

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Воткинский филиал  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»  
(ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор

/ И. А. Давыдов

16.04 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*Механика жидкости и газа*

(наименование – полностью)

направление (специальность) 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»  
(шифр, наименование – полностью)

направленность (профиль/программа/специализация) «Ракетно-космические композитные конструкции»  
(наименование – полностью)

уровень образования: специалитет

форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная или заочная)

общая трудоемкость дисциплины составляет: 3 зачетные единицы

Кафедра: «Ракетостроение»

полное наименование кафедры, представляющей рабочую программу

Составитель: Корнев Алексей Анатольевич, к.т.н., доцент

Ф.И.О.(полностью), степень, звание

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рассмотрена на заседании кафедры «Ракетостроение»

Протокол от 16.04 2021 г. № 8

Заведующий кафедрой «Ракетостроение»

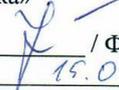
  
\_\_\_\_\_/ Ф. А. Уразбахтин  
16.04 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

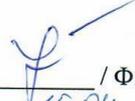
Количество часов рабочей программы и формируемые компетенции соответствуют учебному плану 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Протокол заседания учебно-методической комиссии по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника» от 15.04 2021 г. № 2

Председатель учебно-методической комиссии  
по УГСН 24.00.00 «Авиационная и ракетно-космическая техника»  
(шифр и наименование полностью)

  
\_\_\_\_\_/ Ф. А. Уразбахтин  
15.04 2021 г.

Руководитель образовательной программы

  
\_\_\_\_\_/ Ф. А. Уразбахтин  
15.04 2021 г.

## Аннотация к дисциплине

<b>Название дисциплины</b>	Механика жидкости и газа
<b>Направление (специальность) подготовки</b>	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
<b>Направленность (профиль/программа/специализация)</b>	Ракетно-космические композитные конструкции
<b>Место дисциплины</b>	Обязательная часть Блока 1. Дисциплины (модули)
<b>Трудоемкость (з.е. / часы)</b>	3 з.е. / 108 часов
<b>Цель изучения дисциплины</b>	Целью освоения дисциплины является изучение студентами основ механики жидкости и газа, получение ими знаний по современным методам расчета и анализа различных видов движений объектов и течений газов, а также выработка навыков самостоятельной инженерной работы.
<b>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины</b>	ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности
<b>Содержание дисциплины (основные разделы и темы)</b>	Основные свойства жидкостей и газов. Гидростатика. Кинематика сплошной среды. Общие теоремы динамики сплошной среды. Динамика идеальной среды. Одномерный поток идеального газа. Безвихревые движения идеальной среды. Плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости. Плоское безвихревое движение идеального газа. Истечение жидкости и газа через отверстие. Динамика несжимаемой вязкой жидкости. Ламинарный пограничный слой в несжимаемой жидкости. Гидравлические сопротивления.
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	Зачет с оценкой

## 1. Цели и задачи дисциплины:

**Целью** освоения дисциплины является изучение студентами основ механики жидкости и газа, получение ими знаний по современным методам расчета и анализа различных видов движений объектов и течений газов, а также выработка навыков самостоятельной инженерной работы.

### Задачи дисциплины:

– приобретение знаний по основным свойствам жидкостей и газов, по законам и уравнениям статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, а также по современным методам расчета и анализа различных видов движений объектов и течений газов;

– приобретение умений применять аппарат высшей математики в решении задач механики жидкого и газообразного тела;

– приобретение навыков решения задач статики, кинематики и динамики жидкостей и газов.

## 2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы

### Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Знания
1	Основы статики, кинематики и динамики жидкостей и газов
2	Основы безвихревого движения идеальной несжимаемой жидкости и идеального газа
3	Методы решения задач механики жидкости и газа

### Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Умения
1	Применять аппарат высшей математики в решении задач механики жидкого и газообразного тела
2	Рассчитывать силы воздействия жидкости и газа на твердые поверхности, основные параметры одномерных потоков и гидравлические сопротивления

### Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

№ п/п	Навыки
1	Решать задачи статики, кинематики и динамики жидкостей и газов
2	Владеть методиками проведения гидравлических расчетов

