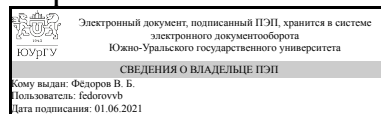


УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Аэрокосмический



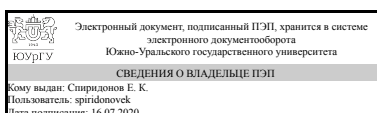
В. Б. Фёдоров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** Б.1.17 Механика жидкости и газа  
**для специальности** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов  
**уровень** специалист **тип программы** Специалитет  
**специализация** Ракетные транспортные системы  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Гидравлика и гидропневмосистемы

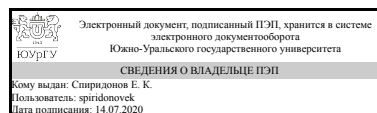
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



Е. К. Спиридонов

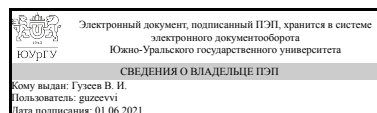
Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



Е. К. Спиридонов

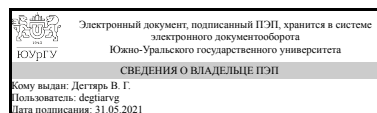
СОГЛАСОВАНО

Декан факультета разработчика  
д.техн.н., проф.



В. И. Гузев

Зав.выпускающей кафедрой  
Летательные аппараты  
д.техн.н., проф.



В. Г. Дегтярь

## 1. Цели и задачи дисциплины

Задача изучения механики жидкости и газа состоит в формировании глубоких знаний о законах покоя и движения жидкостей (капельных и газообразных) и силового взаимодействия между жидкостью и обтекаемыми телами с целью выработки умений и представлений, необходимых как для усвоения других общетехнических и профилирующих предметов по направлению 24.05.01, так и для решения прикладных задач, возникающих при проектировании и эксплуатации гидропневматического оборудования и систем на их основе.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Механика жидкости и газа» знакомит студентов с общими законами равновесия и движения жидкостей (капельных и газообразных), учит анализировать различные гидрогазодинамические явления и строить их физико-математические модели, позволяет студентам приобрести начальные навыки решения гидравлических и газодинамических задач.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-5 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: физические свойства жидкостей и газов и параметры количественной оценки свойств; наиболее распространенные модели жидкой среды и области их использования; законы равновесия и движения жидкостей и газов; основные характеристики потока в живом сечении; гидравлические сопротивления, их силовую и энергетическую оценки
	Уметь: решать прикладные задачи гидрогазомеханики, включая расчеты гидравлических потерь удельной энергии, силового воздействия жидкости и газа на ограничивающие поверхности, расчеты трубопроводов и отдельных элементов гидросистем
	Владеть: методами типовых экспериментальных исследований гидравлических сопротивлений и устройств; путями снижения сил сопротивлений и гидравлических потерь удельной механической энергии в гидропневмосистемах

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача, Б.1.05.02 Математический анализ, Б.1.06 Физика, Б.1.11 Начертательная геометрия,	Б.1.38 Динамика рабочих процессов в РКТ, Б.1.45 Акустика летательных аппаратов, Б.1.30 Проектирование РКТ, Б.1.41 Проектирование систем теплозащиты и

В.1.10 Введение в специальность, Б.1.09 Теоретическая механика	терморегуляции ЛА, ДВ.1.03.02 Динамические испытания, ДВ.1.09.01 Стартовые комплексы ракет, Б.1.39 Математическое моделирование систем ракетно-космической техники, ДВ.1.06.01 Ракетные двигатели
---	---

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.06 Физика	Основные свойства жидкости и газа, законы механики
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	Основные законы термодинамические процессы
Б.1.05.02 Математический анализ	Все разделы
В.1.10 Введение в специальность	Начальные сведения по специальности
Б.1.11 Начертательная геометрия	Пространственное мышление
Б.1.09 Теоретическая механика	механические зависимости движения материальных объектов

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60	
Подготовка к зачету	20	20	
Подготовка к практическим занятиям	20	20	
Подготовка к лабораторным занятиям	20	20	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Жидкость Определение, напряженное состояние, свойства	8	4	2	2
2	Гидростатика	10	0	6	4
3	Одномерное течение жидкой среды (капельной и	10	4	4	2

	газообразной). Общие понятия, закономерности, уравнения				
4	Гидравлические сопротивления	8	2	2	4
5	Пространственное течение жидкой среды. Основные характеристики, уравнения	6	4	0	2
6	Гидрогазодинамические расчеты	6	2	2	2

