

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 Юнаков Л. П.  
 (подпись) ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА ГИДРОАЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТОВ

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	10	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.04.05 Двигатели летательных аппаратов**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Мальков Виктор Михайлович, 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  
ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА ГИДРОАЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО  
ЭКСПЕРИМЕНТОВ**

**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 газодинамические и теплообменные процессы, сопровождающие работу энергоустановок авиационной и ракетно-космической техники;

*умения:*

Умеет проводить анализ газодинамических и теплообменных процессов, сопровождающих работу энергоустановок 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 принципы анализа и обобщения результатов по численному моделированию газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей;

*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 навыки анализа и численного моделирования газодинамических и теплообменных процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, а также наземных энергетических установок на базе авиационных и ракетных двигателей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА ГИДРОАЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.04.05 Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АЭРОГИДРОМЕХАНИКИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ТЕЧЕНИЕ ГАЗА С ЧАСТИЦАМИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-2.01 — Способен проводить анализ газодинамических и теплообменных процессов, сопровождающих работу энергоустановок авиационной и ракетно-космической техники
- ПСК-2.04 — Способен 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

### 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-2.01	ПСК-2.04
5	10	<b>Раздел 1. Роль эксперимента в изучении физических процессов.</b> Наблюдение и эксперимент Виды экспериментальных исследований Физическая и математическая модели (ФММ) процессов Этапы построения ФММ Значение эксперимента в построении ФММ процессов.	6	2	2	0	4	10	10
5	10	<b>Раздел 2. Единицы физических величин.</b> Измерение. Эталоны Размерность физической величины. Единицы физических величин Размерные и безразмерные величины. Формула измерений Международная система единиц измерения (СИ) Основные и производные величины системы единиц.	7	2	2	0	5	10	10
5	10	<b>Раздел 3. Теория подобия.</b> Подобные физические процессы. Критерии подобия Теоремы подобия: π-теорема, 1-я, 2-я и 3-я теоремы подобия Построение критериев подобия на примере аэрофизических процессов (тепло- и массообмена) Критериальное уравнение. Построение критериальных уравнений по экспериментальным данным.	13	8	5	3	5	10	10
5	10	<b>Раздел 4. Планирование эксперимента.</b> Основные понятия и определения теории планирования эксперимента Основы планирования многофакторного эксперимента Критерии оптимальности и типы планов.	14	8	5	3	6	10	10
5	10	<b>Раздел 5. Основы обработки экспериментальных данных.</b> Виды измерений и причины ошибок (погрешностей) Классификация погрешностей измерений Вероятностная оценка случайной погрешности и построение функциональных зависимостей при многократных измерениях.	9	4	2	2	5	10	10
5	10	<b>Раздел 6. Измерительная линия и её характеристики.</b> Принципы измерения физических величин Назначение, структура и принципы функционирования измерительной линии (ИЛ) Статические характеристики ИЛ: рабочий диапазон измерений, градуировочный коэффициент Статическое уравнение ИЛ Динамические характеристики ИЛ: комплексная частотная характеристика, рабочий частотный диапазон Динамическое уравнение ИЛ Градуировка и тарировка ИЛ Метрологическая поверка ИЛ.	9	4	2	2	5	10	10
5	10	<b>Раздел 7. Техника измерений параметров газовых потоков.</b> Измерение давления Датчики давления (пьезоэлектрические, тензометрические, индуктивные, конденсаторные (ёмкостные)) Измерение температуры Датчики температуры (контактные термометры, термопары, пирометры) Приёмники давления (Пито, Прандтля, Пито-Прандтля, Вентури) Измерение скорости потока Трассировка потока мечеными частицами, лазерные доплеровские измерители скорости Термоанемометры.	14	8	5	3	6	10	10
5	10	<b>Раздел 8. Техника визуализации газовых потоков.</b> Методы визуализации течений красящими веществами, твёрдыми частицами, дымом Методы визуализации пристенных течений (метод шелковинок, маслосажевого покрытия, стробоскопическая визуализация) Оптические методы визуализации (теньевые, голографические, интерференционные, «лазерный нож»).	9	3	3	0	6	10	10
5	10	<b>Раздел 9. Измерение аэродинамических характеристик.</b> Механические аэродинамические весы Тензометрические аэродинамические весы.	15	8	4	4	7	10	10
5	10	<b>Раздел 10. Аэродинамические трубы и газодинамические установки.</b> Трубы дозвуковых скоростей Высокоскоростные и гиперзвуковые трубы Ударные трубы.	12	4	4	0	8	10	10
<b>Всего за 10 семестр</b>			108	51	34	17	57	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			108	51	34	17	57	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Теория подобия.	Подобные физические процессы Критерии подобия Теоремы подобия: π-теорема, 1-я, 2-я и 3-я теоремы подобия Построения критериев подобия на примере аэрофизических процессов (тепло- и массообмена) Критериальное уравнение Построение критериальных уравнений по экспериментальным данным	3
2	Раздел 4. Планирование эксперимента.	Основные понятия и определения теории планирования эксперимента Основы планирования многофакторного эксперимента Критерии оптимальности и типы планов	3
3	Раздел 5. Основы обработки	Виды измерений и причины ошибок (погрешностей) Классификация погрешностей измерений Вероятностная оценка	2