### Компетенции, приобретаемые в ходе освоения дисциплины

Компетенции	Индикаторы	Знания	Умения	Навыки
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знать: - аппарат решения научных и технических задач в области ракетной техники – начертательной геометрии, инженерной графики, высшей математики, теории вероятности, математической статистики, физики, химии, колебаний, теоретической механики, механики жидкости и газа, термодинамики и теплопередачи, электротехники и электроники, сопротивления материалов; - методы и способы решения задач практических задач по определению основных физических, химических, тепловых, электрических параметров; - основы проектирования зубчатых передач, муфт, неразъемных и разъемных соединений, а также и технологии создания материалов	1, 2, 3	1, 2	1, 2
	ОПК-1.2. Уметь: - применять аппарат высшей математики, теории вероятности и математической статистики, математической логики в решении задач колебаний, механики твердого, жидкого и газообразного тела; - использовать приемы и способы решения задач, связанных с электротехникой, электроникой, термодинамикой, теплопередачей; - проводить исследования элементов ракетной техники с точки зрения используемых материалов и колебательных	1, 3	1, 2	1, 2

	процессов			
	ОПК-1.3. Владеть: - аппаратом решения прикладных и научных задач; - навыками решения задач, описывающие химические физические, тепловые, электрические и информационные процессы; - методами составления алгоритмов для решения технических задач на вычислительной технике, построения и определения размеров геометрических фигур	1, 3	1, 2	1, 2

### 3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин (модулей): высшая математика, физика, химия, информационные технологии, термодинамика и теплопередача.

Перечень последующих дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): внешняя баллистика ракет, ракетные двигатели, пневматические и гидравлические системы ракеты.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы					СРС	Содержание самостоятельной работы
				контактная				СРС		
				лек	пр	лаб	КЧА			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Основные свойства жидкостей и газов. Гидростатика. Кинематика сплошной среды	22	6	6	4	4	-	8	Изучение дополнительного материала, подготовка к защите практических и лабораторных работ	
2	Общие теоремы динамики сплошной среды. Динамика идеальной среды. Одномерный поток	28	6	10	4	4	-	10	Изучение дополнительного материала, подготовка к защите практических и	

	идеального газа								лабораторных работ
3	Безвихревые движения идеальной среды. Плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости. Плоское безвихревое движение идеального газа. Истечение жидкости и газа через отверстие.	28	6	8	4	4	-	12	Изучение дополнительного материала, подготовка к защите практических и лабораторных работ
4	Динамика несжимаемой вязкой жидкости. Ламинарный пограничный слой в несжимаемой жидкости. Гидравлические сопротивления.	28	6	8	4	4	-	12	Изучение дополнительного материала, подготовка к защите практических и лабораторных работ
	Зачет с оценкой	2	6	–	–	–	0,4	1,6	Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,4</b>	<b>43,6</b>	

## 4.2 Содержание разделов курса и формируемых в них компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Коды компетенции и индикаторов	Знания	Умения	Навыки	Форма контроля
1	Основные свойства жидкостей и газов. Гидростатика. Кинематика сплошной среды	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	1, 3	1, 2	1	Защита практических и лабораторных работ
2	Общие теоремы динамики сплошной среды. Динамика идеальной среды. Одномерный поток идеального газа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	1, 3	1, 2	1	Защита практических и лабораторных работ. Контрольная работа №1
3	Безвихревые движения идеальной среды. Плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости. Плоское безвихревое движение идеального газа. Истечение жидкости и газа через отверстие.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	2, 3	1, 2	1	Защита практических и лабораторных работ. Контрольная работа №2
4	Динамика несжимаемой вязкой жидкости. Ламинарный пограничный слой в несжимаемой жидкости. Гидравлические сопротивления.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	1, 3	1, 2	1, 2	Защита практических и лабораторных работ. Контрольная работа №3