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Жидкость. Определение, напряженное состояние, свойства.1. Гидравлическое представление о жидкости (капельной и газообразной)2. Напряженное состояние жидкой среды. Силы, действующие в жидкости, нормальные и касательные напряжения, единицы измерения напряжений.	2
2	1	3. Физические свойства жидкостей и газов. Вязкость, сжимаемость, температурное расширение, растворение газов в жидкостях, изменение агрегатного состояния среды. Модели жидкой среды.	2
3	3	Одномерное течение жидкой среды (капельной и газообразной). Общие понятия, закономерности, уравнения.1. Особенности течения жидкости, математическое описание и графическое представление: линии тока и живое сечение. Разновидности течения жидкой среды. 2. Воздействие внешней среды на поток жидкости (капельной и газообразной). Классификация потоков.3. Сущность одномерного подхода к решению гидрогазодинамических задач.4. Основные характеристики потока в живом сечении и их анализ.5. Общие законы и уравнения гидрогазодинамики одномерных стационарных течений (интегральная форма законов сохранения).5.1 Уравнение неразрывности (баланса расходов).5.2 Уравнение количества движения.5.3 Уравнение энергии и его анализ.5.4 Механическая форма уравнения энергии (уравнение Д. Бернулли).	2
4	3	6 Задача гидрогазодинамики и ее постановка в одномерном приближении.7 Закономерности одномерного стационарного движения капельной жидкости.7.1 Основные уравнения и их анализ.7.2 Зависимость параметров потока от площади живых сечений.7.3 Напорные и пьезометрические линии.8 Закономерности установившихся изоэнтропийных одномерных течений газа. Условия, при которых действительные течения газа приближаются к изоэнтропическим. Основные уравнения и их анализ. Параметры торможения и критические параметры газового потока.9. Разгон и торможение дозвукового и сверхзвукового потока жидкой среды при различных воздействиях. Закон обращения воздействия.	2
5	4	Гидравлические сопротивления. 1. Характер задач и классификация гидравлических сопротивлений.2. Режимы течения жидкости.	2
6	5	Пространственное (многомерное) течение жидкой среды1. Кинематические характеристики потока (поля линейной и угловой скоростей, ускорений).2. Дифференциальные уравнения движения идеальной и вязкой жидкости и их анализ (Уравнения Эйлера и Навье-Стокса).	2
7	5	4. Примеры точного решения дифференциальных уравнений: основное уравнение гидростатики, интеграл Бернулли, ламинарное течение жидкости в круглой трубе и узкой плоской щели.	2
8	6	Гидрогазодинамические расчеты элементов гидро- и пневмосистем. 1. Истечение капельной жидкости через отверстие и насадки. Коэффициенты истечения, формула Торичелли, напор истечения.2. Истечение газов через отверстие и суживающиеся сопла. Формула Сен-Венана.3. Сопло Лавала. Расчетный режим.4. Расчет трубопроводов.5. Гидравлический удар в трубах.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Параметры состояния жидкой среды (капельной и газообразной). Абсолютное и избыточное давление (манометрическое и вакуумметрическое), температура, плотность, барометрическое давление (давление атмосферы), уравнение состояния. Физические свойства жидкостей и газов. На нескольких типичных примерах оценивается степень влияния тех или иных свойств жидкости и газа на характеристики гидравлических устройств.	2
2-3	2	Статика жидкости. Анализируются основные закономерности статики жидкости. Выполняются типовые гидростатические расчеты.	4
4	2	Расчет сил давления	2
5-6	3	Основные уравнения одномерного стационарного течения жидкости и газа. Расчет и анализ основных интегральных характеристик потока в живом сечении. Решение задач с применением основных уравнений одномерного движения.	4
7	4	Расчет гидравлических сопротивлений	2
8	6	Прикладные гидрогазодинамические расчеты.	2

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Изучение свойств жидкости. Экспериментальное определение плотности, вязкости, коэффициентов поверхностного натяжения и температурного расширения капельных жидкостей.	2
2	2	Изучение устройства и принципа действия жидкостных приборов для измерения давления. Приобретение навыков определения положительного и отрицательного избыточного давления с помощью пьезометров и "U"-образных мановакуумметров.	2
3	2	Определение гидростатического давления в заданной точке покоящейся жидкости на примере использования основного уравнения гидростатики.	2
4	3	Баланс энергии у стационарного потока. Опытным путем строятся пьезометрические и напорные линии для потока жидкости в трубках постоянного и переменного сечения и на их основе прослеживаются закономерности одномерных течений капельной жидкости. Приобретение навыков опытного определения полного напора и его составляющих.	2
5	4	Исследование гидравлических сопротивлений по длине на прямом участке трубопроводов различного диаметра. Ознакомление с методикой экспериментального определения коэффициентов гидравлического трения. Исследование влияния числа Рейнольдса на эти коэффициенты. Определение гидравлических потерь напора по длине.	2
6	4	Исследование местных гидравлических сопротивлений фасонных участков (мерной диафрагмы, регулируемой задвижки, тройника). Ознакомление с методикой экспериментального определения коэффициентов местных сопротивлений. Определение потерь напора в местных гидравлических сопротивлениях.	2
7	5	Изучение структуры потоков жидкости. Визуальное наблюдение обтекания жидкостью пластины, расположенной ортогонально вектору скорости набегающего потока. Построение семейства линий тока и их анализ.	2

