

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ГИДРАВЛИКА В АРКТ

Направление/специальность подготовки	24.03.05 Двигатели летательных аппаратов
Специализация/профиль/программа подготовки	Авиационная и ракетно-космическая теплотехника
Уровень высшего образования	Бакалавриат
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	
3	5	3	108	51	17	0	34	57	0	0	57	зач.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.03.05 Двигатели летательных аппаратов**

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Шалимов Виталий Петрович, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_

Кафедра А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА  
Ефремов Алексей Владимирович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А9 ПЛАЗМОГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Тетерина И.В., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ГИДРАВЛИКА В АРКТ**

### **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-1.1 — способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники

ПСК-1.3 — способность выполнять расчеты параметров рабочего процесса, теплового состояния и характеристик двигателей и энергоустановок летательных аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-1.1**

*знания:*

Основные определения и понятия машиностроительной гидравлики, гидравлические процессы в сложных механических системах, методы их расчета, использование физических моделей гидравлики в энергетическом машиностроении;

Принципы устройства и действия типовых гидравлических механизмов, их особенности, сравнительный анализ с электрическими, механическими, пневматическими и иными агрегатами, применяемыми в энергетическом машиностроении;

*умения:*

Методы расчета гидравлических систем, элементов гидравлического оборудования, свободное использование справочной и технической литературы по машиностроительной гидравлике для углубления знаний теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках;

*навыки:*

Проведение типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.

## **ПСК-1.3**

*знания:*

Основные математические модели, описывающие основные гидравлические процессы в области авиационной и ракетно-космической техники;

*умения:*

Уметь рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин; проводить гидравлический расчет трубопроводов;

*навыки:*

Проведение типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ГИДРАВЛИКА В АРКТ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 24.03.05 *Двигатели летательных аппаратов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ТЕРМОДИНАМИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, ТЕОРИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ, АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ И ТЕПЛОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла
- ОПК-5 — Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

### 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-1.1	ПСК-1.3
3	5	<b>Раздел 1. Свойства жидкостей.</b> Предмет гидравлики. Физические свойства жидкости: сплошность, сжимаемость, вязкость. Свойства напряжений и поверхностных сил, действующих в жидкости. Давление в жидкости.	10	5	1	4	5	10	10
3	5	<b>Раздел 2. Гидростатика.</b> Свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики. Пьезометрическая высота. Вакуум. Измерение давления. Сила давления жидкости на плоскую стенку. Закон Архимеда. Прямолинейное равноускоренное движение сосуда с жидкостью.	11	6	2	4	5	10	10
3	5	<b>Раздел 3. Кинематика и динамика жидкости.</b> Метод Лагранжа и Эйлера для изучения движения жидкости. Основные гидравлические элементы потока: линия тока, струйка тока, живое сечение. Виды расходов. Уравнение неразрывности. Уравнение движения в напряжениях. Обобщенный закон вязкости Ньютона. Уравнение Бернулли для реальной вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости. Применение уравнения Бернулли для решения практических задач: расходомер Вентури, трубка Пито. Гидравлические потери. Теорема об изменении количества движения.	12	7	3	4	5	10	10
3	5	<b>Раздел 4. Режимы течения жидкости в трубах и основы теории гидродинамического подобия.</b> Ламинарное установившееся течение несжимаемой жидкости. Ламинарное течение жидкости в щелевом зазоре. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе. Особенности течения жидкости при турбулентном режиме. Потери напора на трение в трубах при турбулентном режиме: графики Никурадзе и Мурина. Основы теории гидродинамического подобия. Безразмерные критерии, их физический смысл.	15	8	2	6	7	12	12
3	5	<b>Раздел 5. Местные сопротивления.</b> Внезапное расширение канала. Постепенное расширение канала. Диффузор. Другие виды местных сопротивлений. Местные сопротивления при ламинарном течении.	13	6	2	4	7	12	12
3	5	<b>Раздел 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки.</b> Общие сведения. Истечение в газовую среду. Истечение через малое отверстие в тонкой стенке под уровень жидкости. Истечение через внешний цилиндрический насадок.	10	4	2	2	6	12	12
3	5	<b>Раздел 7. Гидравлический расчет трубопроводов.</b> Общие сведения. Простой трубопровод постоянного сечения. Соединение простых трубопроводов. Сложные трубопроводы: последовательное соединение, параллельное соединение, разветвленный трубопровод. Трубопроводы с насосной подачей жидкости.	15	7	1	6	8	12	12
3	5	<b>Раздел 8. Гидравлический удар.</b> Гидравлический удар в трубопроводе. Скорость распространения ударной волны при гидравлическом ударе.	12	4	2	2	8	12	12
3	5	<b>Раздел 9. Гидравлические машины.</b> Основные параметры гидромашин. Лопастные машины. Характеристики идеального и реального центробежного насоса. Основы теории подобия насосов. Коэффициент быстроходности. Объемные гидромашин. Аксально-плунжные гидромашин. Гидроприводы и гидропередачи.	10	4	2	2	6	10	10
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100	100
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Свойства жидкостей.	Решение задач по данному разделу	4
2	Раздел 2. Гидростатика.	Решение задач по данному разделу	4
3	Раздел 3. Кинематика и динамика жидкости.	Решение задач по данному разделу	4
4	Раздел 4. Режимы течения жидкости в трубах и основы теории гидродинамического подобия.	Решение задач по данному разделу	6
5	Раздел 5. Местные сопротивления.	Решение задач по данному разделу	4
6	Раздел 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки.	Решение задач по данному разделу	2
7	Раздел 7. Гидравлический расчет трубопроводов.	Решение задач по данному разделу	6
8	Раздел 8. Гидравлический удар.	Решение задач по	2