## 4.3 Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лекций	Трудоемкость (час)
1	2	3	4
1	1	Основные свойства жидкостей и газов. Основы гидростатики. Поле физической величины. Задание положения и движения сплошной среды. Линии тока и траектории. Трубки тока и струи. Распределение скоростей в элементарном объеме среды. Первая теорема Гельмгольца. Деформационное движение жидкости. Вихрь, вихревая линия, вихревая трубка. Вторая теорема Гельмгольца. Теорема Стокса. Ускорение частиц среды.	6
2	2	Теорема количеств движения. Теорема моментов. Теорема об изменении кинетической энергии и общий закон сохранения энергии. Статика текучей среды. Уравнения Эйлера равновесия среды. Равновесие несжимаемой жидкости. Закон Архимеда. Уравнения Эйлера, Громека-Ламба и Гельмгольца-Фридмана. Теорема Бернулли.	10

		Скорость звука. Числа $M$ и $\lambda$ . Изэнтропические формулы. Одномерное стационарное движение газа по трубе переменного сечения. Истечение газа сквозь сопло. Пример неадиабатического движения газа. Плоская ударная волна и скачок уплотнения. Изменение скорости и термодинамических параметров газа при прохождении через прямой скачок уплотнения	
3	3	Теоремы Кельвина и Лагранжа; условия существования безвихревых течений. Потенциал скоростей и его определение по заданному полю скоростей. Интеграл Лагранжа-Коши. Плоское безвихревое движение несжимаемой жидкости. Решение задачи обтекания по методу конформных отображений. Постулат Жуковского-Чаплыгина. Формула циркуляции. Обтекание эллипса	8
		и пластинки. Теорема Жуковского. Основные уравнения безвихревого движения идеального газа и их линеаризация. Дозвуковое обтекание тонкого профиля. Сверхзвуковое обтекание тонкого профиля. Законы подобия плоских до- и сверхзвуковых обтеканий тонкого профиля. Сужающийся и расширяющийся сверхзвуковой поток. Косой скачок уплотнения. Движение газа в секторе разрежения. Истечение жидкости и газа через отверстие	
4	4	Ньютоновская вязкая жидкость и ее реологическое уравнение. Реологические законы неньютоновских вязких несжимаемых жидкостей. Уравнения Навье-Стокса динамики ньютоновской несжимаемой среды. Взаимодействие конвекции и диффузии в потоке несжимаемой вязкой жидкости. Ламинарный пограничный слой. Вывод уравнений Прандтля движения вязкой жидкости в ламинарном пограничной слое. Явление отрыва. Виды сопротивлений при движении жидкости в трубах. Гидравлический удар. Местные гидравлические сопротивления. Коэффициент гидравлического трения	8
	<b>Всего</b>		<b>32</b>

#### 4.4 Наименование тем практических занятий, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час)
1	1	Свойства жидкостей и газов. Гидростатика	2
2	1	Кинематика жидкости	2
3	2	Динамика идеальной среды.	2
4	2	Одномерный поток идеального газа	2
5	3	Безвихревое движение идеальной среды	2
6	3	Истечение жидкости и газа через отверстие	2
7	4	Динамика несжимаемой вязкой жидкости	2
8	4	Гидравлические сопротивления	2
	<b>Всего</b>		<b>16</b>

#### 4.5 Наименование тем лабораторных работ, их содержание и объем в часах

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	1	Определение скорости воздушного потока в рабочей части аэродинамической трубы	4
2	2	Определение поля динамических и статических давлений в рабочей части аэродинамической трубы	4
3	3	Построение пьезометрической и напорной линии	4
4	4	Определение коэффициента гидравлического трения для трубопровода	2
5	4	Определение коэффициента местного сопротивления	2
	<b>Всего</b>		<b>16</b>

#### 5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

Для контроля результатов освоения дисциплины проводятся:

– контрольные работы:

1. Динамика идеальной среды. Одномерный поток идеального газа;
2. Безвихревые движения идеальной среды. Истечение жидкости и газа через отверстие;
3. Динамика несжимаемой вязкой жидкости. Гидравлические сопротивления;

– защиты практических работ;

– защиты лабораторных работ;

Примечание: оценочные материалы ( типовые варианты контрольных работ и др.) приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – зачет с оценкой.

#### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

##### а) основная литература:

1. Бутко, Г. Ю. Механика жидкости и газа : учебное пособие / Г. Ю. Бутко, А. О. Никифоров. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. — 100 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102444.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/102444>.

