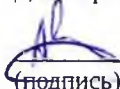


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
 «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
 (БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГАЗОДИН.И ТЕПЛОБМЕН ВЫСОКОЭНТ.ПРОЦЕССОВ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	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)

24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2022

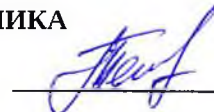
Программу составил:

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

ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН ВЫСОКОЭНТАЛЬПИЙНЫХ 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:

УК-1 — способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
ПСК-1.1 — способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники
ПСК-1.3 — способность выполнять расчеты параметров рабочего процесса, теплового состояния и характеристик двигателей и энергоустановок летательных аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

УК-1

умения:

Поиск, критический анализ и синтез информации, находящейся в свободном доступе в сети Интернет, о развитии современной техники в области высокоскоростной сверхзвуковой авиации и ракетной техники;

навыки:

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

ПСК-1.1

знания:

Фундаментальные знания особенностей газовой динамики и теплообмена в высокоскоростных течениях;

умения:

Расчет газодинамических процессов при взаимодействии высокоэнтальпийного потока с летательным аппаратом;

навыки:

Оценка аэродинамических характеристик, механических и тепловых нагрузок на воздухозаборник энергетической установки гиперзвукового летательного аппарата.

ПСК-1.3

знания:

Теоретические сведения, позволяющие оценить внешние динамические и тепловые нагрузки на поверхность двигательной установки летательного аппарата;

умения:

Анализ результатов вычислительного эксперимента с привлечением методов математической статистики и информационных технологий; использование математического аппарата и современных информационных технологий; использование основных математических программ, программ отображения результатов, публикации, поиска информации через Интернет, пользование электронной почтой;

навыки:

Расчет гиперзвукового течения вокруг двигательной установки.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН ВЫСОКОЭНТАЛЬПИЙНЫХ 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: **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕПЛОПЕРЕДАЧА, ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА, АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ И ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, УСТРОЙСТВО, ОСНОВЫ ТЕОРИИ И КОНСТРУКЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛА, ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА УДАРНО-ВОЛНОВЫХ И ВЗРЫВНЫХ ПРОЦЕССОВ, МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ.**

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-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития отрасли двигателестроения и энергетической техники
- ПСК-1.1 — способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники
- ПСК-1.2 — способность разрабатывать физические и математические модели процессов, протекающих в двигателях и энергоустановках летательных аппаратов
- ПСК-1.3 — способность выполнять расчеты параметров рабочего процесса, теплового состояния и характеристик двигателей и энергоустановок летательных аппаратов
- ПСК-1.4 — способность проводить анализ тепловых и газодинамических процессов с использованием современных информационных технологий, готовность к профессиональной эксплуатации современных средств вычислительного моделирования
- УК-1 — Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
- УК-2 — Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

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		УК-1	ПСК-1.1	ПСК-1.3
4	8	Раздел 1. Общие сведения о высокоэнтальпийных процессах. Классическая теория течений с большими сверхзвуковыми скоростями. Историческая справка. Место отечественных ученых в развитии данной области знаний. Течения газа с большой сверхзвуковой скоростью. Толщина ударного слоя. Предельное решение для тонкого ударного слоя. Закон сопротивления Ньютона, формула Буземана, метод пограничного слоя и закон плоских сечений. Использование конечных соотношений на газодинамических разрывах. Влияние малого затупления кромки летательного аппарата. Оптимизация аэродинамических форм, связь с теорией оптимальных ударно-волновых систем и взаимодействия газодинамических разрывов.	15	7	4	0	3	8	20	20	20
4	8	Раздел 2. Физические и математические модели гиперзвуковых течений. Физико-химические процессы в газе при гиперзвуковых скоростях полёта. Физические модели течения неравновесных смесей газов. Скорости релаксации и химических реакций. Полная система уравнений движения газа с физико-химическими превращениями.	19	10	6	0	4	9	20	20	20
4	8	Раздел 3. Основные виды и свойства течений, формирующихся при обтекании тел гиперзвуковым потоком. Сильные ударные волны. Зона релаксации за ударным фронтом. Структура и некоторые свойства уравнений течения реального газа. Простые волны в замороженных и равновесных течениях. Парадокс двух скоростей звука. Центрированная волна в неравновесном газе. Общий закон подобия гиперзвукового обтекания тел несовершенным реальным газом.	25	12	6	4	2	13	20	20	20
4	8	Раздел 4. Вязкие гиперзвуковые течения. Интегральный учет влияния реальных свойств газа в высокоэнтальпийном слое. Пространственные течения около притуплённых тел. Треугольная пластина с притуплёнными кромками. Классификация режимов обтекания гиперзвукового аппарата. Вязкий ударный слой. Режимы взаимодействия, пограничного слоя, переходный и свободномолекулярный. Роль учета вязко-невязкого взаимодействия в задачах современной гиперзвуковой аэродинамики. Методы локальной газодинамики в гиперзвуковых течениях.	28	14	6	6	2	14	20	20	20
4	8	Раздел 5. Тепловые потоки к поверхности гиперзвукового летательного аппарата. Некоторые методы расчёта конвективных тепловых потоков к простейшим телам. Соотношения, описывающие ламинарный и турбулентный слой на клине. Формулы Фэя-Риддела, Кемпа-Риддела. Радиационно-равновесная температура. Формулы Артура и Уильямса. Решение Гулларда для замороженного пограничного слоя на каталитической стенке, Ингера - с учётом реакций в пограничном слое и на стенке. Особенности ламинарно-турбулентного перехода в гиперзвуковых течениях. Реламинизация.	21	9	4	3	2	12	20	20	20
Всего за 8 семестр			108	52	26	13	13	56	100	100	100
Всего по дисциплине			108	52	26	13	13	56	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общие сведения о высокоэнтальпийных процессах. Классическая теория течений с большими сверхзвуковыми скоростями.	Основы метода характеристик для расчета течений газа с большой сверхзвуковой скоростью. Элементарные задачи метода характеристик	3
2	Раздел 2. Физические и математические модели гиперзвуковых течений.	Прямая задача расчета газовых течений с большой сверхзвуковой скоростью	2
3		Расчет взаимодействия косого скачка уплотнения с	2

