

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Направление/специальность подготовки	24.04.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
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	4	144	51	34	0	17	93	0	0	93	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.04.05 Двигатели летательных аппаратов

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Соколов Евгений Иванович, д.ф.-м.н., старший научный сотрудник,
профессор

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Федосенко Надежда Борисовна, старший преподаватель

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 В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

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-2.01 — способность проводить анализ газодинамических и теплообменных процессов, сопровождающих работу энергоустановок авиационной и ракетно-космической техники
ПСК-2.04 — способность проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2.01

знания:

Знает методы анализа газодинамических и теплообменных процессов в энергоустановках авиационной и ракетно-космической техники;

умения:

Способен проводить анализ газодинамических и теплообменных процессов в энергоустановках авиационной и ракетно-космической техники;

навыки:

Имеет навыки анализа газодинамических и теплообменных процессов в энергоустановках авиационной и ракетно-космической техники.

ПСК-2.04

знания:

Знает методы моделирования газодинамических и теплообменных процессов в энергоустановках ЛА и двигателях;

умения:

Умеет работать с информацией по результатам численного моделирования газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей;

навыки:

Имеет навык работы, анализа и обобщения результатов по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **ВНУТРЕННЯЯ ГАЗОДИНАМИКА ЭНЕРГОУСТАНОВОК, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ МЕХАНИКИ**

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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-2.01	ПСК-2.04
5	9	Раздел 1. Газодинамика и теплообмен в энергетических технологиях. Пограничные слои, конвективный теплообмен, вихревые структуры. Тепломассоперенос при химических реакциях и фазовых превращениях. Горение. Тепло- и массоперенос в дисперсных и пористых средах. Алгоритмы численного моделирования. Методики эксперимента и оценки технических систем. Роль численного и физического эксперимента в развитии теории тепломассообмена.	16	6	4	2	10	15	15
5	9	Раздел 2. Газодинамика и теплообмен в струйных технологиях. Основные закономерности истечения звуковых и сверхзвуковых струй из односоплового блока. Особенности истечения струй из многосопловых устройств. Распространение сверхзвуковых струй в трубах и каналах различной формы. Способы управления струями в газовых трактах различных устройств. Модульные генераторы пульсирующих струй для одно- и многосопловых устройств.	19	9	6	3	10	15	15
5	9	Раздел 3. Газодинамические процессы и теплообмен в РДТТ. Основные особенности течений в РДТТ. Воспламенение и выход на режим. Процессы в камере сгорания. Транс- и сверхзвуковые двухфазные течения в соплах. Конвективный и радиационный теплообмен. Особенности теплового режима и разрушения различных элементов конструкции. Тепловая защита. Газодинамика и теплообмен в диффузорах с проницаемыми стенками.	29	9	6	3	20	15	15
5	9	Раздел 4. Газодинамика и теплообмен при формировании покрытий низкотемпературным гетерогенным сверхзвуковым потоком. Физические процессы «холодного» нанесения покрытий сверхзвуковыми струями с дисперсными частицами. Математические модели межфазного теплообмена. Газодинамика каналов-ускорителей частиц.	29	9	6	3	20	15	15
5	9	Раздел 5. Аэродинамика и теплообмен высокоскоростных летательных аппаратов. Конфигурация до-, сверх- и гиперзвуковых летательных аппаратов (ЛА). Моделирование обтекания ЛА. Ламинарно-турбулентный переход. Явление отрыва. Нагрев гиперзвуковых ЛА и проблема тепловой защиты.	22	9	6	3	13	20	20
5	9	Раздел 6. Газодинамика и теплообмен в газотурбинных авиационных двигателях. Особенности течений в осевом и центробежном компрессорах. Течения в переходных диффузорах, ка-мере сгорания и сопле. Газодинамическое и тепловое проектирование трактов современных турбореактивных и турбовентиляторных авиадвигателей.	29	9	6	3	20	20	20
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100	100
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Газодинамика и теплообмен в энергетических технологиях.	Выступление и обсуждение доклада на темы: Моделирование горения в камере сгорания. Гидродинамика подводных объектов Аэродинамические характеристики малоразмерных ЛА	2
2	Раздел 2. Газодинамика и теплообмен в струйных технологиях.	Выступление и обсуждение доклада на тему: Импульсные струи	3
3	Раздел 3. Газодинамические процессы и теплообмен в РДТТ.	Выступление и обсуждение доклада на тему: Способы управления вектором тяги ракетного двигателя на твердом топливе	3
4	Раздел 4. Газодинамика и теплообмен при формировании покрытий низкотемпературным гетерогенным сверхзвуковым потоком.	Выступление и обсуждение доклада на тему: Математические модели межфазного теплообмена	3
5	Раздел 5. Аэродинамика и теплообмен	Выступление и обсуждение доклада на тему: Теплозащита ЛА, движущегося с гиперзвуковой	3