2. Пивнев, П. П. Механика сплошных сред. Жидкости и газы : учебное пособие / П. П. Пивнев, С. П. Тарасов, А. П. Волощенко. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. — 137 с. — ISBN 978-5-9275-3096-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95791.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Андрижиевский, А. А. Механика жидкости и газа : учебное пособие / А. А. Андрижиевский. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 207 с. — ISBN 978-985-06-2509-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/35498.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Новикова, А. М. Механика жидкости и газа : учебное пособие / А. М. Новикова, А. В. Кудрявцев, И. И. Иваненко. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 140 с. — ISBN 978-5-9227-0538-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/58534.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

#### **б) дополнительная литература:**

5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: Учеб. для вузов. – 7-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с., 311 ил., 22 табл.

6. Аэрогидромеханика: Учебник для авиационных вузов / А.М.Мхитарян, В.В.Ушаков, А.Г.Баскакова, В.Д.Трубенюк; Под общ. ред. А.М.Мхитаряна. М.: Машиностроение, 1984. 352 с.

7. Дейч М.Е. Техническая газодинамика. М.: Энергия, 1974. 592 с.

8. Краснов Н.Ф. Основы аэродинамического расчета. Аэродинамика тел вращения, несущих и управляющих поверхностей. Аэродинамика летательных аппаратов: Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1981. 496 с.

9. Сергель О.С. Прикладная гидрогазодинамика: Учебник для авиационных вузов. М.: Машиностроение, 1981. 374 с.

#### **в) методические указания:**

10. Механика жидкости и газа : методические указания / составители А. В. Кудрявцев, А. М. Новикова, Ю. В. Столбихин. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 31 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/26873.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

11. Хрюкина Р.Ф., Соболева М.Г., Лодыгин А.А. Аэродинамика. Лабораторный практикум по выполнению лабораторных работ по курсам «Аэродинамика», «Аэромеханика» – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2007. – 60 с., ил.

12. Корнев А.А. Решение задач по определению параметров движения жидкости и газа: Методические указания Воткинск: Электронный ресурс кафедры «Ракетостроение», 2015. 30 с.

13. Наумова, О. В. Основы гидравлики, механики жидкости и газа : учебно-методическое пособие / О. В. Наумова, Д. С. Катков. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. — 160 с. — ISBN 978-5-7433-3334-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108695.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

14. Методические указания и контрольное задание №1 по дисциплине «Механика жидкости и газа» / составители В. В. Жизняков. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 24 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/16018.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

#### **г) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет:**

• Библиотечная система ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т.Калашникова

[http://94.181.117.43/cgi-](http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

[bin/irbis64r\\_12/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://94.181.117.43/cgi-bin/irbis64r_12/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS)

• ЭБС IPRbooks - учебники и учебные пособия, монографии, производственно-практические, справочные издания, деловая литература. Ежемесячное пополнение новыми электронными изданиями, периодикой <https://www.iprbookshop.ru/>

• Библиографическая БД <https://elibrary.ru/>

• Платформа SpringerLink SpringerNature <https://rd.springer.com/> и

<http://materials.springer.com/>

- База данных zbMath <https://zbmath.org/>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/>

**д) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

- 1 Microsoft Office (лицензионное ПО)
- SMathStudio (свободно распространяемое ПО)
- Онлайн - трансляторы алгоритмических языков программирования
- GPSS world for students (свободно распространяемое ПО)
- Онлайн – калькуляторы различных типов

**7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

**1. Лекционные занятия.**

Учебные аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**2. Практические занятия.**

Учебные аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**3. Лабораторные работы.**

Для лабораторных занятий используется аудитория №101, оснащенная мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории – проектор, экран, ноутбук, 13 стационарных персональных компьютеров.

**4. Самостоятельная работа.**

Помещение для самостоятельной работы оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде ИжГТУ имени М.Т. Калашникова:

- библиотека ВФ ИжГТУ имени М.Т. Калашникова (адрес: 427430, г. Воткинск, ул. П.И. Шувалова, д. 1).

При необходимости рабочая программа дисциплины (модуля) может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для обучения с применением дистанционных образовательных технологий. Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК).