	экспериментальных данных.	случайной погрешности и построение функциональных зависимостей при многократных измерениях	
4	Раздел 6. Измерительная линия и её характеристики.	Статические характеристики измерительной линии ИЛ: -рабочий диапазон измерений, - градуировочный коэффициент. Статическое уравнение ИЛ Динамические характеристики ИЛ: - комплексная частотная характеристика, - рабочий частотный диапазон. Динамическое уравнение ИЛ Градуировка и тарировка ИЛ	2
5	Раздел 7. Техника измерений параметров газовых потоков.	Расчёт параметров датчиков давления, температуры Расчёт полного, статического давлений и скоростного напора по измерениям приёмниками давления (Пито, Прандтля, Пито-Прандтля, Вентури)	3
6	Раздел 9. Измерение аэродинамических характеристик.	Расчёт аэродинамических сил и моментов по измерениям на механических аэродинамических весах	4
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Роль эксперимента в изучении физических процессов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	4
2	Раздел 2. Единицы физических величин.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	5
3	Раздел 3. Теория подобия.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	5
4	Раздел 4. Планирование эксперимента.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	6
5	Раздел 5. Основы обработки экспериментальных данных.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	5
6	Раздел 6. Измерительная линия и её характеристики.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	5
7	Раздел 7. Техника измерений параметров газовых потоков.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	6
8	Раздел 8. Техника визуализации газовых потоков.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	6
9	Раздел 9. Измерение аэродинамических характеристик.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	7
10	Раздел 10. Аэродинамические трубы и газодинамические установки.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	8
<b>Всего за 10 семестр</b>			<b>57</b>

## 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
<b>10</b>			ВРЗД		ВРЗД	ДР	Отч. по ПЗ		ВРЗД	ДР				ВРЗД	Отч. по ПЗ	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- зач. – зачет.

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.



## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016, эл. рес.
2. А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011, 5 экз.
3. В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. . Методика и практика технических экспериментов. М.: Академия, 2005, 13 экз.
4. В. К. Ерофеев, Е. А. Угрюмов, В. Н. Усков. . Экспериментальное оборудование и методы измерений при исследовании ударно-волновых и аэроакустических процессов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001, 100 экз.
5. Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов. . Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем. М.: Логос, 2003, 17 экз.
6. Н. И. Сидняев. . Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. М.: Юрайт, 2012, 8 экз.
7. Н. И. Сидняев. . Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. Москва: Юрайт, 2020, 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://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=474](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474) — 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](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. Google Chrome;
2. Microsoft 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. Google Chrome;
3. Microsoft 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 **ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА ГИДРОАЭРОМЕХАНИЧЕСКОГО И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТОВ** является дисциплиной **обязательной части 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 основами планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Роль эксперимента в изучении физических процессов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	<p>А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016 (Введение, 1)</p> <p>А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011 (Введение, 1)</p> <p>Н. И. Сидняев. . Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: М.: Юрайт, 2012 (1)</p> <p>Л. Н. Александровская, В. И. Круглов, А. Г. Кузнецов. . Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем: М.: Логос, 2003 (1, 2)</p>	4
Итого по разделу 1		4
<b>Раздел 2. Единицы физических величин.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. . Методика и практика технических экспериментов: М.: Академия, 2005 (1.1, 1.2)	5
Итого по разделу 2		5
<b>Раздел 3. Теория подобия.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	<p>В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. . Методика и практика технических экспериментов: М.: Академия, 2005 (3)</p> <p>А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011 (2)</p>	5
Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Планирование эксперимента.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	<p>Н. И. Сидняев. . Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: М.: Юрайт, 2012 (2.8, 2.9)</p> <p>А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016 (3)</p> <p>Н. И. Сидняев. . Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных: Москва: Юрайт, 2020 (2.1, 2.2, 2.4)</p> <p>В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. . Методика и практика технических экспериментов: М.: Академия, 2005 (4)</p>	6

Итого по разделу 4		6
<b>Раздел 5. Основы обработки экспериментальных данных.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. А. Рогов, Г. Г. Позняк. . Методика и практика технических экспериментов: М.: Академия, 2005 (2) А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011 (8)	5
Итого по разделу 5		5
<b>Раздел 6. Измерительная линия и её характеристики.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	В. К. Ерофеев, Е. А. Угрюмов, В. Н. Усков. . Экспериментальное оборудование и методы измерений при исследовании ударно-волновых и аэроакустических процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (1.1 - 1.3)	5
Итого по разделу 6		5
<b>Раздел 7. Техника измерений параметров газовых потоков.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016 (2, 3) В. К. Ерофеев, Е. А. Угрюмов, В. Н. Усков. . Экспериментальное оборудование и методы измерений при исследовании ударно-волновых и аэроакустических процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (1.4, 1.7)	6
Итого по разделу 7		6
<b>Раздел 8. Техника визуализации газовых потоков.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016 (6)	6
Итого по разделу 8		6
<b>Раздел 9. Измерение аэродинамических характеристик.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016 (1)	7
Итого по разделу 9		7
<b>Раздел 10. Аэродинамические трубы и газодинамические установки.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	А. М. Харитонов. . Техника и методы аэрофизического эксперимента: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011 (1) В. К. Ерофеев, Е. А. Угрюмов, В. Н. Усков. . Экспериментальное оборудование и методы измерений при исследовании ударно-волновых и аэроакустических процессов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2001 (2)	8
Итого по разделу 10		8

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- отчет по практическому заданию;
- зачет.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Вопросы по разделу

Вопросы для текущего контроля входят в состав УМК дисциплины.

#### Отчет по практическому заданию

Практическое задание представляет собой решение задачи по разделу. Отчёт по заданию оформляется согласно ГОСТу. Также предусмотрена защита выполненного задания в форме собеседования обучающегося с преподавателем. Применяется следующая система оценивания:

- задание решено верно, в ходе защиты студент ответил на все заданные вопросы; в ходе выполнения задания студент допустил неточности в выполнении работы и допустил незначительные ошибки в ходе защиты, которые не влияют на общее представление о вопросе - сдано;
- задание решено неверно или допущены грубые ошибки по ходу выполнения задания, либо при ответах на вопросы во время защиты - не сдано.

Примеры практических заданий приведены в УМК дисциплины.