	высокоскоростных летательных аппаратов.	скоростью Аэродинамика и нагрев управляемого снаряда. Проблема выбора численной модели для решения задач вычислительной аэромеханики	
6	Раздел 6. Газодинамика и теплообмен в газотурбинных авиационных двигателях.	Выступление и обсуждение доклада на тему: Явление детонации топливовоздушной смеси в двигателях	3
Всего за 9 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Газодинамика и теплообмен в энергетических технологиях.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	10
2	Раздел 2. Газодинамика и теплообмен в струйных технологиях.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	10
3	Раздел 3. Газодинамические процессы и теплообмен в РДТТ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	20
4	Раздел 4. Газодинамика и теплообмен при формировании покрытий низкотемпературным гетерогенным сверхзвуковым потоком.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	20
5	Раздел 5. Аэродинамика и теплообмен высокоскоростных летательных аппаратов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	13
6	Раздел 6. Газодинамика и теплообмен в газотурбинных авиационных двигателях.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	20
Всего за 9 семестр			93

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					ТекК	ДР			ТекК	ДР		ТекК		Реф	ТекК	ДР	

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- реферат.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Газовые течения с массоподводом в каналах и трактах энергоустановок. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011, 60 экз.
2. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, эл. рес.
3. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 9 экз.
4. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010, 6 экз.
5. К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, И. В. Тетерина. . Газовые течения в соплах энергоустановок. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017, 50 экз.
6. Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987, 27 экз.
7. М. Г. Моисеев. . Трение и теплообмен в аэродинамике. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
8. М. С. Яковчук. . Вычислительные технологии решения задач механики жидкости и газа. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
9. 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:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник академии военных наук.

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <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.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 2017 Teaching Advanced;
2. Microsoft Office;
3. WPS Office.

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. Проектор;
2. Ansys Multiphysics 2017 Teaching Advanced;
3. Microsoft Office;
4. WPS Office.

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 **ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.05 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*:

ПСК-2.01 способность проводить анализ газодинамических и теплообменных процессов, сопровождающих работу энергоустановок авиационной и ракетно-космической техники;

ПСК-2.04 способность проводить работы, анализировать и обобщать результаты по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными газодинамическими и теплообменными проблемами в технических процессах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- реферат.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 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. Газодинамика и теплообмен в энергетических технологиях.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Газовые течения с массоподводом в каналах и трактах энергоустановок: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011 (1-2)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Газодинамика и теплообмен в струйных технологиях.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	М. С. Яковчук. . Вычислительные технологии решения задач механики жидкости и газа: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1-2)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Газодинамические процессы и теплообмен в РДТТ.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов, И. В. Тетерина. . Газовые течения в соплах энергоустановок: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017 (2-4) Л. Г. Лойцянский. . Механика жидкости и газа: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987 (1-5)	20
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Газодинамика и теплообмен при формировании покрытий низкотемпературным гетерогенным сверхзвуковым потоком.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	М. Г. Моисеев. . Трение и теплообмен в аэродинамике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (1-3) К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения газа с частицами: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 (1-3)	20
Итого по разделу 4		20
Раздел 5. Аэродинамика и теплообмен высокоскоростных летательных аппаратов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. . Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях: М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010 (2-4)	13
Итого по разделу 5		13
Раздел 6. Газодинамика и теплообмен в газотурбинных авиационных двигателях.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	Ю. М. Циркунов, Н. В. Тарасова. . Методы возмущений в задачах аэродинамики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2-4) М. Г. Моисеев. . Трение и теплообмен в	20

	аэродинамике: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (1-4)	
Итого по разделу 6		20

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Текущий контроль (ТК) с использованием тестовых заданий и вопросов. Вопросы для текущего контроля входят в состав УМК дисциплины.