**Лист согласования рабочей программы дисциплины (модуля) на учебный  
год**

Рабочая программа дисциплины «Механика жидкости и газа» по специальности  
24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-  
космических комплексов»

по специализации  
«Ракетно-космические композитные конструкции»

согласована на ведение учебного процесса в учебном году:

<i>Учебный год</i>	<i>«Согласовано»: заведующий кафедрой, ответственной за РПД (подпись и дата)</i>
2021 – 2022	
2022 – 2023	
2023 – 2024	
2024 – 2025	

УТВЕРЖДАЮ

Директор

\_\_\_\_\_ Давыдов И.А.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины (модуля)**

«Механика жидкости и газа»

по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов», специализация «Ракетно-космические композитные конструкции»

**на 20\_\_/20\_\_ учебный год**

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) .....
- 2) .....

Дополнения и изменения рассмотрены и одобрены на заседании кафедры « \_\_\_\_ »  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ф.А. Уразбахтин  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_ Ф.А. Уразбахтин  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель образовательной программы \_\_\_\_\_ Ф.А. Уразбахтин  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

(наименование дисциплины)

24.05.01 - ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ РАКЕТ  
И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

(шифр и наименование направления/специальности наименование дисциплины)

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ «РАКЕТЫ С РДТТ»

(наименование профиля/специализации/магистерской программы)

Специалист

Квалификация (степень) выпускника

форма обучения: очная

**Паспорт  
фонда оценочных средств  
по дисциплине**

**Гидрогазоаэродинамика 1**  
(наименование дисциплины)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные свойства жидкостей и газов. Гидростатика. Кинематика сплошной среды	ОК ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	
2	Общие теоремы динамики сплошной среды. Динамика идеальной среды. Одномерный поток идеального газа	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	Контрольная работа 1
3	Безвихревые движения идеальной среды. Плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости. Плоское безвихревое движение идеального газа. Истечение жидкости и газа через отверстие.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	Темы для самостоятельной работы Контрольная работа 2
4	Динамика несжимаемой вязкой жидкости. Ламинарный пограничный слой в несжимаемой жидкости. Гидравлические сопротивления.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	
6	Зачет с оценкой	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3	Собеседование по вопросам по лекционному материалу Отчет по СРС. Отчеты по лабораторным работам. Вопросы и задачи к зачету

\*Наименование темы (раздела) или тем (разделов) берется из рабочей программы дисциплины.

# 1. Зачетно-экзаменационные материалы

## 1.1 Перечень контрольных вопросов для проведения зачета с оценкой.

1. Предмет гидрогазоаэродинамики. Основные свойства жидкостей и газов.
2. Сжимаемость газа. Скорость звука. Вязкость и теплопроводность газа.
3. Гипотеза сплошности среды. Понятие о стандартной атмосфере
4. Основные кинематические понятия и определения
5. Методы кинематического исследования жидкости (газа). Линия тока.
6. Ламинарное и турбулентное движение газа. Циркуляция скорости.
7. Движение жидкой частицы. Понятие о потенциальном течении. Основы теории вихрей.
8. Основные уравнения движения жидкости и газа. Уравнения неразрывности, количества движения.
9. Дифференциальные уравнения движения невязкого газа в форме Эйлера.
10. Дифференциальные уравнения движения вязкого газа. Уравнения Навье-Стокса.
11. Уравнение энергии для вязкого теплопроводного газа. Полная система уравнений сплошной среды. Начальные и граничные условия.
12. Интегралы уравнения движения. Аэродинамическое подобие.
13. Понятие об аэродинамических коэффициентах. Пограничный слой и несжимаемые потоки
14. Параметры торможения. Максимальная скорость. Оценка влияния сжимаемости
15. Сопло Лавала. Истечение газа через отверстие
16. Основные соотношения для установившихся одномерных изэнтропических потоков газа. Распространение малых возмущений в потоке идеального газа.
17. Возникновение скачков уплотнения. Основные соотношения для прямого и косого скачков уплотнения.
18. Давление торможения за прямым скачком уплотнения. Ударная поляра.
19. Критерий потенциальности потока газа. Основное дифференциальное уравнение потенциального потока газа.
20. Метод малых возмущений. Метод характеристик.
21. Аэродинамические характеристики тел вращения, составленных из различных элементов.
22. Аэродинамические характеристики корпусов летательных аппаратов. Формулы Жуковского и Чаплыгина.
23. Связанная и скоростная система координат. Аэродинамическое качество ЛА
24. Теория тонкого профиля. Особенности обтекания крыла конечного размаха.
25. Профиль и крыло конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоках; интерференция частей летательного аппарата
26. Аэродинамика сверхзвуковых скоростей, пограничный слой
27. Аэродинамический нагрев; основы аэродинамики разреженных газов.
28. Аэродинамические силы и моменты. Аэродинамическая устойчивость летательного аппарата
29. Аэродинамические схемы летательных аппаратов. Маневренные свойства ЛА
30. Способы создания аэродинамических сил и моментов. Порядок проведения аэродинамических расчетов
31. Условия динамического и теплового подобия потоков
32. Основные уравнения гидродинамики. Виды сопротивлений при движении жидкости в трубах
33. Гидравлический удар. Виды трубопроводов
34. Местные гидравлические сопротивления. Коэффициент гидравлического трения