		последующей волной разрежения или сжатия	
4	Раздел 3. Основные виды и свойства течений, формирующихся при обтекании тел гиперзвуковым потоком.	Расчет аэродинамических характеристик плоского тела, совершающего полет с большой сверхзвуковой скоростью, по самостоятельно разработанным программам	2
5	Раздел 4. Вязкие гиперзвуковые течения.	Расчет аэродинамических характеристик плоского тела, совершающего полет с большой сверхзвуковой скоростью, с использованием метода волн и скачков	2
6	Раздел 5. Тепловые потоки к поверхности гиперзвукового летательного аппарата.	Сравнение результатов расчета аэродинамических характеристик плоского тела, полученных различными методами. Анализ результатов, полученных в ходе практических занятий и лабораторных работ, оформление и защита отчёта	2
Всего за 8 семестр			13

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Основные виды и свойства течений, формирующихся при обтекании тел гиперзвуковым потоком.	Расчет аэродинамических характеристик плоского тела, совершающего полет с большой сверхзвуковой скоростью, с помощью прикладных программных пакетов вычислительной аэрогазодинамики	4
2	Раздел 4. Вязкие гиперзвуковые течения.	Расчет аэродинамических характеристик плоского тела, совершающего полет с большой сверхзвуковой скоростью, с использованием метода Ньютона (приближение «ньютоновского ударного слоя»)	3
3		Расчет аэродинамических характеристик плоского тела, совершающего полет с большой сверхзвуковой скоростью, с использованием метода касательных клиньев	3
4	Раздел 5. Тепловые потоки к поверхности гиперзвукового летательного аппарата.	Расчет аэродинамических характеристик плоского тела, совершающего полет с гиперзвуковой скоростью, с учетом физико-химических превращений	3
Всего за 8 семестр			13

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общие сведения о высокоэнтальпийных процессах. Классическая теория течений с большими сверхзвуковыми скоростями.	Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы.	8
2	Раздел 2. Физические и математические модели гиперзвуковых течений.	Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы	9
3	Раздел 3. Основные виды и свойства течений, формирующихся при обтекании тел гиперзвуковым потоком.	Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы. Подготовка к лабораторным работам и написание отчёта.	13
4	Раздел 4. Вязкие гиперзвуковые течения.	Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы. Подготовка к лабораторным работам и написание отчёта.	14
5	Раздел 5. Тепловые потоки к поверхности гиперзвукового летательного аппарата.	Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы. Подготовка к лабораторным работам и написание отчёта.	12
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	13
8			ЛР, ТекК			ДР	ЛР, ТекК			ДР		ТекК	