В тестировании используется 10 вопросов по разделам дисциплины.

Оценка усвоения дисциплины проводится по 100 бальной шкале:

- рейтинг теста меньше 30 баллов (ответ на 5 и менее вопросов) – ТК не сдан,
- рейтинг теста от 30 до 60 баллов (ответ на 6 вопросов) – дополнительное собеседование (2 вопроса), при положительных ответах ТК сдан;
- рейтинг теста от 60 до 100 баллов (ответ на 7 и более вопросов) – ТК сдан.

Реферат

Темы рефератов представлены в УМК дисциплины.

Реферат представляется в печатной форме и оценивается по 100 бальной шкале с учётом:

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

Распределение баллов по элементам:

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы 7 баллов;
- соответствие целям и задачам дисциплины 7 баллов;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение 8 баллов;
- логичность и последовательность в изложении материала 8 баллов;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой 8 баллов;
- объем исследованной литературы и других источников информации 7 баллов;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников 7 баллов;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса 7 баллов;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию 7 баллов;
- навыки планирования и управления временем при выполнении работы 7 баллов;
- обоснованность выводов 7 баллов;
- наличие авторской аннотации к реферату 7 баллов;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) 7 баллов;
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста) 6 баллов.

Реферат считается принятым при наборе студентом более 85 баллов.

Экзамен

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме экзамена, к которому допускается обучающийся при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком

контрольных мероприятий.

Экзамен проводится в форме ответов на 2 вопроса экзаменационного билета. Комплект билетов входит в состав УМК дисциплины. Итоги сдачи экзамена оцениваются следующим образом:

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

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2.01	ПСК-2.04	
5	9	Раздел 1. Газодинамика и теплообмен в энергетических технологиях.	16	6	4	2	10	15	15	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 2. Газодинамика и теплообмен в струйных технологиях.	19	9	6	3	10	15	15	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 3. Газодинамические процессы и теплообмен в РДТТ.	29	9	6	3	20	15	15	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 4. Газодинамика и теплообмен при формировании покрытий низкотемпературным гетерогенным сверхзвуковым потоком.	29	9	6	3	20	15	15	Вопросы для текущего контроля
5	9	Раздел 5. Аэродинамика и теплообмен высокоскоростных летательных аппаратов.	22	9	6	3	13	20	20	Реферат
5	9	Раздел 6. Газодинамика и теплообмен в газотурбинных авиационных двигателях.	29	9	6	3	20	20	20	Реферат
Всего за 9 семестр			144	51	34	17	93	100	100	
Всего по дисциплине			144	51	34	17	93	100	100	

Критерии оценивания

ПСК-2.01

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Что такое конвективный теплообмен?
 - № 2 Для чего нужен численный эксперимент?
 - № 3 Почему увеличивается расход при истечении через внешний цилиндрический насадок?
 - № 4 Почему расход через насадок больше чем через отверстие?
 - № 5 Что такое диффузор?
 - № 6 Что такое конфузор?
 - № 7 Как зажигаются твердотопливные ракетные двигатели?
 - № 8 Для чего нужна тепловая защита спускаемого аппарата?
 - № 9 Что такое холодное газодинамическое напыление?
 - № 10 Что является основной особенностью холодного газодинамического напыления?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Условия сплошности выполняются для среды, когда...
 - число Кнудсена много больше единицы
 - число Кнудсена много меньше единицы
 - число Кнудсена много больше или равно единице
 - число Кнудсена много меньше или равно единице
 - № 2 Какой бомбардировщик является сверхзвуковым?
 - B-1B Lancer
 - Ту-22МЗ
 - Ту-160 Белый лебедь
 - № 3 Зачем делают винглеты (загибы или щитки) на концах крыльев гражданских самолетов?
 - Для снижения расхода топлива при крейсерском полёте.
 - Для уменьшения аэродинамического сопротивления.
 - Для увеличения подъемной силы.
 - № 4 Какой серийный истребитель был самым аварийным в истории?
 - F-104 Starfighter
 - F-15 Eagle
 - МиГ-21
 - № 5 Фигуры высшего пилотажа на авиасалонах лётчики показывают
 - для эмоционального воздействия на зрителей.
 - для демонстрации тяговооруженности и маневренности самолетов.
 - для собственного удовольствия.
 - № 6 Какой бомбардировщик сделан по технологии малозаметности (стелс)?
 - B-2 Spirit
 - B-52H Stratofortress
 - Ту-22МЗ
 - № 7 Интегральная компоновка самолёта – это