## 1.2 Типовые задачи на зачет

1. Определить, насколько температура на поверхности ракеты, движущейся со скоростью 1000 м/с, выше температуры окружающей среды за счет торможения воздуха. *Ответ:* 500 К.
2. По трубе течет пар с начальной скоростью 300 м/с; его параметры: давление 1,5 МПа, температура 300°С. Определить, насколько действительная температура отличается от температуры пара, фиксируемой термометром, если считать, что термометр показывает температуру торможения. *Ответ:* 20°С.
3. В воздушный поток, движущийся по трубе с числом Маха 0,9 и температурой торможения 400 К, ввели легкий предмет, который приобрел скорость воздушного потока. Какова будет температура предмета после установления теплового равновесия? *Ответ:* 344 К.
4. В трубу с движущимся газообразным водородом заведена термопара, один спай которой замеряет температуру потока, а другой спай – температуру стенки трубы. Указатель температуры зафиксировал разность температур 6 К. Считая, что температура стенки близка к температуре торможения, определить скорость движения водорода. *Ответ:* 418 м/с.
5. По трубе диаметром 400 мм движется жидкость со средней скоростью 5 м/с. Какова будет скорость движения жидкости на участке трубопровода с диаметром 250 мм? *Ответ:* 12,8 м/с.
6. Трубопровод переменного сечения смонтирован в вертикальной плоскости. В сечении 1-1 трубопровод имеет диаметр 150 мм и давление 0,12 МПа. Сечение 2-2 находится выше сечения 1-1 на 7 м и имеет диаметр 250 мм, а давление 0,1 МПа. По трубопроводу перекачивается керосин с плотностью 830 кг/м<sup>3</sup>. Определить, в каком направлении движется жидкость по трубопроводу при расходе 0,2 м<sup>3</sup>/с. *Ответ:* жидкость движется снизу вверх.
7. По трубопроводу перекачивается жидкость с плотностью 800 кг/м<sup>3</sup>. В сечении 1-1 диаметр трубопровода 150 мм, а в сечении 2-2, находящемся выше сечения 1-1, диаметр 300 мм и давление 0,15 МПа. Каким должно быть давление в сечении 1-1, чтобы жидкость двигалась сверху вниз при расходе 0,2 м<sup>3</sup>/с? Коэффициент потерь 0,02. *Ответ:* 0,165 МПа.
8. По трубопроводу перекачивается жидкость с плотностью 1400 кг/м<sup>3</sup>. В сечении 1-1 диаметр трубопровода 50 мм, а в сечении 2-2, находящемся выше сечения 1-1, диаметр 80 мм и давление 0,15 МПа. Каким должно быть давление в сечении 1-1, чтобы жидкость двигалась снизу вверх со скоростью 2 м<sup>3</sup>/с в сечении 2-2? Коэффициент потерь 0,1. *Ответ:* 0,17 МПа
9. Сверхзвуковой пассажирский самолет изготовлен из алюминиевого сплава, допускающего длительный нагрев обшивки в критических точках до 530 К. Определить, с каким максимальным числом Маха может лететь самолет на высоте более 11 км. *Ответ:*  $M_{\max} = 2,69$ .
10. Самолет летит на высоте 11 км. Прибор, замеряющий число Маха полета, показал 0,9. Определить скорость полета самолета и температуру торможения. *Ответ:* 266 м/с = 956 км/ч;  $T^* = 252$  К.

## 2. Комплекты оценочных средств

**2.1. Вопросы к собеседованию** по лекционному материалу на темы «Сведения о свойствах жидкостей и газов; основы кинематики и динамики жидкости и газа; пограничный слой и несжимаемые потоки; Аэродинамические характеристики (АДХ) профилей и крыльев конечного размаха; изоэнтропические течения газа; Теория скачков уплотнения, потенциальные течения идеального сжимаемого газа; АДХ профиля и крыла конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоках; интерференция частей ЛА;

Аэродинамика сверхзвуковых скоростей, пограничный слой; Аэродинамический нагрев; аэродинамика разреженных газов»:

- Предмет гидрогазоаэродинамики. Основные свойства жидкостей и газов.
- Основные кинематические понятия и определения
- Методы кинематического исследования жидкости (газа). Линия тока.
- Ламинарное и турбулентное движение газа. Циркуляция скорости.
- Основные уравнения движения жидкости и газа. Уравнения неразрывности, количества движения.
- Дифференциальные уравнения движения невязкого газа в форме Эйлера.
- Дифференциальные уравнения движения вязкого газа. Уравнения Навье-Стокса.
- Уравнение энергии для вязкого теплопроводного газа. Полная система уравнений сплошной среды. Начальные и граничные условия.
- Интегралы уравнения движения. Аэродинамическое подобие.
- Понятие об аэродинамических коэффициентах. Пограничный слой и несжимаемые потоки
- Параметры торможения. Максимальная скорость. Оценка влияния сжимаемости
- Сопло Лавалья. Истечение газа через отверстие
- Основные соотношения для установившихся одномерных изэнтропических потоков газа. Распространение малых возмущений в потоке идеального газа.
- Возникновение скачков уплотнения. Основные соотношения для прямого и косого скачков уплотнения.
- Давление торможения за прямым скачком уплотнения. Ударная поляра.
- Критерий потенциальности потока газа. Основное дифференциальное уравнение потенциального потока газа.
- Аэродинамические характеристики тел вращения, составленных из различных элементов.
- Аэродинамические характеристики корпусов летательных аппаратов. Формулы Жуковского и Чаплыгина.
- Связанная и скоростная система координат. Аэродинамическое качество ЛА
- Теория тонкого профиля. Особенности обтекания крыла конечного размаха.
- Аэродинамика сверхзвуковых скоростей, пограничный слой
- Аэродинамический нагрев; основы аэродинамики разреженных газов.
- Аэродинамические силы и моменты. Аэродинамическая устойчивость летательного аппарата
- Аэродинамические схемы летательных аппаратов. Маневренные свойства ЛА
- Способы создания аэродинамических сил и моментов. Порядок проведения аэродинамических расчетов
- Условия динамического и теплового подобия потоков
- Основные уравнения гидродинамики. Виды сопротивлений при движении жидкости в трубах. Гидравлический удар. Виды трубопроводов
- Местные гидравлические сопротивления. Коэффициент гидравлического трения

**На собеседовании задается три вопроса. Критерии формирования оценок по результатам собеседования:**

- «неудовлетворительно» - обучающийся не ответил правильно ни на один вопрос;
- «удовлетворительно» - обучающийся развернуто и правильно ответил на один вопрос.

- «хорошо» - обучающийся развернуто и правильно ответил на два вопроса.
- «отлично» - обучающийся развернуто и правильно ответил на три вопроса.

## 2.2. Варианты заданий для контрольных работ

### Контрольная работа 1

#### Вариант 1

1. Скорость звука. Вязкость и теплопроводность газа. Гипотеза сплошности среды
2. Определить эксергию потока водяного пара при давлении 10,0 МПа и температуре 500°С, если температура среды 20°С, а давление 0,1 МПа.

#### Вариант 2

1. Ламинарное и турбулентное движение газа. Циркуляция скорости
2. Определить полную энергию струйки в потоке воздуха, если его скорость 200 м/с, температура 500 К, отношение удельных теплоемкостей 1,4, а теплоемкость при постоянном давлении 1005 Дж/ (кг·К).