		данному разделу	
9	Раздел 9. Гидравлические машины.	Решение задач по данному разделу	2
<b>Всего за 5 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Свойства жидкостей.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	5
2	Раздел 2. Гидростатика.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	5
3	Раздел 3. Кинематика и динамика жидкости.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	5
4	Раздел 4. Режимы течения жидкости в трубах и основы теории гидродинамического подобия.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	7
5	Раздел 5. Местные сопротивления.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	7
6	Раздел 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	6
7	Раздел 7. Гидравлический расчет трубопроводов.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	8
8	Раздел 8. Гидравлический удар.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	8
9	Раздел 9. Гидравлические машины.	Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	6
<b>Всего за 5 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
5				ОС		ДР	ОС	ДЗ		ДР	ДЗ	ОС	Контр.Р.	ОС		ДР	Контр.Р., зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- ДЗ – домашнее задание;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Гидравлика. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.
2. А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении. Старый Оскол: ТНТ, 2016, 30 экз.
3. Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод. М.: Форум, 2011, 12 экз.
4. Б. В. Ухин. . Гидравлика. М.: Форум, 2010, 12 экз.
5. Г. Я. Суров, А. Н. Вихарев, И. И. Долгова. . Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах. Архангельск: Изд-во САФУ, 2010, эл. рес.
6. Е. В. Афанасьев. . Гидравлика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 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/> — 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:

не требуется.

### 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.

### **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 **ГИДРАВЛИКА В АРКТ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению **24.03.05 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-1.1 способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов для понимания физической сущности рабочих процессов энергетических установок авиационной и ракетно-космической техники;

ПСК-1.3 способность выполнять расчеты параметров рабочего процесса, теплового состояния и характеристик двигателей и энергоустановок летательных аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с пневмогидравлическими системами двигательных установок: основные свойства жидкостей, режимы их течения, особенности истечения через отверстия и насадки, процессы в пневмогидравлических системах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 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. Свойства жидкостей.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	Г. Я. Суров, А. Н. Вихарев, И. И. Долгова. . Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах: Архангельск: Изд-во САФУ, 2010 (все главы) Е. В. Афанасьев. . Гидравлика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (все главы) Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (1) . Гидравлика: Москва: Юрайт, 2019 (2) А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2016 (1) Б. В. Ухин. . Гидравлика: М.: Форум, 2010 (1)	5
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Гидростатика.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	Е. В. Афанасьев. . Гидравлика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (все главы) . Гидравлика: Москва: Юрайт, 2019 (3) Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (2) Б. В. Ухин. . Гидравлика: М.: Форум, 2010 (2) А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2016 (2) Г. Я. Суров, А. Н. Вихарев, И. И. Долгова. . Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах: Архангельск: Изд-во САФУ, 2010 (все главы)	5
Итого по разделу 2		5
<b>Раздел 3. Кинематика и динамика жидкости.</b>		

Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (3) . Гидравлика: Москва: Юрайт, 2019 (4) А. Г. Схиртладзе, В. И. Иванов, В. Н. Кареев. . Гидравлика в машиностроении: Старый Оскол: ТНТ, 2016 (3)	5
Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Режимы течения жидкости в трубах и основы теории гидродинамического подобия.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	Б. В. Ухин. . Гидравлика: М.: Форум, 2010 (5) . Гидравлика: Москва: Юрайт, 2019 (5,6) Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (4) Г. Я. Суров, А. Н. Вихарев, И. И. Долгова. . Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах: Архангельск: Изд-во САФУ, 2010 (все главы)	7
Итого по разделу 4		7
<b>Раздел 5. Местные сопротивления.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	Б. В. Ухин. . Гидравлика: М.: Форум, 2010 (4) Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (5) Е. В. Афанасьев. . Гидравлика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (все главы)	7
Итого по разделу 5		7
<b>Раздел 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (6) . Гидравлика: Москва: Юрайт, 2019 (8) Б. В. Ухин. . Гидравлика: М.: Форум, 2010 (6) Г. Я. Суров, А. Н. Вихарев, И. И. Долгова. . Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах: Архангельск: Изд-во САФУ, 2010 (все главы)	6
Итого по разделу 6		6
<b>Раздел 7. Гидравлический расчет трубопроводов.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	. Гидравлика: Москва: Юрайт, 2019 (9) Е. В. Афанасьев. . Гидравлика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (все главы) Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (7)	8
Итого по разделу 7		8
<b>Раздел 8. Гидравлический удар.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	Г. Я. Суров, А. Н. Вихарев, И. И. Долгова. . Гидравлика и гидропривод в примерах и задачах: Архангельск: Изд-во САФУ, 2010 (все главы)	8

	Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (8)	
Итого по разделу 8		8
<b>Раздел 9. Гидравлические машины.</b>		
Самостоятельное изучение теоретического материала (работа с лекционным материалом и литературой). Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к зачету по дисциплине.	Б. В. Ухин. . Гидравлика: М.: Форум, 2010 (9,11) Б. В. Ухин. . Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: М.: Форум, 2011 (2,4,6)	6
Итого по разделу 9		6

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- 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.

#### Устный опрос студентов

Опрос проводится на практических занятиях. Студенту задаются 3 вопроса по разделу дисциплины. Для успешной аттестации необходимо правильно ответить не менее, чем на 2 вопроса. Студент должен показать владение теоретической информацией, полученной на лекционных занятиях и в рамках самостоятельной работы; ответ должен быть содержательным и аргументированным. Список вопросов для устного опроса приведен в УМК дисциплины.

#### Домашнее задание

Домашнее задание включает в себя решение двух задачи по темам практических занятий. Применяется следующая оценка результатов:

- правильно решены 2 задачи - сдано;
- правильно решена 1 задача + незначительные ошибки в решении второй задачи - сдано;
- правильно решена 1 задача - не сдано;
- не решена ни одна задача - не сдано.

Примеры задач приведены в УМК дисциплины.

#### Контрольная работа

Контрольная работа включает в себя задачи по темам практических занятий. Применяется следующая оценка результатов:

- правильно решены 2 задачи - сдано;
- правильно решена 1 задача + незначительные ошибки в решении второй задачи - сдано;
- правильно решена 1 задача - не сдано;
- не решена ни одна задача - не сдано.

Примеры контрольных задач приведены в УМК дисциплины.

#### Зачет

Для допуска к зачёту необходимо выполнить все контрольные мероприятия, предусмотренные графиком контрольных мероприятий. Зачёт проходит в форме собеседования. На собеседовании при зачете применяется следующая оценка результатов:

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

Вопросы, выносимые на зачёт:

1. Физические свойства жидкости: сплошность, сжимаемость, вязкость...
2. Свойства напряжений и поверхностных сил, действующих в жидкости
3. Давление в жидкости
4. Метод Лагранжа для изучения движения жидкости

5. Метод Эйлера для изучения движения жидкости
6. Линия тока, струйка тока, живое сечение
7. Виды расходов
8. Уравнение неразрывности
9. Уравнение движения в напряжениях
10. Обобщенный закон вязкости Ньютона
11. Уравнение Бернулли
12. Примеры на применение уравнения Бернулли: расходомер Вентури, трубка Пито
13. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости
14. Гидравлические потери
15. Теорема об изменении количества движения
16. Основы теории гидродинамического подобия
17. Безразмерные критерии, их физический смысл.
18. Режимы течения жидкости
19. Ламинарное установившееся течение несжимаемой жидкости
20. Ламинарное течение жидкости в щелевом зазоре
21. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе
22. Особенности течения жидкости при турбулентном режиме
23. Потери напора на трение в трубах при турбулентном режиме: графики Никурадзе и Мурина
24. Местные гидравлические сопротивления: внезапное расширение, сужение, поворот,...
25. Гидравлический расчет трубопроводов: простой трубопровод
- 26.а. Гидравлический расчет трубопроводов: сложный трубопровод – последовательное соединение
- 26.б. Гидравлический расчет трубопроводов: сложный трубопровод – параллельное соединение
- 26.в. Гидравлический расчет трубопроводов: разветвленный трубопровод
27. Трубопровод с насосной подачей жидкости
28. Истечения через отверстия и насадки
29. Истечение в газовую среду
30. Истечение через малое отверстие в тонкой стенке под уровень жидкости
31. Истечение через внешний цилиндрический насадок
32. Гидравлический удар в трубопроводе
33. Скорость распространения ударной волны при гидравлическом ударе.

