

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

**Кафедра ТБ**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 17.05.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Механика жидкости и газа*

**Направление подготовки**

*08.03.01 Строительство*

**Профиль подготовки**

*Теплогазоснабжение и вентиляция*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
<b>2</b>	<b>72 / 2</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>33,85</b>	<b>38,15</b>	<b>Зач.</b>
<b>Итого</b>	<b>72 / 2</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>1,6</b>	<b>0,25</b>	<b>33,85</b>	<b>38,15</b>	

**Муром, 2022 г.**

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: получить базовые знания в области изучения гидродинамики: основные понятия, аксиомы, теоремы механики сплошных сред, свойства газов и жидкостей, различные виды движения жидкостей, основы теории гидродинамической устойчивости и теории фильтрации.

Основными задачами и темами изучения дисциплины "Механика жидкости и газа" являются:

- а) предмет и методы механики сплошной среды;
- б) свойства газов, движение газов;
- в) движение идеальной и вязкой жидкости;
- г) введение в теорию гидродинамической устойчивости, методы решения задач о гидродинамической устойчивости;
- д) основы теории фильтрации, методы решения задач теории фильтрации.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Курс базируется на знаниях, полученных студентами по дисциплинам: "Физика", "Высшая математика". Углубление и расширение вопросов, изложенных в данном курсе, будет осуществляться при изучении дисциплины "Гидравлика и аэродинамика систем ТГВ".

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	ОПК-3.1 Выбирает методы или методики решения задач профессиональной деятельности	знать основные понятия механики жидкости и газа (ОПК-3.1) уметь проводить гидравлические расчеты (ОПК-3.1)	Вопросы к устному опросу
ПК-2 Способен выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-2.4 Проводит расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха	уметь проводить расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха (ПК-2.4)	Вопросы к устному опросу

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п\п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные понятия и методы механики жидкости и газа	2	4	2						13	Устный опрос
2	Одномерные и плоские движения жидкости и газа	2	12	14						25,15	Устный опрос
Всего за семестр		72	16	16				1,6	0,25	38,15	Зач.
Итого		72	16	16				1,6	0,25	38,15	

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 2

*Раздел 1. Основные понятия и методы механики жидкости и газа*

##### Лекция 1.

Введение в механику жидкости и газа (2 часа).

##### Лекция 2.

Жидкость и газ, основные понятия и свойства (2 часа).

*Раздел 2. Одномерные и плоские движения жидкости и газа*

##### Лекция 3.

Статика жидкости и газа (2 часа).

##### Лекция 4.

Сила давления жидкости и газа (2 часа).

##### Лекция 5.

Кинематика жидкости и газа (2 часа).

##### Лекция 6.

Динамика жидкости и газа (2 часа).

##### Лекция 7.

Гидравлические потери напора (2 часа).

##### Лекция 8.

Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки (2 часа).

#### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

##### **Семестр 2**

*Раздел 1. Основные понятия и методы механики жидкости и газа*

##### **Практическое занятие 1**

Физические свойства жидкости (2 часа).

*Раздел 2. Одномерные и плоские движения жидкости и газа*

##### **Практическое занятие 2**

Гидростатика (2 часа).

##### **Практическое занятие 3**

Гидродинамика (2 часа).

##### **Практическое занятие 4**

Потери на трение при движении жидкости (2 часа).

##### **Практическое занятие 5**

Истечение жидкости через отверстия и насадки (2 часа).

##### **Практическое занятие 6**

Основы расчета трубопроводов (2 часа).

##### **Практическое занятие 7**

Расчет трубопровода при последовательном и параллельном соединении труб (2 часа).

##### **Практическое занятие 8**

Расчет каналов и труб при неполном заполнении (2 часа).

#### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

#### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Основные понятия и методы механики жидкости и газа.
2. Термодинамические свойства газов.
3. Течения вязкой несжимаемой жидкости.
4. Идеальная жидкость.
5. Одномерные и плоские движения жидкости и газа.
6. Гидростатика.
7. Плоские безвихревые движения несжимаемой жидкости.
8. Одномерные движения газа.
9. Движения вязкой жидкости.
10. Линейная теория гидродинамической устойчивости.
11. Основы нелинейной теории гидродинамической устойчивости.
12. Теория фильтрации.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

## 4.2 Форма обучения: очно-заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоемкость, час./ зач. ед.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	Консультация, час.	Контроль, час.	Всего (контактная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
2	72 / 2	4	4		2	0,5	10,5	57,75	Зач.(3,75)
Итого	72 / 2	4	4		2	0,5	10,5	57,75	3,75

### 4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Основные понятия и методы механики жидкости и газа	2	2	2						47	Устный опрос
2	Одномерные и плоские движения жидкости и газа	2	2	2						10,75	Устный опрос
Всего за семестр		72	4	4		+		2	0,5	57,75	Зач.(3,75)
Итого		72	4	4				2	0,5	57,75	3,75

### 4.2.2. Содержание дисциплины

#### 4.2.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 2

*Раздел 1. Основные понятия и методы механики жидкости и газа*

##### Лекция 1.

Жидкость и газ, основные понятия и свойства (2 часа).

*Раздел 2. Одномерные и плоские движения жидкости и газа*

##### Лекция 2.

Сила давления жидкости и газа (2 часа).

#### 4.2.2.2. Перечень практических занятий

##### Семестр 2

*Раздел 1. Основные понятия и методы механики жидкости и газа*

##### Практическое занятие 1.

Физические свойства жидкости (2 часа).

**Практическое занятие 2.**

Гидростатика (2 часа).

**4.2.2.3. Перечень лабораторных работ**

Не планируется.

**4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Основные понятия и методы механики жидкости и газа.
2. Термодинамические свойства газов.
3. Течения вязкой несжимаемой жидкости.
4. Идеальная жидкость.
5. Одномерные и плоские движения жидкости и газа.
6. Гидростатика.
7. Плоские безвихревые движения несжимаемой жидкости.
8. Одномерные движения газа.
9. Движения вязкой жидкости.
10. Линейная теория гидродинамической устойчивости.
11. Основы нелинейной теории гидродинамической устойчивости.
12. Теория фильтрации.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

**4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

1. Жидкости и их физические свойства.
2. Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости.
3. Свойства гидростатического давления.
4. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
5. Дифференциальное уравнение равновесия и его интегрирование.
6. Сила давления жидкости на плоские стенки. Центр давления.
7. Сила давления жидкости на криволинейные цилиндрические поверхности.
8. Закон Архимеда. Условия плавания. Устойчивость плавающего тела.
9. Потоки жидкости и их классификация. Элементарная струйка жидкости.
10. Расход жидкости. Уравнение сохранения расхода.
11. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости.
12. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
13. Геометрическое и энергетическое толкование членов уравнения Бернулли.
14. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
15. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе.
16. Структура турбулентного потока. Процесс перемешивания. Пограничный слой.
17. Потери напора при турбулентном режиме движения жидкости в трубе. Опыты

Никурадзе.

18. Местные гидравлические сопротивления.
19. Потери напора при внезапном расширении потока. Формула Борда.
20. Гидравлический расчет простого трубопровода.
21. Гидравлический расчет параллельного и последовательного соединения

трубопроводов.

22. Неустановившееся движение жидкости в трубе. Гидравлический удар.
23. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре.
24. Истечение жидкости через насадки.
25. Истечение жидкости через отверстия и насадки при переменном напоре.
26. Опорожнение резервуаров.

27. Основные законы равновесия и движения газов.
28. Расчет трубопроводов для газов при малых и больших перепадах давления.
29. Аэродинамический расчет всасывающих и нагнетательных воздуховодов.