### Контрольная работа 2

#### Вариант 1

1. Гидравлический удар. Виды трубопроводов
2. Водяной пар расширяется в сопле Лавала от давления 3,5 МПа и температуры торможения 450°С до давления 0,05 МПа. Определить скорость истечения и размеры сопла, если коэффициент потери энергии 0,12 и расход 0,5 кг/с.

#### Вариант 2

1. Аэродинамические схемы летательных аппаратов
2. Определить изменение давления, температуры и скорости, а также число Маха за прямым скачком уплотнения, если известно, что отношение плотностей за этим скачком и перед ним равно 5, а показатель адиабаты равен 1,2.

## 2.3. Темы для самостоятельной работы

### Варианты заданий для самостоятельной работы: поиск учебных пособий по данному материалу, подготовка презентации и доклада

1. Предмет гидрогазоаэродинамики. Основные свойства жидкостей и газов. Сжимаемость газа. Скорость звука. Вязкость и теплопроводность газа. Гипотеза сплошности среды. Понятие о стандартной атмосфере
2. Методы кинематического исследования жидкости (газа). Линия тока. Ламинарное и турбулентное движение газа. Циркуляция скорости. Движение жидкой частицы. Понятие о потенциальном течении. Основы теории вихрей
3. Основные уравнения движения жидкости и газа. Уравнения неразрывности, количества движения. Дифференциальные уравнения движения невязкого газа в форме Эйлера. Дифференциальные уравнения движения вязкого газа

4. Уравнения Навье-Стокса. Уравнение энергии для вязкого теплопроводного газа. Полная система уравнений сплошной среды. Начальные и граничные условия. Интегралы уравнения движения
5. Аэродинамическое подобие. Понятие об аэродинамических коэффициентах. Пограничный слой и несжимаемые потоки
6. Основные соотношения для установившихся одномерных изэнтропических потоков газа. Распространение малых возмущений в потоке идеального газа
7. Возникновение скачков уплотнения. Основные соотношения для прямого и косого скачков уплотнения. Давление торможения за прямым скачком уплотнения. Ударная полара
8. Критерий потенциальности потока газа. Основное дифференциальное уравнение потенциального потока газа. Метод малых возмущений. Метод характеристик
9. Аэродинамические характеристики тел вращения, составленных из различных элементов. Аэродинамические характеристики корпусов летательных аппаратов
10. Формулы Жуковского и Чаплыгина. Теория тонкого профиля. Особенности обтекания крыла конечного размаха
11. Профиль и крыло конечного размаха в дозвуковом и сверхзвуковом потоках; интерференция частей летательного аппарата
12. аэродинамика сверхзвуковых скоростей, пограничный слой, аэродинамический нагрев; основы аэродинамики разреженных газов
13. Аэродинамические силы и моменты. Аэродинамическая устойчивость летательного аппарата. Аэродинамические схемы летательных аппаратов
14. Условия динамического и теплового подобия потоков
15. Основные уравнения гидродинамики. Виды сопротивлений при движении жидкости в трубах.
16. Гидравлический удар. Виды трубопроводов. Местные гидравлические сопротивления. Коэффициент гидравлического трения

### **3 Шкалы оценивания**

#### **3.1 Критерии оценивания контрольных работ**

Оценку «зачтено» за контрольную работу (работы) обучающийся получает при правильном выполнении не менее 80% заданий.

#### **3.2. Критерии формирования оценок на экзамене**

Согласно балльно-рейтинговой системе, оценку «отлично» обучающийся может получить автоматически при наличии у него 85 и более баллов.

Допущенным к экзамену считается обучающийся:

- имеющий конспект 100% лекций;
- выполнивший все практические задания;
- выполнивший все контрольные работы;
- получивший «удовлетворительно» и выше оценку на собеседовании;
- выполнивший презентацию и сделавший доклад о выполнении самостоятельной работы.

На экзамене студент вытягивает билет, в котором два вопроса и задача.

Критерии оценки экзамена:

- «неудовлетворительно» - студент не ответил ни на один вопрос и не решил задачу;