#### Зачет

Зачет проводится в форме устных ответов на вопросы. Оценка выставляется по результатам ответов на 2 основных вопроса и возможные дополнительные вопросы:

- правильный ответ на оба основных вопроса - зачтено;
- правильный ответ на один основной вопрос + правильные ответы на дополнительные вопросы - зачтено;
- правильные ответы только на дополнительные вопросы - зачтено;
- нет правильных ответов ни на один вопрос - не зачтено.

Перечень вопросов, вынесенных на зачёт, приведён в УМК дисциплины.

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	10	Раздел 1. Роль эксперимента в изучении физических процессов.	6	2	2	0	4	10	10	Вопросы по разделу
5	10	Раздел 2. Единицы физических величин.	7	2	2	0	5	10	10	Вопросы по разделу
5	10	Раздел 3. Теория подобия.	13	8	5	3	5	10	10	Вопросы по разделу, Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 4. Планирование эксперимента.	14	8	5	3	6	10	10	Вопросы по разделу, Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 5. Основы обработки экспериментальных данных.	9	4	2	2	5	10	10	Вопросы по разделу
5	10	Раздел 6. Измерительная линия и её характеристики.	9	4	2	2	5	10	10	Вопросы по разделу
5	10	Раздел 7. Техника измерений параметров газовых потоков.	14	8	5	3	6	10	10	Вопросы по разделу
5	10	Раздел 8. Техника визуализации газовых потоков.	9	3	3	0	6	10	10	Отчет по практическому заданию
5	10	Раздел 9. Измерение аэродинамических характеристик.	15	8	4	4	7	10	10	Вопросы по разделу
5	10	Раздел 10. Аэродинамические трубы и газодинамические установки.	12	4	4	0	8	10	10	Вопросы по разделу
Всего за 10 семестр			108	51	34	17	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-2.01

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 На чём основан прямой теневой метод визуализации газовых потоков?
- № 2 На чём основан интерференционный метод визуализации газовых потоков?
- № 3 Физический эффект, на котором основан принцип действия пьезоэлектрического датчика давления?
- № 4 Физический эффект, на котором основан принцип действия тензорезисторного датчика давления?
- № 5 Физический эффект, на котором основан принцип действия термопары?
- № 6 Какие процессы называются подобными?
- № 7 Что характеризует критерий Рейнольдса?
- № 8 Что характеризует критерий Грасгофа?
- № 9 В чем отличие эксперимента от наблюдения?
- № 10 На каком основополагающем физическом принципе основана работа аэродинамической трубы?
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Выберите корректное определение понятия "Безразмерной физической величины":
- Физическая величина, численное значение которой зависит от выбора системы измерений
- Физическая величина, численное значение которой не зависит от выбора системы измерений
- Физическая величина, относящаяся к основным физическим единицам
- Физическая величина, относящаяся к производным физическим единицам
- № 2 Выберите корректную формулировку границ применимости классической механики:
- При скоростях меньше 30 000 км/час и пространственных масштабах больше 1 км
- При скоростях больше 30 000 км/час и пространственных масштабах больше 1 км
- При скоростях меньше 300 000 км/час и пространственных масштабах меньше 1 мкм
- При скоростях меньше 3 000 км/час и пространственных масштабах меньше 1 мкм
- При скоростях меньше 30 000 км/час и пространственных масштабах больше 1 нм
- № 3 Выберите корректную формулировку понятия деформации:
- Деформация - это изменение объема под действием внешних сил
- Деформация - это изменение объема под действием внутренних сил
- Деформация - это изменение объема под действием сил трения
- Деформация - это изменение размеров под действием внутренних сил
- Деформация - это изменение формы и размеров под действием внешних сил
- № 4 Единица измерения температуры в системе единиц СИ?
- Градус Цельсия
- Градус Фаренгейта
- Градус Реомюра
- Кельвин
- № 5 Какая из перечисленных единиц является производной в системе СИ?