#### **4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении практических работ применяется имитационный или симуляционный подход. Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

#### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. 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. - <http://www.iprbookshop.ru/58534>
2. Андрижиевский, А. А. Механика жидкости и газа : учебное пособие / А. А. Андрижиевский. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 207 с. - <http://www.iprbookshop.ru/35498>
3. Гидравлика (Основы статики и динамики жидкости, Прикладная механика жидкости и газа) : задачник / составители В. А. Никитин. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2008. — 227 с. - <http://www.iprbookshop.ru/21761>

#### **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Зуев К. И. Гидравлические системы: методические указания по курсам "Гидравлика" и "Механика жидкостей и газов": в 2 ч. Ч. 2: Гидравлические приводы, гидроаппаратура, устройства гидроавтоматики. [Электронный ресурс]: 2011.- 44с. - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/2987>
2. Зуев К. И. Гидравлические системы: методические указания по курсам «Гидравлика» и «Механика жидкостей и газов»: в 2 ч. Ч. 1: Гидравлические машины. [Электронный ресурс]: 2009. - 41 с. <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/1483>
3. Тарасенко В. И., Угорова С. В., Зуев К. И., Мельников В. М. Методические указания к лабораторным работам по общей гидравлике для студентов очной и заочной форм обучения машиностроительных специальностей по курсам "Гидравлика" и "Механика жидкостей и газов". [Электронный ресурс]: 2011. - 44 с. - <https://dspace.www1.vlsu.ru/handle/123456789/3003>
4. 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. - <http://www.iprbookshop.ru/95791>
5. Соловьев, А. А. Механика жидкости : лабораторный практикум / А. А. Соловьев, А. В. Исаков. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2018. — 136 с. - <http://www.iprbookshop.ru/85800>

#### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая**

## **перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Журнал «Сантехника. Отопление. Кондиционирование» <https://www.c-o-k.ru/>

АВОК - Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике. <https://www.abok.ru/>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[c-o-k.ru](http://c-o-k.ru)

[abok.ru](http://abok.ru)

[mivlgu.ru/iop](http://mivlgu.ru/iop)

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

Лекционная аудитория

Проектор Acer Projector X1285; ноутбук HP.

Лаборатория водоотведения и водоподготовки

Стенд «Определение гидравлических характеристик водопроводной сети»; комплекс лабораторный «Исследование параметров работы насосов»; макет «Насос»; комплект учебно-наглядных пособий.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Каждой подгруппе обучающихся преподаватель выдает задачу, связанную с изучением гидравлических процессов. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.



Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *08.03.01 Строительство* и профилю подготовки *Теплогазоснабжение и вентиляция*  
Рабочую программу составил к.т.н., доцент *Лодыгина Н.Д.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ* протокол № 18 от 11.05.2022 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета

протокол № 6 от 12.05.2022 года.

Председатель комиссии *МСФ* \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*  
(Подпись) (Ф.И.О.)

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
Механика жидкости и газа

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

1. Предмет курса, цели и задачи. Основные понятия курса.
2. Основные определения и аксиомы. Жидкая частица. Плотность. Объемные и поверхностные силы.
3. Формула Коши. Тензор напряжений и его свойства.
4. Вязкость воды. Законы сохранения массы, импульса и энергии.
5. Балансовые уравнения. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии.
6. Уравнения сильного разрыва. Условия на поверхностях разрыва для идеальных сред.
7. Термодинамические свойства газов. Первый закон термодинамики. Идеальный газ.
8. Уравнения движения невязких сред. Несжимаемая жидкость.
9. Кинематика течений жидкости. Методы Лагранжа и Эйлера.
10. Траектория. Линия тока. Анализ поля скоростей. Первая теорема Гельмгольца.
11. Течения вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения Навье-Стокса.
12. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости.
13. Идеальная жидкость. Интеграл Бернулли.
14. Потенциальные течения. Интеграл Коши-Лагранжа.
15. Задачи об истечении жидкости. Формула Торичелли.
16. Циркуляция скорости. Теоремы Томсона и Лагранжа.
17. Теорема Бьеркнеса. Примеры образования вихрей.
18. Гидростатика. Условия для сил. Равновесие атмосфер.
19. Давление на плоскую стенку. Закон Архимеда.
20. Плоские безвихревые движения несжимаемой жидкости. Функция тока. Потенциал скорости.
21. Комплексный потенциал. Примеры потенциальных течений. Плоскопараллельные течения.
22. Течение внутри прямого угла. Комплексный потенциал.
23. Источники и стоки.
24. Циркуляционные течения. Диполь.
25. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра плоскопараллельным потоком.
26. Обтекание круглого цилиндра при наличии циркуляционного течения.
27. Теорема Жуковского о подъемной силе.
28. Обтекание произвольного контура. Постулат Жуковского-Чаплыгина.
29. Определение величины циркуляции. Функция Жуковского - отображение внешности круга на внешность эллипса.
30. Комплексный потенциал обтекания эллипса и пластинки.
31. Одномерные движения газа. Скорость звука. Число Маха. Основные уравнения одномерного потока.
32. Критическая и максимальная скорости. Течение газа по трубе переменного сечения.
33. Прямой скачок уплотнения.
34. Движение вязкой жидкости. Слоистые течения в каналах.
35. Движение вязкой жидкости. Слоистые течения в круглых трубах.
36. Основные понятия о пограничном слое. Уравнения Прандтля.
37. Задача Блазиуса. Понятие толщины пограничного слоя.
38. Обтекание шара при малых значениях числа Рейнольдса. Формула Стокса.
39. Линейная теория гидродинамической устойчивости. Основные понятия теории устойчивости.
40. Однородная линейная система дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Устойчивость решения.
41. Лемма Ляпунова. Теорема Ляпунова. Теорема Гурвица.

