

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Прикладная математика и системный анализ»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

*С.1.1.18. «Механика жидкости и газа»*

специальности 08.05.01 "Строительство  
уникальных зданий и сооружений" Специализация  
№5 "Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных  
сооружений"

форма обучения – очная  
курс – 2 семестр – 4  
зачетных единиц-3  
часов в неделю –  
всего часов – 108,  
в том числе: лекции – 14  
коллоквиум -4 практические  
занятия – 18 лабораторные  
занятия – 18/16  
самостоятельная работа – 54  
зачет – 4 семестр экзамен –  
нет РГР – нет курсовая работа  
– нет курсовой проект – нет

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: использование основных законов естественно научных дисциплин в профессиональной деятельности, применяя методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Задачи изучения дисциплины: сводятся к получению базовых знаний по механике жидкости и газа на основе общих теорем. На основе базовых знаний изучить практические приложения: динамику идеальных жидкости и газа, вязких ньютоновских жидкости и газа, элементы теории пограничного слоя.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения курса.

1. Высшая математика (дифференциал и производная, разложение функций в ряд Тейлора, интегрирование)
2. Общая физика
3. Теоретическая механика (статический момент, условия равновесия)

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ОПК-6, ОПК-7.

ОПК-6: использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования, применяемые в механике жидкости и газов.

Уметь: решать основные задачи статики и динамики жидкости и газов, проводить анализ математических моделей поведения жидкости и газа, для обеспечения математического (компьютерного) моделирования, проводить эксперименты по определению статических и газогидродинамических параметров.

Владеть: методами построения математических моделей статики и динамики жидкости и газа, проведения теоретических и экспериментальных исследований в области механики жидкости и газа в профессиональной деятельности.

ОПК-7: способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат;

Студент должен знать: основные законы равновесия и движения жидкости и газов; основные расчётные зависимости; кинематику сплошной среды, обобщенные теоремы динамики сплошной среды, особенности математических моделей динамики несжимаемой и сжимаемой жидкости, динамику идеальной и вязкой жидкости, модели струйных течений жидкости и газа.

Студент должен уметь: выполнять элементарные измерения гидродинамических величин; работать со справочными данными; использовать соответствующий физико-математический аппарат механики жидкости и газа в разных случаях конкретного проектирования в ходе профессиональной деятельности.

Студент должен владеть: навыками выявлять естественнонаучную сущность проблемы и навыками расчета практических задач, математического и физического моделирования гидро- и газодинамических процессов, определения основных гидродинамических параметров жидкости и газа, методами расчета жидких и газовых потоков и их взаимодействия с элементами строительных конструкций.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы/интеракт.зан.(час)					
				Всего	Лекции	Лабораторные	Коллоквиум	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
3 семестр									
1	36	1	Основы кинематики	7	2/2	1		2	2
1	37	2	Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов.	31	4	3/3		4	20
2	41	3	Одномерные потоки жидкостей и газов	48	2	10/10	4	6	26
2	46	4	Истечение жидкостей из отверстий и насадков	7	2	1/1		2	2
2	46	5	Движение жидкостей и газов по трубопроводам	8	2	2/2		2	2
2	48	6	Относительное движение тела и жидкостей.	7	2	1		2	2
Всего				108	14/2	18/16	4	18	54

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	<p><u>Основы кинематики</u> Виды движения жидкости. Траектория и линия тока, трубка тока. Ускорение жидкой частицы. Расход элементарной струйки расход через поверхность. Основные характеристики потока жидкости. Уравнение неразрывности в разных формах. Общий характер движения и деформаций жидких частиц. Вихревое и потенциальное движение.</p>	1,2,3,4
2	4	2-3	<p><u>Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов.</u> Силы, действующие в жидкостях: объемные и поверхностные. Свойства гидростатического давления. Уравнение</p>	2,3,4,6

			гидростатики (Эйлера). Основное уравнение гидростатики (1 и 2 формы). Закон Паскаля. Определение сил давления покоящейся жидкости на плоские криволинейные поверхности. Распределение давления в покоящемся газе. Закон Архимеда. Уравнение Бернулли. Энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для линии тока вязкой жидкости.	
3	2	4	<u>Одномерные потоки жидкостей и газов.</u> Одномерная модель и приведение к ней плавноизменяющихся течений. Уравнения Бернулли для потока реальной жидкости. Геометрический, пьезометрический и гидравлический уклоны. Природа гидравлических сопротивлений Потери напора по длине и местные. Основное уравнение равномерного движения. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Ламинарное течение жидкости в круглой трубе. Турбулентное движение жидкости и его характеристики. Физическая природа турбулентных напряжений и их представление на основе полуэмпирических теорий. Распределение скоростей при турбулентном режиме. Абсолютная и относительная шероховатость. Данные о коэффициенте гидравлического трения. Зоны сопротивления. Зависимости для коэффициента Дарси и области их применения. Местные гидравлические сопротивления, потери напора в некоторых из них.	1,2,3,7
4	2	5	<u>Истечение жидкостей из отверстий и насадков.</u> Истечение жидкости из малого отверстия в тонкой стенке. Истечение через насадки. Типы насадок. Истечение при переменном напоре.	1,2,3
5-6	4	6-7	<u>Движение жидкостей и газов по трубопроводам.</u> Классификация трубопроводов. Основные расчетные уравнения и зависимости. Простой трубопровод и три задачи по его расчету. Основные определения в термодинамике и процессы в газах. Уравнение Гюгонио и его анализ: переход через скорость звука. Сопло Лаваля. Адиабатное и изотермическое движение газа в трубах. Основы расчета газопроводов при малых и больших перепадах давлений. <u>Относительное движение тела и жидкости.</u> Обтекание тел плоским потоком идеальной жидкости. Парадокс Даламбера. Понятие о пограничном слое и его свойства. Обтекание тел потоком вязкой жидкости. Силы, действующие на обтекаемые потоком тела.	1,7,8,9

## 6. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	
1	2	1	<u>Физические свойства жидкостей</u> . Плотность, температурное расширение, уравнение состояния жидкости.	11,14,15
2	2	2	<u>Гидростатика</u> . Гидростатическое давление. Закон Архимеда	11,14,15
3	2	3	<u>Динамика жидкости</u> . Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли.	8,11
4	4	4,5	<u>Гидравлические сопротивления</u> . Формула Дарси-Вейсбаха. Коэффициент гидравлического трения. Определение местных гидравлических потерь.	8,11
5	4	6,7	<u>Истечение жидкости через отверстия, насадки и водосливы</u> Коэффициент сопротивления вентиля. Определение избыточного давления. Абсолютная шероховатость стенок трубопровода.	8,11
6	4	8,9	<u>Движение жидкости в напорных трубопроводах</u> . Определение потерь напора. Эквивалентная длина местных сопротивлений.	9,10,11

## 7. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема лабораторной работы	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	
2	4	1,2	Определение коэффициента расхода и построение тарировочной кривой водомера Вентури	11,12,13
3	2	3	Исследование режимов движения жидкости и опытная проверка критерия Рейнольдса	11,12,13
3	4	4,5	Исследование коэффициента гидравлического трения	11,12,13
3	4	6,7	Исследование коэффициентов местного сопротивления при турбулентном режиме движения жидкости	11,12,13
4	4	8,9	Исследование опорожнения сосуда непрямоугольной формы	11,12,13

## 8. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для изучения	Литература
1	2	3	4
3	4	<u>Одномерные потоки жидкостей и газов</u> . Природа гидравлических сопротивлений Потери напора по длине и местные. Основное уравнение равномерного движения. Ламинарный и турбулентный режимы	1,2,3,7

		движения жидкости. Ламинарное течение жидкости в круглой трубе. Турбулентное движение жидкости и его характеристики. Физическая природа турбулентных напряжений и их представление на основе полуэмпирических теорий. Распределение скоростей при турбулентном режиме. Абсолютная и относительная шероховатость. Данные о коэффициенте гидравлического трения. Зоны сопротивления. Зависимости для коэффициента Дарси и области их применения. Местные гидравлические сопротивления, потери напора в некоторых из них.	
--	--	--	--

### 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Литература
1	2	3	4
1	18	Основные элементы сложного трубопровода	Стр. 166 – 172. 3.
2	24	Обтекание тел потоком жидкости	Стр. 18 – 30. 1.
3	12	Теория переноса вихрей в турбулентном потоке	Стр.63 – 82. 3.

