

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева

Кафедра «Ракетное вооружение»

Утверждено на заседании кафедры  
«Ракетное вооружение»  
«\_10\_»\_\_01\_\_2023 г., протокол № 5

/ И.о. зав. кафедрой

 А.В. Смирнов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Механика жидкости и газа»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы специалитета**

по специальности

**24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет  
и ракетно-космических комплексов**

со специализацией

**Ракеты с ракетными двигателями твердого топлива**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 240501-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

Разработчик:

Дунаев В.А., профессор, д.т.н., профессор

---

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



---

(подпись)

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является изучение явлений, протекающих в сжимаемой и несжимаемой сплошной среде, закономерностей, которым эти явления подчиняются и законов взаимодействия между воздушной средой и движущимся в ней твердым телом, сверхзвуковым набегающим потоком, продуктами сгорания твердого топлива и конструкцией ЛА. Дисциплина является теоретической основой авиационной и ракетно-космической техники. Проектирование летательных аппаратов и их двигателей невозможно без знания протекающих газодинамических процессов.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к образованию современных специалистов, основными являются:

- повышение уровня фундаментальной подготовки в области аэрогазодинамики;
- повышение уровня подготовки в области вычислительных методов механики сплошной среды, развития у студентов логического и алгоритмического мышления;
- выработка у студентов навыков использования компьютерной техники при решении прикладных задач в области аэрогазодинамики.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в 6 семестре.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

1) методы проведения математического моделирования процессов функционирования разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием современных программных продуктов для прогнозирования

поведения, изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов (код компетенции - ПК-7, код индикатора - ПК-7.1).

**Уметь:**

1) проводить математическое моделирование процессов функционирования разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием современных программных продуктов для прогнозирования поведения, изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов (код компетенции - ПК-7, код индикатора - ПК-7.2).

**Владеть:**

1) навыками проведения математического моделирования процессов функционирования разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием современных программных продуктов для прогнозирования поведения, изучения функционирования изделия в целом, а также его подсистем с учетом используемых материалов (код компетенции - ПК-7, код индикатора - ПК-7.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

#### 4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
6	Э	3	108	32		32		2	0,25	41,75
Итого	-	3	108	32		32		2	0,25	41,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

## 4.2 Содержание лекционных занятий

### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>6 семестр</i>	
1	Введение – предмет механики жидкости и газа. Краткий очерк развития МЖГ, проблемно ориентированный на ракетную технику и системы реактивного вооружения.
2	Физические свойства жидкостей и газов. Отличительные свойства газов. Отличительные свойства жидкостей. Механика жидкости и газа как раздел механики сплошной среды. Основные гипотезы механики сплошной среды.
3	Основы кинематики сплошной среды. Задание движения сплошной среды. Поле скоростей. Линии тока и траектории. Трубка тока и струя. Ускорение жидкой частицы.
4	Основы динамики жидкости и газа. Распределение массы в сплошной среде. Закон сохранения массы и уравнение неразрывности.
5	Закон сохранения количества движения идеальной жидкости и газа, уравнение движения.
6	Закон сохранения энергии при движении идеальной жидкости и газа, уравнение энергии.
7	Общая система уравнений движения идеальной жидкости и газа. Краевые условия в задачах аэрогазодинамики в ракетной технике: геометрические, граничные, временные и физические. Уравнение состояния. Анализ системы уравнений аэрогазодинамики с точки зрения различных задач ракетной техники. Особенности аэрогазодинамики разреженных газов.
8	Основы гидродинамики вязкой жидкости. Модель вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Дифференциальные и интегральные формы записи уравнений.
9	Скорость распространения малых возмущений в газах. Приближенное решение задачи одномерного течения идеального газа в трубе под действием поршня. Скорость распространения малых возмущений в идеальном газе. Формула скорости звука.
10	Дозвуковое и сверхзвуковое течения. Конус Маха. Истечение газа из камеры двигателя при различных перепадах давления, критическая скорость. Газодинамические функции.
11	Ударные волны. Торможение сверхзвукового потока. Основы теории скачков уплотнения. Физическая природа возникновения скачков уплотнения. Связь между скоростью газа до и после скачка.
12	Основы теории скачков уплотнения, прямые и косые скачки уплотнения. Течение газа с непрерывным увеличением скорости (течение Прандтля – Майера), обтекание внешнего тупого угла.