42. Постановка задачи о гидродинамической устойчивости. Ламинарные течения. Турбулентные течения.
43. Турбулентная жидкость. Проблема осреднения.
44. Метод малых возмущений. Линеаризованная задача
45. Математическая формулировка задачи об устойчивости движения несжимаемой жидкости. Точные решения уравнений Навье-Стокса.
46. Течение между двумя параллельными пластинами. Уравнение Орра-Зоммерфельда.
47. Течение между двумя вращающимися цилиндрами (движение Куэтта). Общие этапы изучения устойчивости.
48. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца. Основное течение.
49. Физическое описание неустойчивости. Основные уравнения для возмущений. Линеаризованная задача.
50. Приложения теории. Поверхностные и внутренние гравитационные волны.
51. Неустойчивость Релея—Тейлора. Сдвиговая неустойчивость. Конвекция Релея-Бенара.
52. Тепловая конвекция. Линеаризованная задача.
53. Устойчивость параллельных течений. Теорема Сквайра.
54. Идеальная жидкость. Общие свойства задачи устойчивости Релея.
55. Характеристики устойчивости некоторых течений идеальной жидкости. Устойчивость плоского течения Куэтта. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца.
56. Вязкая жидкость. Устойчивость плоско-параллельных течений вязкой жидкости. Задача Орра-Зоммерфельда.
57. Характеристики устойчивости некоторых течений вязкой жидкости. Слабонелинейная теория.
58. Модельная задача для нелинейного уравнения диффузии. Уравнение Ландау.
59. Основы нелинейной теории. Случай перехода к турбулентности.
60. Основные понятия теории фильтрации. Фильтрационно-емкостные свойства пористых сред. Коэффициенты пористости и проницаемости. Удельная поверхность.
61. Опыт и закон Дарси.
62. Математические модели однофазной фильтрации. Одномерная фильтрация.
63. Закон сохранения массы в пористой среде.
64. Дифференциальное уравнение движения флюида. Закон Дарси.
65. Замыкающие уравнения.
66. Математические модели изотермической фильтрации.
67. Схемы одномерных фильтрационных потоков.
68. Определение времени движения в пласте «меченых частиц».
69. Упругий режим фильтрации.
70. Упругий режим пласта и его характерные особенности.
71. Подсчет упругого запаса жидкости в пласте.
72. Математическая модель неустановившейся фильтрации упругой жидкости в упругой пористой среде.
73. Вывод дифференциального уравнения фильтрации упругой жидкости в упругой пористой среде по закону Дарси. Коэффициент пьезопроводности.
74. Теория двухфазной фильтрации
75. Физические представления и математическое описание процесса вытеснения одной жидкости другой. Функция Бакли-Лeverетта.
76. Решение уравнения Бакли-Лeverетта.
77. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости.
78. Реологические кривые фильтрующихся жидкостей и нелинейные законы фильтрации.
79. Одномерные задачи фильтрации вязкопластичной жидкости. Установившееся течение.