### 10. Расчетно-графическая работа

нет

### 11. Курсовая работа

нет

### 12. Курсовой проект

нет

### 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Промежуточная аттестация является одной из форм определения успешности освоения обучающимися программы дисциплины.

Промежуточная аттестация завершает изучение дисциплины и демонстрирует фактический уровень приобретенных теоретических знаний, практических умений и навыков.

Цель промежуточной аттестации заключается в комплексной и объективной оценке уровня персональных достижений обучающихся, сформулированности профессиональных компетенций и их соответствия базовым требованиям к приобретаемой квалификации.

Учебный план включает следующую форму промежуточной аттестации – зачет.

На итоговом зачете обучающиеся должны продемонстрировать знание:

- основных положений гидростатики;
- основных положений гидродинамики;
- основных задач по расчету длинных и коротких трубопроводов;

Контрольные задания по дисциплине скомпонованы в виде вопросов для зачета.

Критерии оценки:

- за выполнение лабораторного практикума по курсу с предоставлением подготовленного отчета по работам: зачтено, незачтено;
- ответы по билетам к экзамену: отлично, хорошо, удовлет., неудовлет.

### **Вопросы для зачета**

1. Физические свойства жидкости.
2. Основное уравнение гидростатики.
3. Закон Архимеда.
4. Ламинарный и турбулентный режимы.
5. Характеристики турбулентности.
6. Уравнения неразрывности .
7. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
8. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
9. Уравнение неравномерного движения.
10. Уравнение неравномерного движения.
11. Гидравлические сопротивления.
12. Местные сопротивления.
13. Основные зависимости для коэффициента гидравлического сопротивления и области их применения.
14. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости.
15. Физическая природа турбулентных напряжений и их представление на основе полуэмпирических теорий.
16. Зоны сопротивления.
17. Истечение жидкости из малого отверстия в тонкой стенке.
18. Истечение через насадки. Типы насадок.
19. Истечение при переменном напоре.
20. Классификация трубопроводов. Основные расчетные уравнения и зависимости.
21. Параллельное и последовательное соединение трубопроводов.
22. Тупиковые и кольцевые сети.
23. Гидравлический удар в трубопроводах.
24. Формула И.Е. Жуковского. уравнение Бернулли для газов.
25. Уравнение Гюгонио и его анализ: переход через скорость звука.
26. Сопло Лавалья. Адиабатное и изотермическое движение газа в трубах.
27. Основы расчета газопроводов при малых и больших перепадах давлений.
28. Обтекание тел потоком идеальной жидкости.
29. Обтекание плоской пластины потоком вязкой жидкости.
30. Толщина пограничного слоя. Обтекание тел вязкой жидкостью.
31. Явление отрыва. Силы, действующие со стороны жидкости на обтекаемое тело.

В процессе преподавания дисциплины «Механика жидкости и газа» используются как классические формы и методы обучения (лекции, лабораторно-практические занятия), так и активные методы обучения (с использованием компьютерных технологий при выполнении текущих заданий).

При проведении лекционных занятий по дисциплине преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20%.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
<b>4 семестр</b>		
Основы кинематики	лекция	дискуссия
Общие законы и уравнения статики и динамики жидкости и газа..	Лабораторная работа	метод проектов
Одномерные потоки жидкости и газа	Лабораторная работа	мастер-класс
Истечение жидкости из отверстий и насадков.	Лабораторная работа	Мастер-класс
Движение жидкости и газа по трубопроводам	Лабораторная работа	Мастер-класс

## **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **1. Обязательные издания**

1. Андрижиевский А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А. - Электрон. текстовые данные. - Минск: Вышэйшая школа, 2014. - 207 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35498>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Крестин Е.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: курс лекций/ Крестин Е.А. - Электрон. текстовые данные. - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 189 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29784>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю

### **2. Дополнительные издания**

4. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа [Текст]: учебник / Л. Г. Лойцянский. - 7-е изд., испр. - М. : Дрофа, 2003. - 840 с.  
Экземпляров всего 10.
5. Седов, Л. И. Механика сплошной среды : в 2 т. [Текст] : Т.2.: учебник для вузов / Л. И. Седов. - 6-е изд., стер. - СПб. : Лань, (1973, 2004). – 560с.  
Экземпляров всего 5.
6. Кудинов, А.А. Техническая гидромеханика : учеб. пособие / А.А. Кудинов. - М. : Машиностроение, 2008. - 368 с.  
Экземпляров всего 23

7. Механика жидкости и газа : лаб. практикум / Н. Е. Бонч-Осмоловская [и др.] ; под ред. И. В. Качанова, В. Н. Юхновца ; Белорус. нац. техн. ун-т (Минск). - 4-е изд., перераб. и доп. - Минск : БНТУ, 2007. - 295 с.