		Визуальное наблюдение структуры ламинарного и турбулентного течений жидкости в канале.	
8	6	Исследование истечения жидкости через отверстия и насадки	2

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Литература, конспект лекций, практических занятий	20
Подготовка к практическим занятиям	Литература, конспект лекций, практических занятий в соответствии с темой раздела	20
Подготовка к лабораторным работам	Методические указания по выполнению работ	20

#### 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Тренинг	Практические занятия и семинары	Решение задач, проведение лабораторных работ в соответствии с методическими рекомендациями	2
ситуации на основе опыта	Практические занятия и семинары	Рассмотрение проблемных ситуаций работы гидросистем и их решение	4
работа малыми группами	Лабораторные занятия	выполнение лабораторных работ малыми группами	14
Тренинг	Лабораторные занятия	Решение задач, проведение лабораторных работ в соответствии с методическими рекомендациями	2

#### Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

#### 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

##### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-5 способностью решать стандартные задачи	зачет	1-3

	профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности		
--	--	--	--

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
зачет	письменный ответ на вопросы билета	Зачтено: правильный ответ на 2 или 3 вопроса билета или ответы на все 3 вопроса билета с незначительными погрешностями Не зачтено: неверные ответы на 2 вопроса или отсутствие верного ответа

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
зачет	билеты_зачет.doc

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика Ч. 1 В 2 ч. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1991. - 597 с. ил.
2. Зарянкин, А. Е. Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей Текст учебник для вузов по направлениям "Энерг. машиностроение" и "Теплоэнергетика и теплотехника" А. Е. Зарянкин. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014. - 589, [1] с. ил.
3. Дейч, М. Е. Газодинамика Учеб. пособие для теплотехн. специальностей вузов М. Е. Дейч, А. М. Зарянкин. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 384 с. ил.
4. Темнов, В. К. Сборник задач по технической гидроаэромеханике Текст В. К. Темнов ; Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Гидравлика и гидропневмосистемы ; ЮУрГУ. - 4-е изд., доп. и перераб. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1997. - 80 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Попов, Д. Н. Гидромеханика Учеб. для вузов по специальности "Гидравлическая, вакуумная и компрессорная техника" Д. Н. Попов, С. С. Панаиотти, М. В. Рябинин. - 2-е изд., стер. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. - 382,[1] с.
2. Емцев, Б. Т. Техническая гидромеханика Учеб. для вузов по спец. "Гидравл. машины и средства автоматизации" Б. Т. Емцев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 440 с. ил.

3. Зарянкин, А. Е. Сборник задач по гидрогазодинамике Учеб. пособие для студ. теплоэнерг. спец. вузов. - М.: Издательство МЭИ, 1995. - 335,[1] с. ил.

4. Темнов, В. К. Решение типовых задач технической гидромеханики Текст учеб. пособие для вузов В. К. Темнов, М. Е. Гойдо, Е. К. Спиридонов ; Челяб. гос. техн. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1994. - 124, [1] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Известия РАН. Механика жидкости и газа, науч. журн. РАН, Отд-ние энергетики, машиностроения, механики и процессов управления, Учреждение РАН Ин-т проблем механики РАН им. А.Ю. Ишлинского. – М., Наука, 1966–2017, № 1–6

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Спиридонов, Е.К. Структурно-логические схемы и рабочая программа курса «Механика жидкости и газа»: учеб.-метод. комплекс / Е.К. Спиридонов, Е.А. Гришина – Челябинск: Издательство ЮУрГУ. – 2007. – 22 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Давыдова, М.А. Лекции по гидродинамике. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 216 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/5264">http://e.lanbook.com/book/5264</a> — Загл. с экрана	Электронный архив ЮУрГУ	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Шабловский, А.С. Выполнение домашних заданий и курсовых работ по дисциплине «Механика жидкости и газа»: учеб. пособие: В 2 ч. — Ч. 2: Гидродинамика. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 65 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/58555">http://e.lanbook.com/book/58555</a> — Загл. с экрана	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет



Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	109 (3г)	Портативный учебно-лабораторный комплекс «Капелька»
Самостоятельная работа студента	310 (2)	Персональные компьютеры
Лекции	314 (2)	Комплект электронных плакатов "Газовая динамика воздушных потоков"
Практические занятия и семинары	314 (2)	Комплект электронных плакатов "Газовая динамика воздушных потоков"
Лабораторные занятия	109 (3г)	Стенд учебный "Динамические насосы и основы механики жидкости"
Лабораторные занятия	109 (3г)	Учебно-исследовательский комплекс «Экспериментальная механика жидкости»
Лекции	140a (3)	Кинопроектор
Лекции	314 (2)	Мультимедийное оборудование, проектор