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-1.1	ПСК-1.3	
3	5	Раздел 1. Свойства жидкостей.	10	5	1	4	5	10	10	Устный опрос студентов
3	5	Раздел 2. Гидростатика.	11	6	2	4	5	10	10	Устный опрос студентов
3	5	Раздел 3. Кинематика и динамика жидкости.	12	7	3	4	5	10	10	Устный опрос студентов
3	5	Раздел 4. Режимы течения жидкости в трубах и основы теории гидродинамического подобия.	15	8	2	6	7	12	12	Домашнее задание
3	5	Раздел 5. Местные сопротивления.	13	6	2	4	7	12	12	Домашнее задание
3	5	Раздел 6. Истечение жидкости через отверстия и насадки.	10	4	2	2	6	12	12	Устный опрос студентов
3	5	Раздел 7. Гидравлический расчет трубопроводов.	15	7	1	6	8	12	12	Контрольная работа
3	5	Раздел 8. Гидравлический удар.	12	4	2	2	8	12	12	Контрольная работа
3	5	Раздел 9. Гидравлические машины.	10	4	2	2	6	10	10	Устный опрос студентов
Всего за 5 семестр			108	51	17	34	57	100	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	34	57	100	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-1.1

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 **Формулировка какого закона звучит следующим образом: на тело, погружённое в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, численно равная весу объёма жидкости или газа, вытесненного телом?**
- № 2 **Как называется вес воды, вытесняемой телом, полностью или частично погружённым в воду?**
- № 3 **Как называется отношение площади живого сечения к смоченному периметру?**
- № 4 **На какие два вида подразделяют гидравлические сопротивления?**
- № 5 **Как называется точка пересечения подъёмной силы при наклонном положении тела с осью плавания?**
- № 6 **Как называется движение, при котором поток соприкасается по всему периметру живого сечения со стенками русла?**
- № 7 **На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?**
- № 8 **Массу жидкости, заключённую в единице объёма, называют \_\_\_\_\_.**
- № 9 **Как называется давление, выражаемое в единицах высоты столба перемещаемой жидкости?**
- № 10 **Как называется компонент топлива, который остаётся в топливном баке и в магистрали питания в момент нарушения сплошности потока на входе в насос двигателя?**

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 **Чему равна плотность ртути?**
- 750 кг/м<sup>3</sup>
  - 1000 кг/м<sup>3</sup>
  - 1250 кг/м<sup>3</sup>
  - 13600 кг/м<sup>3</sup>
- № 2 **Избыток абсолютного давления над атмосферным называется:**
- вакуумметрическим давлением
  - пьезометрическим давлением
  - манометрическим давлением
  - полным давлением
- № 3 **Способность плавающего тела, выведенного из состояния равновесия, вновь возвращаться в это состояние называется:**
- непотопляемость
  - устойчивость
  - плавучесть
  - остойчивость
- № 4 **Чему равна 1 техническая атмосфера?**
- 101,3 кПа
  - 1000 мм рт. ст.
  - 98,1 кПа
  - одной физической атмосфере
- № 5 **Характеристикой насоса называется:**