Экземпляров всего 1.

8. Калякин, А.М. Гидромеханика [текст] : учеб. пособие для студ. всех спец. / А. М. Калякин, В. К. Шашмин ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2009. - 100 с.

Экземпляров всего 40.

9. Калякин, А.М. Гидравлика [текст] : Ч. 6. Взаимодействие потока жидкости с твердыми телами: учебное пособие / Калякин А.М., Попов В.С. – Саратов: СГТУ - 2012. - 68 с.

Экземпляров всего 40.

10. Калякин, А.М. Гидравлика [Электронный ресурс] : Ч. 6. Взаимодействие потока жидкости с твердыми телами: учебное пособие / Калякин А.М., Попов В.С. Саратовский гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2012. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru> раздел "Электронная библиотека"- подраздел "Издания СГТУ"

### **3.Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

11. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: методические указания / сост. Кудрявцев А.В., Новикова А.М., Столбихин Ю.В.- Электрон. текстовые данные. - СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. (Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks)

12. Общая гидравлика. [Текст] : Методические указания к выполнению учебно-исследовательских работ. / сост. Высоцкий И.С., Изюмов Ю.А., Попов В.С.. - Саратов : СГТУ, 2009г. - 32 с.

Экземпляров всего 5.

13. Общая гидравлика [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению учеб.-исслед. лаб. работ по курсу "Гидравлика" для студ. спец. 270205, 270201, 270112 / Сарат. гос. техн. ун-т (Саратов) ; сост.: И. С. Высоцкий, Ю. А. Изюмов, В. С. Попов. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2009. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru> раздел "Электронная библиотека"- подраздел "Издания СГТУ".

14. Гидростатика [текст]: методические указания и задания / сост. В.С. Попов – Саратов : СГТУ, 2013. - 32 с.

Экземпляров всего 3.

15. Гидростатика [Электронный ресурс] : метод. указания и задания по гидростатике для студентов, обучающихся по направлениям 27080062, 15070062, 14010062, 19010965, 19060062 / Саратовский гос. техн. ун-т ; сост. В. С. Попов. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru> раздел "Электронная библиотека"- подраздел "Издания СГТУ".

#### **4.Периодические издания**

16. Известия РАН. Механика жидкости и газа. (архив 1990-2012).  
17. Вестник Саратовского государственного технического университета. (архив 2003-2014).

#### **5.Интернет-ресурсы**

18. <http://window.edu.ru/window/library> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

#### **6.Источники ИОС**

<https://portal.sstu.ru/Fakult/SADI/SOD/B.2.2.2.bak.3/default.aspx>

#### **6.Источники ИОС**

[https://portal.sstu.ru/Fakult/SADI/TSK/czc\\_c219/default.aspx](https://portal.sstu.ru/Fakult/SADI/TSK/czc_c219/default.aspx)

#### **16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Для реализации образовательной деятельности по дисциплине необходимы: - аудитория со стандартным оснащением для ведения лекционных и практических занятий; - аудитория для выполнения лабораторных работ;

Необходимая площадь аудиторий со стандартным оборудованием для ведения лекционных занятий составляет  $40 \text{ м}^2$  на группу студентов. Для проведения лабораторных работ требуются лабораторий гидродинамики (технической гидравлики) (площадь  $60 \text{ м}^2$ ), оборудованные: лабораторными установками, макетами, мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций и учебных оцифрованных кинофильмов по динамике жидкости и газа.

Информационное и учебно-методическое обеспечение образовательной деятельности по дисциплине включает электронную информационно-образовательную среду СГТУ имени Гагарина Ю.А., использование наглядных пособий и презентаций.