- когда все элементы (фюзеляж, крыло и др.) плавно сопрягаются друг с другом.
- когда присутствуют наплывы перед крылом.
- когда имеется два вертикальных руля в хвостовой части.
- № 8 Для чего нужны поворотные сопла с изменяемым вектором тяги в авиадвигателях?
- Для сокращения длины разбега при взлёте.
- Для повышения маневренности.
- Для увеличения тяги при взлёте.
- № 9 Какой бомбардировщик считается стратегическим?
- который может нести ядерное оружие (ракеты и/или бомбы)
- который имеет дальность полёта без дозаправки 5000 км и более
- который имеет сверхзвуковую скорость крейсерского полёта
- № 10 Увеличение тяговооруженности самолета нужно для
- увеличения маневренности.
- преодоления звукового барьера.
- увеличения дальности полёта.

ПСК-2.04

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Что такое ламинарно-турбулентный переход?
- № 2 Что является основным критерием ламинарно-турбулентного перехода?
- № 3 Кто открыл турбулентность?
- № 4 Какие отличительные особенности центробежных компрессоров?
- № 5 Какие отличительные особенности осевых компрессоров?
- № 6 Диффузор увеличивает или уменьшает давление?
- № 7 Что такое турбореактивный двигатель?
- № 8 Какие характеристики истребителя должны обеспечить превосходство в воздухе над противником?
- № 9 Для чего используется схема "летающее крыло" ?
- № 10 Почему при дозаправке самолета в воздухе самолет-заправщик всегда летит выше самолета, который дозаправляется?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Для какой среды используется уравнение Бернулли?
- идеальная
- вязкая
- невязкая
- безвихревая
- № 2 Вы взяли динамометр... Что вы хотите им измерить?
- абсолютную влажность воздуха
- атмосферное давление
- силу или момент силы
- величину акустических колебаний
- № 3 Для каких аэродинамических труб требуется перфорированные или щелевые стенки для уменьшения отражения ударных волн от стенок?
- Дозвуковая

	Сверхзвуковая
	Трансзвуковая
	Гиперзвуковая
№ 4	Для осуществления технологического процесса необходимо: технологическое оборудование техническое задание разделение обязанностей
№ 5	финансирование Какой критерий является основным для эксперимента ЛА в аэродинамической трубе? Рейнольдса Маха Стэнтона
№ 6	Прантдля Какой прибор используется для измерения величины скорости набегающего потока? анемометр психометр динамометр
№ 7	барометр Критерий Грасгофа характеризует... теплообмен при конвекции в поле тяжести теплообмен при конвекции вне поля тяжести нестационарность конвективного теплообмена
№ 8	отношение сил инерции к силам вязкости Критерий Нусельта характеризует: отношение сил вязкости к силам инерции отношение свободной и вынужденной конвекции нестационарность тепловых эффектов
№ 9	отношение теплообмена за счёт конвекции к теплообмену за счёт теплопроводности На сколько этапов разделяют технологический процесс? 3 4 2 1
№ 10	По способу осуществления технологический процесс делится на... механический, автоматизированный

первичный, конечный

основной, заключительный

подготовительный, приёмный