	Паскаль
	метр
	секунда
	килограмм
№ 6	Какая из перечисленных единиц является основной в системе СИ?
	Паскаль
	Джоуль
	Ватт
	метр
№ 7	Абсолютная погрешность это:
	Отклонение численного значения измеряемой величины от истинного значения
	Отклонение численного значения измеряемой величины от математического ожидания
	Отклонение численного значения измеряемой величины от действительного значения
	Среднеквадратическое отклонение
№ 8	Какой датчик относится к генераторному типу?
	Пьезодатчик
	Тензодатчик
	Индуктивный датчик
	Приёмник полного давления
№ 9	В состав измерительной линии входят следующие измерительные преобразователи:
	Датчик + электронные и электромеханические преобразователи + индикатор (указатель)
	Датчик + электронные и электромеханические преобразователи + индикатор (указатель) + регистрирующая аппаратура
	Датчик + электронные и электромеханические преобразователи + индикатор (указатель) + регистрирующая аппаратура + аппаратура обработки
№ 10	Какой датчик относится к параметрическому типу?
	Пьезодатчик
	Тензодатчик
	Термопара
	Приёмник полного давления
<b>ПСК-2.04</b>	
	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	Где существует термодинамически равновесная плазма?
№ 2	Какие параметры связывает уравнение Саха?
№ 3	Каким законом связаны единицы измерения скорости и производительности откачки?
№ 4	Назовите первое, главное условие устойчивости электрического разряда

- № 5 Назовите способы инициирования разрядов в газе
- № 6 Перечислите известные вам приборы для измерения давления в вакууме.
- № 7 Перечислите физические параметры, которые определяют состояние плазменного объекта.
- № 8 По какому параметру различают идеальную и неидеальную плазму?
- № 9 При каких условиях, и на каких расстояниях (масштабах) нейтральность плазмы может нарушаться?
- № 10 Где, при равных внешних условиях, вероятность пробоя выше?  
*Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Интегральное соотношение для пристенного пограничного слоя представляет собой...
- А-уравнение количества движения
- Б- закон Ньютона о вязком трении
- В- закон Бернулли
- Г- закон всемирного тяготения
- № 2 Безвихревое движение жидкости – это движение...
- А- потенциальное
- Б- с постоянной угловой скоростью вращения
- В- с переменной во времени угловой скоростью вращения
- Г- турбулентное
- № 3 В каких направлениях передаётся давление, производимое на жидкость или газ?
- А- во всех направлениях
- Б- зависит от ориентации площадки, на которую оно действует
- В- верны оба варианта ответов
- Г- оба варианта неверны
- № 4 Закон Паскаля гласит:
- А- давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково
- Б- давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям согласно основному уравнению гидростатики
- В- давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, увеличивается по мере удаления от свободной поверхности
- Г- давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных
- с других сторон рассматриваемого объема жидкости
- № 5 Какие силы называются массовыми?
- А- сила тяжести и сила инерции
- Б- сила молекулярная и сила тяжести
- В- сила инерции и сила гравитационная
- Г- сила давления и сила поверхностная
- № 6 Какого закона сохранения в механике НЕ существует?

- А- Закон сохранения ускорения  
Б- Закон сохранения момента импульса  
В- Закон сохранения энергии  
Г- Закон сохранения момента импульса
- № 7 Какой закон лежит в основе уравнения Бернулли:  
А- закон сохранения энергии  
Б- закон всемирного тяготения  
В- закон постоянства расхода воздуха  
Г- закон сохранения массы
- № 8 Показание уровня жидкости в трубке Пито отражает:  
А- уровень полной энергии  
Б- скоростную энергию  
В- изменение пьезометрической энергии  
Г- разность между уровнем полной и пьезометрической энергией
- № 9 При ламинарном режиме частицы жидкости:  
А- не перемещаются из слоя в слой  
Б- перемещаются из слоя в слой  
В- движутся хаотично  
Г- имеют нулевую скорость поступательного движения
- № 10 Какое число Рейнольдса является критическим для круглых труб?  
А- 2300  
Б- 23  
В- 300  
Г- 2