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- лабораторная 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. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. Аэродинамика. М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.
2. А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. . Аэродинамика. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, эл. рес.
3. В. Д. Беркут, В. М. Дорошенко, В. В. Ковтун. . Неравновесные физико-химические процессы в гиперзвуковой аэродинамике. М.: Энергоатомиздат, 1994, эл. рес.
4. В. Н. Емельянов, В. А. Анисимов, И. В. Тетерина. . Моделирование высокоинтенсивных процессов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
5. И. А. Балаганский. . Основы баллистики и аэродинамики. Новосибирск: НГТУ, 2017, эл. рес.
6. К. Н. Волков, В. И. Запрягаев, В. Н. Емельянов. . Визуализация данных физического и математического моделирования в газовой динамике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018, 6 экз.
7. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012, 63 экз.
8. М. Г. Моисеев. . Трение и теплообмен в аэродинамике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
9. М. Г. Моисеев. . Основы аэрогазодинамики. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006, эл. рес.
10. С. В. Белов, Я. В. Кондров, Е. В. Осипов. . Гиперзвуковая аэродинамика. Оренбург: Изд-во ОГУ, 2017, эл. рес.
11. Ю. К. Меньшаков. . Гиперзвуковые летательные аппараты и воздушно-космические системы. М.: Спутник +, 2018, эл. рес.
12. Ю. М. Циркунов, Н. В. Тарасова. . Методы возмущений в задачах аэродинамики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 39 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. В. Лунёв. . Течение реальных газов с большими скоростями. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007, 3 экз.

5.3. Периодические издания:

1. 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;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfgb.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. Лабораторные занятия:

1. Установка для изучения истечения газа из баллона.

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 **ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН ВЫСОКОЭНТАЛЬПИЙНЫХ 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-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

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

ПСК-1.1 способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники;

ПСК-1.3 способность выполнять расчеты параметров рабочего процесса, теплового состояния и характеристик двигателей и энергоустановок летательных аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с газовой динамикой и теплообменом в высокоэнтальпийных процессах, связанных с полетом перспективных гиперзвуковых аппаратов. Материал дисциплины должен быть представлен на уровне, необходимом для самостоятельного проведения исследований и разработок в области перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов и, в частности, их двигательных установок. Важной частью содержания дисциплины является ознакомление студентов с возможностями применения численного моделирования высокоэнтальпийных процессов.

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.

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.
Раздел 1. Общие сведения о высокоэнтальпийных процессах. Классическая теория течений с большими сверхзвуковыми скоростями.		
Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы.	<p>М. Г. Моисеев. . Трение и теплообмен в аэродинамике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1)</p> <p>И. А. Балаганский. . Основы баллистики и аэродинамики: Новосибирск: НГТУ, 2017 (1, 2)</p> <p>Ю. К. Меньшаков. . Гиперзвуковые летательные аппараты и воздушно-космические системы: М.: Спутник +, 2018 (1, 2)</p> <p>В. В. Лунёв. . Течение реальных газов с большими скоростями: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007 (1)</p> <p>С. В. Белов, Я. В. Кондров, Е. В. Осипов. . Гиперзвуковая аэродинамика: Оренбург: Изд-во ОГУ, 2017 (1, 2)</p> <p>А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. . Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (1, 2)</p> <p>К. Н. Волков, В. И. Запрягаев, В. Н. Емельянов. . Визуализация данных физического и математического моделирования в газовой динамике: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018 (1)</p> <p>В. Н. Емельянов, В. А. Анисимов, И. В. Тетерина. . Моделирование высокоинтенсивных процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1)</p>	8
Итого по разделу 1		8
Раздел 2. Физические и математические модели гиперзвуковых течений.		
Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы	<p>В. В. Лунёв. . Течение реальных газов с большими скоростями: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007 (3)</p> <p>С. В. Белов, Я. В. Кондров, Е. В. Осипов. . Гиперзвуковая аэродинамика: Оренбург: Изд-во ОГУ, 2017 (3)</p> <p>В. Н. Емельянов, В. А. Анисимов, И. В. Тетерина. . Моделирование высокоинтенсивных процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (4,5)</p> <p>В. Д. Беркут, В. М. Дорошенко, В. В. Ковтун. . Неравновесные физико-химические процессы в</p>	9