<b>№ п/п</b>	<b>Темы лекционных занятий</b>
13	Течение газа в соплах. Одномерное стационарное движение газа по трубе переменного сечения. Разновидности сопел и особенности течения по соплу.
14	Профилирование дозвуковой части сопла.
15	Профилирование сверхзвуковой части сопла. Кольцевые сопла.
16	Расчетный и нерасчетные режимы истечения из сопла Лаваля. Потери тяги. Неодно-мерное течение по соплу.

#### **4.3 Содержание практических (семинарских) занятий**

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### **4.4 Содержание лабораторных работ**

##### **Очная форма обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименования лабораторных работ</b>
<b>6 семестр</b>	
1-2	Изучение устройства и функционирования стенда экспериментальных исследований ТМЖ-1М
3-4	Экспериментальное исследование потери напора по длине трубопровода
5-6	Экспериментальное исследование потери напора при внезапном изменении площади проходного сечения канала
7-8	Экспериментальное исследование обтекания крылового профиля

#### **4.5 Содержание клинических практических занятий**

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### **4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося**

##### **Очная форма обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Виды и формы самостоятельной работы</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

**5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося**

**Очная форма обучения**

<b>Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося</b>			<b>Максимальное количество баллов</b>
<b>6 семестр</b>			
<b>Текущий контроль успеваемости</b>	<b>Первый рубежный контроль</b>	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	4
		Выполнение лабораторной работы № 1-2	8
		Выполнение лабораторной работы № 3-4	8
		Выполнение контрольной работы	10
		<b>Итого</b>	<b>30</b>
	<b>Второй рубежный контроль</b>	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	4
		Выполнение лабораторной работы № 5-6	8
		Выполнение лабораторной работы № 7-8	8
		Выполнение контрольной работы	10
		<b>Итого</b>	<b>30</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Экзамен</b>		<b>40 (100*)</b>

*\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости*

**Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)**

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
<b>Стобалльная система оценивания</b>	<b>0 – 39</b>	<b>40 – 60</b>	<b>61 – 80</b>	<b>81 – 100</b>
<b>Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)</b>	<b>Не-удовлетворительно</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Отлично</b>

Система оценивания результатов обучения	Оценки	
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено

## **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- для проведения лекционных занятий - учебная аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном;
- для проведения лабораторных работ - лаборатория и компьютерный класс. В качестве специализированного оборудования необходим стенд экспериментальных исследований ТМЖ-1М.

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учебник для вузов.-7-е изд., испр. - М.: Дрофа, 2003-840с.
2. Калугин В.Т. Аэродинамика органов управления полетом летательных аппаратов: Учеб.пособие для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2004. – 688с.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Аржаников Н.С. Аэродинамика летательных аппаратов: учебник для вузов. – М., Высш.школа, 1983, 359с.
- 2.Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. В 2 ч. Ч. 2: 5-е изд., перераб. и доп.— М.: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит, 1991. - 304 с.
2. Швыдкий, В.С. Механика жидкости и газа :учеб.пособие для вузов / В.С.Швыдкий [и др.];под ред.В.С.Швыдкого. М. : Академкнига, 2003. 464с. : ил.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <https://e.lanbook.com/> – ЭБС «Лань», доступ авторизованный
2. <https://www.iprbooks.ru/> – Цифровой образовательный ресурс IPR SMART, доступ авторизованный



3. <https://cyberleninka.ru/> – Научная электронная библиотека «КиберЛенинка», доступ свободный
4. <https://www.elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека eLibrary.ru, доступ свободный

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Пакет офисных приложений MicrosoftOffice 2013.
2. Пакет офисных приложений «МойОфис».
3. САПР Компас-3D V16.

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.