкости.	Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	7
4	Раздел 4. Истечение струй в вакуум.	Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	7
5	Раздел 5. Истечение струй реального газа в затопленное пространство и спутный поток.	Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	7
6	Раздел 6. Сверхзвуковые струи разреженного газа.	Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	7
7	Раздел 7. Типы течений, возникающих при взаимодействии сверхзвуковой струи с безграничной плоской преградой.	Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	7
8	Раздел 8. Взаимодействие с преградой вязких и разреженных сверхзвуковых струй.	Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	7
Всего за 11 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
11					ТекК	ДР			ТекК	ДР					ТекК	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Н. Волков. Введение в кинетическую теорию разреженного газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, 161 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. Е. И. Соколов, В. П. Суслов. . Взаимодействие сверхзвуковой струи газа с поверхностью в вакууме. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003, 119 экз.
5. И. А. Белов, С. А. Исаев. . Моделирование турбулентных течений. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001, 16 экз.
6. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012, 63 экз.
7. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, В. А. Зазимко. . Турбулентные струи - статистические модели и моделирование крупных вихрей. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013, 30 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. Г. А. Акимов. . Развитие теоретической и прикладной газодинамики школой профессора И. П. Гинзбурга. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, 2 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. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — 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»;
3. <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. Microsoft Office;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. 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. Microsoft Office;
2. Ansys Multiphysics 2019 Teaching Advanced;
3. 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 **ГАЗОВЫЕ СТРУИ. ТЕОРИЯ И ПРИЛОЖЕНИЯ** 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-1.01 способность разрабатывать физические и математические модели совокупности процессов гидроаэродинамики и теплообмена;

ПСК-1.02 способность анализировать и обобщать результаты физического и вычислительного экспериментов в области гидроаэродинамики и теплообмена, обеспечивать их практическую реализацию;

ПСК-1.04 способностью к проведению научных исследований в области баллистики, динамики и управления полетами аэрокосмических аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическим, физическим, вычислительным и имитационным моделированием струйных течений, а также с практическими приложениями струй в инженерных задачах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

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. Введение.		
Изучение дидактических единиц и теоретического материала	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, В. А. Зазимко. . Турбулентные струи - статистические модели и моделирование крупных вихрей: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013 (1) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (1) Г. А. Акимов. . Развитие теоретической и прикладной газодинамики школой профессора И. П. Гинзбурга: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1)	8
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Дозвуковые струи.		
Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (1)	7
Итого по разделу 2		7
Раздел 3. Сверхзвуковые струи идеальной сжимаемой жидкости.		
Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (11)	7
Итого по разделу 3		7
Раздел 4. Истечение струй в вакуум.		
Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (7-9) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, В. А. Зазимко. . Турбулентные струи - статистические модели и моделирование крупных вихрей: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013 (2-5) Г. Н. Абрамович. . Прикладная газовая динамика: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1976 (1)	7
Итого по разделу 4		7
Раздел 5. Истечение струй реального газа в затопленное пространство и спут-ный поток.		
Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (3)	7

Итого по разделу 5		7
Раздел 6. Сверхзвуковые струи разреженного газа.		
Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	<p>А. Н. Волков. Введение в кинетическую теорию разреженного газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (1)</p> <p>К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (8)</p> <p>К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, В. А. Зазимко. . Турбулентные струи - статистические модели и моделирование крупных вихрей: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013 (7-12)</p>	7
Итого по разделу 6		7
Раздел 7. Типы течений, возникающих при взаимодействии сверхзвуковой струи с безграничной плоской преградой.		
Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	<p>Г. А. Акимов. . Развитие теоретической и прикладной газодинамики школой профессора И. П. Гинзбурга: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1)</p> <p>И. А. Белов, С. А. Исаев. . Моделирование турбулентных течений: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (2)</p> <p>К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (9)</p>	7
Итого по разделу 7		7
Раздел 8. Взаимодействие с преградой вязких и разреженных сверхзвуковых струй.		
Изучение дидактических единиц и теоретического материала, подготовка к практическим занятиям	<p>К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (12)</p> <p>Г. А. Акимов. . Развитие теоретической и прикладной газодинамики школой профессора И. П. Гинзбурга: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (2-3)</p> <p>Г. А. Тирский, В. И. Сахаров, В. Л. Ковалёв. . Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 (1-4)</p> <p>Е. И. Соколов, В. П. Суслов. . Взаимодействие сверхзвуковой струи газа с поверхностью в вакууме: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2003 (1)</p>	7
Итого по разделу 8		7

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- 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

Вопросы для текущего контроля охватывают содержание разделов дисциплины и приведены в УМК дисциплины.

Экзамен

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.

Экзаменационная оценка выставляется по результатам выполнения итогового теста, состоящего из 30 вопросов, перечень которых представлен в УМК дисциплины.

При проведении итогов тестирования, устанавливается соответствие количества правильных ответов и итоговой оценки:

- менее 60 % - не зачтено;
- от 61 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		ПСК-1.01	ПСК-1.02	ПСК-1.04	
6	11	Раздел 1. Введение.	12	4	4	0	8	12	12	12	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 2. Дозвуковые струи.	13	6	4	2	7	12	12	12	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 3. Сверхзвуковые струи идеальной сжимаемой жидкости.	13	6	4	2	7	12	12	12	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 4. Истечение струй в вакуум.	13	6	4	2	7	12	12	12	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 5. Истечение струй реального газа в затопленное пространство и спут-ный поток.	15	8	6	2	7	13	13	13	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 6. Сверхзвуковые струи разреженного газа.	13	6	4	2	7	13	13	13	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 7. Типы течений, возникающих при взаимодействии сверхзвуковой струи с безграничной плоской преградой.	14	7	4	3	7	13	13	13	Вопросы для текущего контроля
6	11	Раздел 8. Взаимодействие с преградой вязких и разреженных сверхзвуковых струй.	15	8	4	4	7	13	13	13	Вопросы для текущего контроля
Всего за 11 семестр			108	51	34	17	57	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	100	