	гиперзвуковой аэродинамике: М.: Энергоатомиздат, 1994 (1, 2)	
Итого по разделу 2		9
Раздел 3. Основные виды и свойства течений, формирующихся при обтекании тел гиперзвуковым потоком.		
Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы. Подготовка к лабораторным работам и написание отчёта.	<p>В. Н. Емельянов, В. А. Анисимов, И. В. Тетерина. . Моделирование высокоинтенсивных процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (5)</p> <p>К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012 (3)</p> <p>В. В. Лунёв. . Течение реальных газов с большими скоростями: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007 (3)</p> <p>С. В. Белов, Я. В. Кондров, Е. В. Осипов. . Гиперзвуковая аэродинамика: Оренбург: Изд-во ОГУ, 2017 (4)</p> <p>М. Г. Моисеев. . Трение и теплообмен в аэродинамике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (5,6)</p>	13
Итого по разделу 3		13
Раздел 4. Вязкие гиперзвуковые течения.		
Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы. Подготовка к лабораторным работам и написание отчёта.	<p>В. В. Лунёв. . Течение реальных газов с большими скоростями: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007 (4)</p> <p>А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. . Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (3, 4)</p> <p>С. В. Белов, Я. В. Кондров, Е. В. Осипов. . Гиперзвуковая аэродинамика: Оренбург: Изд-во ОГУ, 2017 (4)</p> <p>М. Г. Моисеев. . Основы аэрогазодинамики: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (3,4)</p> <p>Ю. М. Циркунов, Н. В. Тарасова. . Методы возмущений в задачах аэродинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1)</p>	14
Итого по разделу 4		14
Раздел 5. Тепловые потоки к поверхности гиперзвукового летательного аппарата.		
Проработки лекционного материала и учебно-методической литературы. Подготовка к лабораторным работам и написание отчёта.	<p>А. Г. Голубев, А. С. Епихин А.С., В. Т. Калугин. . Аэродинамика: М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (1)</p> <p>К. Н. Волков, В. И. Запрягаев, В. Н. Емельянов. . Визуализация данных физического и математического моделирования в газовой динамике: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2018 (1-3)</p> <p>М. Г. Моисеев. . Основы аэрогазодинамики: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2006 (2)</p>	12
Итого по разделу 5		12

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- 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

Допуск к ЛР

Допуск к выполнению ЛР происходит при представлении студентом в письменном виде описания, содержащего постановку задачи лабораторной работы, план лабораторной работы и цели предлагаемого исследования и в форме устного собеседования по тематике лабораторной работы. Ответы на более 50% вопросов является допуском к лабораторной работе.

Отчёт по ЛР

Отчёт по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчёта по лабораторной работе. Отчёт по лабораторной работе должен содержать: цель ЛР, физическую постановку задачи, математическую модель, основание выбора численного метода, результаты решения, графическое изображение, анализа полученных результатов и выводов по ЛР. Защита отчёта проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответо на вопросы преподавателя.

Процедура защиты включает ответы на вопросы преподавателя по работе и разделу курса. В ходе защиты лабораторной работы, обучающиеся должны продемонстрировать культуру речи при изложении своих мыслей, логичность в постановке и изложении материала, необходимые начальные знания по существу обсуждаемой темы.

Оценка защиты работы выставляется по 100 бальной шкале с учётом:

- выполнение лабораторной работы в компьютерном классе – 20 баллов,
- оформление пояснительной записки – 30 баллов,
- защита результатов, ответы на вопросы и их логика, культура речи – 50 баллов.

ЛР считается принятой при наборе студентом 70 и более баллов.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает зачет по данной лабораторной работе.

Основаниями для доработки могут служить:

- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках).

Отчет не может быть принят и подлежит переработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала,
- некорректной обработки результатов расчетов.

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.

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме экзамена, включающего в себя два контрольных вопроса по выбору преподавателя из списка вопросов для собеседования по разделам дисциплины при условии успешной защиты заданий аудиторного практикума (раздел 4 рабочей программы).

Знания, умения и навыки студентов определяются следующим образом:

Оценки «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 «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 «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 «неудовлетворительно» 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		УК-1	ПСК-1.1	ПСК-1.3	
4	8	Раздел 1. Общие сведения о высокоэнтальпийных процессах. Классическая теория течений с большими сверхзвуковыми скоростями.	15	7	4	0	3	8	20	20	20	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 2. Физические и математические модели гиперзвуковых течений.	19	10	6	0	4	9	20	20	20	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 3. Основные виды и свойства течений, формирующихся при обтекании тел гиперзвуковым потоком.	25	12	6	4	2	13	20	20	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
4	8	Раздел 4. Вязкие гиперзвуковые течения.	28	14	6	6	2	14	20	20	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
4	8	Раздел 5. Тепловые потоки к поверхности гиперзвукового летательного аппарата.	21	9	4	3	2	12	20	20	20	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
Всего за 8 семестр			108	52	26	13	13	56	100	100	100	
Всего по дисциплине			108	52	26	13	13	56	100	100	100	