80. Движение жидкостей и газов в трещиновато-пористых средах. Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Характеристики движения в блоках и трещинах.

81. Вывод дифференциальных уравнений движения жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах.

#### **Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	2 практических работы, устный опрос	15
Рейтинг-контроль 2	2 практических работы, устный опрос	15
Рейтинг-контроль 3	4 практических работы, устный опрос	30
Посещение занятий студентом		15
Дополнительные баллы (бонусы)		10
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		15

## **2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

**Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

**Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

ОПК-3:

Блок 1 (знать).

1. Предмет курса, цели и задачи. Основные понятия курса.
2. Основные определения и аксиомы. Жидкая частица. Плотность. Объемные и поверхностные силы.
3. Формула Коши. Тензор напряжений и его свойства.
4. Вязкость воды. Законы сохранения массы, импульса и энергии.
5. Балансовые уравнения. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии.
6. Уравнения сильного разрыва. Условия на поверхностях разрыва для идеальных сред.
7. Термодинамические свойства газов. Первый закон термодинамики. Идеальный газ.
8. Уравнения движения невязких сред. Несжимаемая жидкость.
9. Кинематика течений жидкости. Методы Лагранжа и Эйлера.
10. Траектория. Линия тока. Анализ поля скоростей. Первая теорема Гельмгольца.
11. Течения вязкой несжимаемой жидкости. Уравнения Навье-Стокса.
12. Диссипация энергии в несжимаемой жидкости.
13. Идеальная жидкость. Интеграл Бернулли.
14. Потенциальные течения. Интеграл Коши-Лагранжа.
15. Задачи об истечении жидкости. Формула Торичелли.

Блок 2 (уметь).

1. Одномерные движения газа. Скорость звука. Число Маха. Основные уравнения одномерного потока.
2. Критическая и максимальная скорости. Течение газа по трубе переменного сечения.
3. Прямой скачок уплотнения.
4. Движение вязкой жидкости. Слоистые течения в каналах.

5. Движение вязкой жидкости. Слоистые течения в круглых трубах.
6. Основные понятия о пограничном слое. Уравнения Прандтля.
7. Задача Блазиуса. Понятие толщины пограничного слоя.
8. Обтекание шара при малых значениях числа Рейнольдса. Формула Стокса.
9. Линейная теория гидродинамической устойчивости. Основные понятия теории устойчивости.
10. Однородная линейная система дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Устойчивость решения.
11. Лемма Ляпунова. Теорема Ляпунова. Теорема Гурвица.
12. Постановка задачи о гидродинамической устойчивости. Ламинарные течения. Турбулентные течения.
13. Турбулентная жидкость. Проблема осреднения.
14. Метод малых возмущений. Линеаризованная задача
15. Математическая формулировка задачи об устойчивости движения несжимаемой жидкости. Точные решения уравнений Навье-Стокса.

Блок 3 (владеть).

1. Опыт и закон Дарси.
2. Математические модели однофазной фильтрации. Одномерная фильтрация.
3. Закон сохранения массы в пористой среде.
4. Дифференциальное уравнение движения флюида. Закон Дарси.
5. Замыкающие уравнения.
6. Математические модели изотермической фильтрации.
7. Схемы одномерных фильтрационных потоков.
8. Определение времени движения в пласте «меченых частиц».
9. Упругий режим фильтрации.
10. Упругий режим пласта и его характерные особенности.

ПК-2:

Блок 1 (знать).

1. Циркуляция скорости. Теоремы Томсона и Лагранжа.
2. Теорема Бьеркнеса. Примеры образования вихрей.
3. Гидростатика. Условия для сил. Равновесие атмосферы.
4. Давление на плоскую стенку. Закон Архимеда.
5. Плоские безвихревые движения несжимаемой жидкости. Функция тока. Потенциал скорости.
6. Комплексный потенциал. Примеры потенциальных течений. Плоскопараллельные течения.
7. Течение внутри прямого угла. Комплексный потенциал.
8. Источники и стоки.
9. Циркуляционные течения. Диполь.
10. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра плоскопараллельным потоком.
11. Обтекание круглого цилиндра при наличии циркуляционного течения.
12. Теорема Жуковского о подъемной силе.
13. Обтекание произвольного контура. Постулат Жуковского-Чаплыгина.
14. Определение величины циркуляции. Функция Жуковского - отображение внешности круга на внешность эллипса.
15. Комплексный потенциал обтекания эллипса и пластины.

Блок 2 (уметь).

1. Течение между двумя параллельными пластинами. Уравнение Орра-Зоммерфельда.
2. Течение между двумя вращающимися цилиндрами (движение Куэтта). Общие этапы изучения устойчивости.

3. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца. Основное течение.
4. Физическое описание неустойчивости. Основные уравнения для возмущений. Линеаризованная задача.
5. Приложения теории. Поверхностные и внутренние гравитационные волны.
6. Неустойчивость Релея—Тейлора. Сдвиговая неустойчивость. Конвекция Релея-Бенара.
7. Тепловая конвекция. Линеаризованная задача.
8. Устойчивость параллельных течений. Теорема Сквайра.
9. Идеальная жидкость. Общие свойства задачи устойчивости Релея.
10. Характеристики устойчивости некоторых течений идеальной жидкости. Устойчивость плоского течения Куэтта. Неустойчивость Кельвина-Гельмгольца.
11. Вязкая жидкость. Устойчивость плоско-параллельных течений вязкой жидкости. Задача Орра-Зоммерфельда.
12. Характеристики устойчивости некоторых течений вязкой жидкости. Слабонелинейная теория.
13. Модельная задача для нелинейного уравнения диффузии. Уравнение Ландау.
14. Основы нелинейной теории. Случай перехода к турбулентности.
15. Основные понятия теории фильтрации. Фильтрационно-емкостные свойства пористых сред. Коэффициенты пористости и просветности. Удельная поверхность.

#### Блок 3 (владеть).

1. Подсчет упругого запаса жидкости в пласте.
2. Математическая модель неустановившейся фильтрации упругой жидкости в упругой пористой среде.
3. Вывод дифференциального уравнения фильтрации упругой жидкости в упругой пористой среде по закону Дарси. Коэффициент пьезопроводности.
4. Теория двухфазной фильтрации
5. Физические представления и математическое описание процесса вытеснения одной жидкости другой. Функция Бакли-Лeverетта.
6. Решение уравнения Бакли-Лeverетта.
7. Особенности фильтрации неньютоновской жидкости.
8. Реологические кривые фильтрующихся жидкостей и нелинейные законы фильтрации.
9. Одномерные задачи фильтрации вязкопластичной жидкости. Установившееся течение.
10. Движение жидкостей и газов в трещиновато-пористых средах. Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Характеристики движения в блоках и трещинах.
11. Вывод дифференциальных уравнений движения жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах.

#### **Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания**

Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется на основе действующего в ВУЗе Положения "О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся".

В течение семестра студент получает баллы успеваемости за выполнение всех видов учебных поручений: посещение лекций и выполнение практических работ.



Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i><b>Уровень сформированности компетенций</b></i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<i><b>Высокий уровень</b></i>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i><b>Продвинутый уровень</b></i>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<i><b>Пороговый уровень</b></i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i><b>Компетенции не сформированы</b></i>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Какие воздуховоды имеют меньшее сопротивление прохождению воздуха?

- квадратные
- круглые
- гибкие гофрированные
- прямоугольные

На какие виды делятся аэродинамические сопротивления?

- местные и нелинейные
- местные и линейные
- линейные и квадратичные
- нелинейные и линейные

Вязкость жидкости при увеличении температуры

- увеличивается
- уменьшается
- сначала уменьшается, а затем остается постоянной
- остается неизменной

Газ сжимается изотермически до десятикратного уменьшения объема. Определить конечное давление (в МПа), если начальное равно 0,1 МПа.

Диаметр отверстия в резервуаре равен 10 мм, а диаметр истекающей через это отверстие струи равен 8 мм. Чему равен коэффициент сжатия струи?

Цистерна диаметром  $d = 3$  м и длиной  $l = 6$  м заполнена нефтью плотностью  $850 \text{ кг/м}^3$ . Определить массу нефти в цистерне (т).

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=307>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.