- зависимость изменения давления и расхода при изменении частоты вращения вала
  - его геометрические характеристики
  - зависимость напора, создаваемого насосом, от его подачи при постоянной частоте вращения вала
  - его технические характеристики: номинальное давление, расход и частота вращения вала, КПД
- № 6 **Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?**
- 1000 Па
  - 100 кПа
  - 100 МПа
  - 100 Па
- № 7 **Какое из утверждений верное?**
- трубопровод является коротким при длине меньше 50 метров, а длинным – при длине больше 50 метров.
  - трубопровод является коротким при длине меньше 100 метров, а длинным – при длине больше 100 метров.
  - трубопровод является коротким при длине меньше 50 метров, а длинным – при длине больше 100 метров. В интервале 50-100 метров трубопровод может считаться как длинным, так и коротким.
  - трубопровод является коротким при длине меньше 50 метров, средним – при длине 50-100 метров, а длинным – при длине больше 100 метров.
- № 8 **1 литр равен:**
- 0,001 м<sup>3</sup>
  - 0,01 м<sup>3</sup>
  - 0,1 м<sup>3</sup>
  - 1 м<sup>3</sup>
- № 9 **Идеальной жидкостью называется:**
- жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение
  - жидкость, подходящая для применения
  - жидкость, способная сжиматься
  - жидкость, существующая только в определенных условиях
- № 10 **При истечении жидкости из отверстий основным вопросом является:**
- определение скорости истечения и расхода жидкости
  - определение необходимого диаметра отверстий
  - определение объема резервуара
  - определение гидравлического сопротивления отверстия

### **ПСК-1.3**

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 **Фамилией какого учёного называется формула для определения скорости распространения ударной волны в трубопроводе?**
- № 2 **Единицей давления в системе СИ является \_\_\_\_\_**
- № 3 **Что из себя представляет уравнение Бернулли с геометрической точки зрения?**
- № 4 **Перечислите три области гидравлических сопротивлений при турбулентном движении жидкости.**
- № 5 **Как называется явление, возникающее при резком изменении скорости движения жидкости из-за полного или частичного закрытия задвижки или**

	при нарушении работы насосов и сопровождающееся большим повышением давления?
№ 6	Для чего служит формула Дарси-Вейсбаха?
№ 7	Что вычисляют по формуле $V_{\text{запр}} = \frac{G_{\text{запр}}}{\rho} + \Delta V.$
№ 8	Дополнительное количество топлива, которое необходимо заправить в баки ракеты, чтобы скомпенсировать возможное увеличение по сравнению с рабочим запасом расхода топлива на маршевом режиме полёта в условиях возмущённого полёта – это _____.
№ 9	Какие основные требования предъявляют к топливным бакам ракет?
№ 10	На какие два типа делятся топливные баки ЖРД Вопросы закрытого типа:
№ 1	При $Re < 2300$ режим движения жидкости <ul style="list-style-type: none"> <li>- ламинарный</li> <li>- турбулентный</li> <li>- переходный</li> <li>- кавитационный</li> </ul>
№ 2	По формуле $\Delta H = \frac{c_v V_0}{g}$ вычисляют: <ul style="list-style-type: none"> <li>- изменение напора при непрямом гидравлическом ударе</li> <li>- изменение фазы гидравлического удара</li> <li>- изменение напора при прямом гидравлическом ударе</li> <li>- изменение свободного напора</li> </ul>
№ 3	Что вычисляют по формуле $\xi = \alpha \left( \frac{\omega_2}{\omega_1} - 1 \right)^2$ <ul style="list-style-type: none"> <li>- гидравлический коэффициент трения для водопроводных труб</li> <li>- гидравлический коэффициент трения в переходной области</li> <li>- коэффициент сопротивления при внезапном расширении</li> <li>- гидравлический коэффициент трения</li> </ul>
№ 4	В длинных трубопроводах: <ul style="list-style-type: none"> <li>- потери напора по длине значительно больше местных потерь напора</li> <li>- местные потери напора значительно больше потерь напора по длине</li> <li>- местные потери напора соразмерны с потерями напора по длине</li> <li>- потери пренебрежимо малы</li> </ul>
№ 5	В коротких трубопроводах: <ul style="list-style-type: none"> <li>- потери напора по длине значительно больше местных потерь напора</li> <li>- местные потери напора значительно больше потерь напора по длине</li> <li>- местные потери напора соразмерны с потерями напора по длине</li> <li>- потери пренебрежимо малы</li> </ul>

- № 6 **Объём газовой подушки в топливных баках ракет составляет:**
- 1...5% от полного объёма бака
  - 10...20% от полного объёма бака
  - 15...35% от полного объёма бака
  - 25...50% от полного объёма бака
- № 7 **Расход потока обозначается латинской буквой:**
- Q
  - V
  - P
  - H
- № 8 **Живое сечение обозначается буквой:**
- W
  - S
  - $\omega$
  - F
- № 9 **Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между:**
- давлением, расходом и скоростью
  - скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса
  - давлением, скоростью и геометрической высотой
  - геометрической высотой, скоростью, расходом
- № 10 **От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?**
- от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости
  - от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода
  - от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости
  - от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости