


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики



Титова Л. В.  
16.06.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.21 Механика жидкости и газа**

**1. Код и наименование специальности:**

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

**2. Специализация:**

Проектирование и эксплуатация атомных станций

**3. Квалификация выпускника:** инженер – физик

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

к.ф.-м.н., доцент Алейников Алексей Николаевич

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 14.06.2022 г.

**8. Учебный год:** 2024/2025

**Семестр(ы):** 5

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- ознакомление студентов с основными понятиями механики жидкости и газа и основными методами гидрогазодинамического эксперимента,
- приобретение практических навыков использования основных уравнений механики жидкости и газа.

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучение основных физических свойств, общих законов и уравнений статики и динамики жидкостей, и газов;
- изучение напряжений и сил, действующих в жидкостях и газах, с учетом их основных физических свойств, уравнений сохранения массы, количеств движения и энергии;
- уметь применять уравнения и справочную литературу для расчета различных гидрогазодинамических задач;
- уметь рассчитывать газодинамические параметры в различных точках движущейся среды.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина Механика жидкости и газа относится к обязательной части Блока 1.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.2	Знает основные понятия и законы механики жидкости и газа, теплообмена; уравнений неразрывности, движения, сохранения энергии применительно к потокам; основные законы технической термодинамики	<b>Знать:</b> -основные физические свойства жидкостей и газов; – общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов; – особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей; <b>Уметь:</b> -рассчитывать газодинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течениях в каналах (трубах), проточных частях машин; <b>Владеть:</b> -методиками проведения типовых газодинамических расчетов теплоэнергетического оборудования и трубопроводов.
		ОПК-1.5	Оценивает численные значения величин, характерных для различных разделов естествознания	
		ОПК-1.8	Владеет методами аналитического и численного решения алгебраических и обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений	

			математической физики	
ОПК-2	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач в сфере ядерной энергетики и технологий	ОПК-2.3	Выделяет и систематизирует основные результаты экспериментальных и теоретических исследований, корректирует план дальнейших научных работ с учетом полученных результатов	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 5/180.**

**Форма промежуточной аттестации - экзамен**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			5 семестр
Аудиторные занятия		68	68
в том числе:	лекции	34	34
	практические		
	лабораторные	34	34
Самостоятельная работа		76	76
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации		36	Экзамен (36 ч)
Итого:		180	180

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Аксиоматика механики жидкости и газа.	Аксиоматика механики жидкости и газа. Смысл и значение основных предположений жидкой и газообразной среды: сплошности и легкой подвижности. Границы применимости законов движения жидкости к газу.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>
1.2	Дифференциальные уравнения гидрогазостатики, их общее решение и частные случаи.	Дифференциальные уравнения гидрогазостатики, их общее решение и частные случаи. Относительное равновесие. Особенности классификации сил, действующих в жидкости. Физический смысл компонент тензора напряжений, общность свойств давления в покоящейся и идеальной жидкости. Уравнение динамики в напряжениях. Уравнение неразрывности движения. Уравнение баланса энергии	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>
1.3	Метод Эйлера. Основные понятия движения жидкости	Метод Эйлера. Задания движения. Полное ускорение. Разложение движения на квазитвердое и деформационное. Понятие трубки тока и вихревой трубки, их свойства. Объемный и массовый расходы, живое сечение и гидравлический радиус. Понятие средней скорости. Интенсивность вихревой трубки и ее связь с циркуляцией скорости. Кинематика турбулентных течений. Критерий Рейнольдса. Понятие и	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>

		физический смысл функции тока. Уравнения линий тока через функцию тока. Потенциальные плоские течения. Характеристическая функция течения и примеры простейших течений.	
1.4	Основные уравнения движения жидкости	Основные уравнения. Зависимость вязкости от температуры и давления. Обобщенная гипотеза Ньютона о связи тензора напряжений и тензора скоростей деформаций. Уравнение Навье - Стокса и баланса энергии. Диссипация механической энергии и теплообразование. Неизотермическое движение газа по трубе при наличии сопротивления. Переход ламинарного течения в турбулентное. Критическое число Рейнольдса.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>
1.5	Гидравлические сопротивления.	Природа гидравлических сопротивлений. Вычисление местных сопротивлений. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса. Ламинарное движение в каналах. Распределение скоростей и законы сопротивления в гидравлически гладких и шероховатых трубах. Особенности течения на начальных участках каналов. Сопротивление пучка стержней при их продольном обтекании. Профилирование расходов и определение сопротивлений по кассетам (каналам) ядерного реактора. Сопротивление пучка стержней при их поперечном обтекании. Определение минимальной мощности насоса, необходимой для перекачки теплоносителя по разветвленной или кольцевой сети. Прямой и не прямой гидравлический удар в трубах	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>
1.6	Уравнение Бернулли	Интеграл Бернулли - как частное решение уравнений движения. Уравнение энергии. Связь энтальпии с функцией давления в адиабатических процессах. Тепловая форма интеграла Бернулли. Примеры применения интеграла Бернулли. Сопротивление давления. Распределение давления вне и внутри плоского вихря. Сопротивление давления при бесциркуляционном и циркуляционном обтекании цилиндра. Кризис сопротивления плохо обтекаемых тел. Сопротивление давления при обтекании пластины. Сопротивление давления при обтекании профиля в решетке профилей. Одномерное течение газа. Понятие скорости звука и числа М, критическая скорость газа. Связь термодинамических параметров в каналах переменного сечения с числом М. Прямой скачок уплотнения. Связь термодинамических параметров перед и за прямым скачком	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>
1.7	Режимы течения жидкости. Теория подобия	Физическое представление о пограничном слое. Уравнения ламинарного пограничного слоя Л. Прандтля. Понятие о температурном и диффузионном слое. Характерные толщины в пограничном слое. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный. Факторы, влияющие на переход. Структура плоской ограниченной струи. Перенос тепла и вещества в струях. Системы струй. Применение струйных расчетных моделей в задачах ядерной энергетики	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>
1.8	Двухфазные потоки	Режимы течения и структура двухфазных потоков. Критерий устойчивости режимов течения газожидкостных систем. Уравнения сохранения одномерного течения газожидкостной смеси. Определение критического расхода вскипающего теплоносителя и параметров его состояния при	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>

		разгерметизации реакторного контура. Особенности определения местных сопротивлений и сопротивления трения в двухфазном потоке необогреваемых и обогреваемых каналов. Сопротивление при продольном течении пароводяной смеси вдоль пучка стержней. Особенности структуры двухфазного пограничного слоя. Образование пленок, режимы их течения и распад. Причины эрозионного износа лопаток турбин. Причины возможного “запираания” каналов при течении жидкости с пузырьками газа. Понятие о тепловых скачках, скачках конденсации в двухфазном потоке	
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1	Гидравлические сопротивления.	Изучение насосов различных типов	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>
2.2		Исследование характеристик трубопроводов.	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>
2.3	Режимы течения жидкости. Теория подобия	Изучение потерь давления при течении жидкости. Гидроудар	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>
2.4		Изучение изменения характера давления при работе арматуры. Определение коэффициента Дарси	<a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.	Аксиоматика механики жидкости и газа.	2			6	8
2.	Дифференциальные уравнения гидрогазостатики, их общее решение и частные случаи.	2			8	10
3.	Метод Эйлера. Основные понятия движения жидкости	4			8	12
4.	Основные уравнения движения жидкости	4			10	14
5.	Гидравлические сопротивления.	4		16	10	30
6.	Уравнение Бернулли	6			8	14
7.	Режимы течения жидкости. Теория подобия	6		18	12	36
8.	Двухфазные потоки	6			14	20
	Итого:	34		34	76	144

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

На практических занятиях необходимо уметь решать задачи и анализировать решение, на устных опросах обучаемый должен уметь демонстрировать полученные на

лекциях и практических занятиях знания, умения и навыки, отвечать на поставленные вопросы, поддерживать дискуссию по существу вопроса.

Методическое обеспечение аудиторной работы: учебно-методические пособия для студентов, учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

Методическое обеспечение самостоятельной работы: учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Шабаров, А. Б. Гидрогазодинамика: учебное пособие / А. Б. Шабаров. — 2-е, перераб. — Тюмень: ТюмГУ, 2013. — 460 с. — ISBN 978-5-400-00795-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/109977">https://e.lanbook.com/book/109977</a>
2.	Гуляева, Ю. Н. Механика жидкостей и газов. Гидроаэродинамика : учебно-методическое пособие / Ю. Н. Гуляева, А. Г. Новосёлов. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2016. — 48 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/91362">https://e.lanbook.com/book/91362</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Маргулова, Тереза Христофоровна. Атомные электрические станции / Т. Х. Маргулова .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высшая школа, 1974 .— 359 с.
4.	Моргунов, К. П. Механика жидкости и газа: учебное пособие для вузов / К. П. Моргунов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-9691-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/197712">https://e.lanbook.com/book/197712</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ.
	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Электронный университет ВГУ
	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> – ЭБС «Лань»
	<a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a> – ЭБС «Консультант студента»
	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a> – Образовательная платформа «ЮРАЙТ»
	<a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a> - Информационно-телекоммуникационная система «Контекстум»

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
	Чефанов, В. М. Основы технической механики жидкости и газа : учебное пособие / В. М. Чефанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 452 с. — ISBN 978-5-8114-3975-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/126917">https://e.lanbook.com/book/126917</a>
	Сологаев, В. И. Задачи по гидравлике (механика жидкости и газа): учебное пособие / В. И. Сологаев. — Омск: СибАДИ, 2020. — 24 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/163729">https://e.lanbook.com/book/163729</a>

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий;
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам.

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ» <https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=29194>.

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)

Специализированная мебель, ноутбук, проектор

Microsoft Windows 7, Windows 10

LibreOffice, Adobe Reader

Лаборатория (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель, Комплект учебного оборудования "Работа насосов различных типов"

Типовой комплект учебного оборудования "Механика жидкости -гидравлический удар".

Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы

Специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

Microsoft Windows 10, LibreOffice, Adobe Reader

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Аксиоматика механики жидкости и газа.	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.2 ОПК-1.5 ОПК-1.8 ОПК-2.3	Отчеты по лабораторным работам, опросы по открытым и закрытым вопросам п.21 ФОС, коллоквиум, вопросы к экзамену
2.	Дифференциальные уравнения гидрогазостатики, их общее решение и частные случаи.			
3.	Метод Эйлера. Основные понятия			

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
	движения жидкости			
4.	Основные уравнения движения жидкости			
5.	Гидравлические сопротивления.			
6.	Уравнение Бернулли			
7.	Режимы течения жидкости. Теория подобия			
8.	Двухфазные потоки			
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов к экзамену Пункт 20.2

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Примерный перечень лабораторных работ:

Лабораторная работа №1. Изучение потерь давления по длине при различных режимах течения жидкости.

Лабораторная работа №2. Определение коэффициента Дарси

Лабораторная работа №3. Изучение потерь давления при течении жидкости через местное сопротивление: диафрагму.

Лабораторная работа №4. Изучение характера изменения давления в напорном трубопроводе при гидравлическом ударе (закрытии клапана на выходе трубопровода). Определение ударного давления. Экспериментальная проверка формулы Н. Е. Жуковского.

Лабораторная работа №5. Иллюстрация уравнения Бернулли.

Лабораторная работа №6. Определение напорных характеристик насоса.

Лабораторная работа №7. Исследование характеристик трубопроводов.

#### Примерный перечень вопросов к коллоквиуму:

1. Какие подходы имеют место при изучении жидкости и газа.
2. Плотность жидкости и газа.
3. Вязкость жидкости, и основные физические величины, характеризующие вязкость.
4. Кавитация.
5. Теплопроводность и теплоёмкость жидкости.
6. Сжимаемость жидкости и газа.
7. Уравнения состояния газа.
8. Влияние зависимости вязкости жидкости от температуры на работу машин.
9. Зависимость плотности жидкости от температуры и давления.
10. Распределение скоростей по сечению потока.
11. Физическая и химическая стабильность жидкости.
12. Токсичность и её зависимость от температуры.
13. Влияние сжимаемости жидкости на работу привода.
14. Кислотное число. Что оно характеризует в жидкости?
15. Взаимосвязь физических величин, характеризующих вязкость жидкости.
16. Что ограничивает верхняя точка применения жидкости в приводах?
17. Динамическая и кинематическая вязкость жидкости.
18. Какие физические свойства жидкости ограничивают применение воды в качестве рабочей среды в приводах?
19. Функции жидкости в приводе.
20. Как влияет сжимаемость жидкости на работу привода.
21. Какие силы действуют на покоящуюся жидкость.



22. Давление. Приборы для измерения давления.
23. Давление жидкости на наклонную плоскость.
24. Гидростатическое давление и его свойства.
25. Вакуум и его измерение.
26. Пьезометрическая высота и его связь с давлением.
27. Основное уравнение гидростатики для абсолютно, покоящейся жидкости.
28. Принцип работы манометры.
29. Уравнение Эйлера для относительно покоящейся жидкости.
30. Поверхности уровня.
31. Интегрирование уравнения Эйлера для равноускоренного движения?
32. Какие допущения имеют место при выводе уравнения Эйлера.
33. Единичная массовая сила. На примере, абсолютно покоящейся жидкости, укажите её величину.
34. Интегрирование уравнения Эйлера для вращательного движения.
35. Пьезометры и область их применения.
36. Какие допущения имеют место при выводе уравнения Эйлера статики?
37. Какие вы знаете физические величины, характеризующие давление.
38. Как определить силу, действующую на дно бака, если известно давление среды в баке?
39. Какая физическая величина ограничивает критические изменения уровня жидкости в кузове самосвала.
40. Уравнения Эйлера в канонической форме.
41. Кинематические элементы потока жидкости.
42. Энергетический смысл членов уравнения Бернулли.
43. Гидравлические элементы потока жидкости.
44. Элементарная струйка и её свойства.
45. Потоки жидкости.
46. Отличие уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
47. Определите гидравлический радиус для трубы квадратного сечения со стороной «в».
48. Взаимосвязь потенциальной и кинетической энергии потока жидкости.
49. Уравнение неразрывности для потока жидкости.
50. Уравнения Бернулли для струйки идеальной жидкости.
51. Расход потока жидкости.
52. Определите гидравлический радиус для круглой трубы радиусом «R».
53. Прибор для определения давления потока жидкости.
54. Дайте соотношение между скоростью и давлением в двух сечениях конической трубы при постоянном расходе.
55. Прибор для измерения скорости потока жидкости.
56. Сжимаемость жидкости.
57. Отличие движения твёрдого тела от движения потока жидкости.
58. Режимы течения жидкости.
59. Распределение скоростей по сечению ламинарного потока.
60. Местные гидравлические сопротивления.
61. Вязкость жидкости.
62. Функции жидкости в гидросистемах.
63. Установившаяся и неустановившаяся движение жидкости.
64. Пьезометрический уклон.
65. Истечение жидкости через отверстия.
66. Определение потерь давления при внезапном расширении и сужении трубопровода.
67. Интегрирование уравнения Эйлера для различных видов движения.
68. Гидравлический расчёт трубопроводов.
69. Кавитация.
70. Уравнение динамики Эйлера.
71. Требования к рабочим жидкостям гидросистем. Расход жидкости через трубопровод при ламинарном и турбулентном режимах течения жидкости.
72. Зависимость плотности жидкости и газа.
73. Взаимосвязь потенциальной и кинетической энергии потока жидкости.
74. Зависимость вязкости от температуры.
75. Анализ составляющих уравнения Бернулли с энергетической точки зрения.

76. Труба Вентуры.

77. Приборы для измерения давления.

78. Измерение давления и скорости течения потока жидкости в трубопроводе.

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное и глубокое усвоение материала, грамотное и логичное изложение мыслей, обоснованность выводов, умение сочетать теорию с практикой, наличие аналитического мышления.	Отлично
Обучающийся демонстрирует твердое знание материалов учебного курса, его грамотное изложение, отсутствие существенных неточностей в ответе.	Хорошо
Обучающийся демонстрирует наличие пробелов в усвоении основного материала, неточности Формулировок, недостаточная аргументация выводов, отсутствие последовательности в ответе.	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отсутствие знаний основного материала, существенные ошибки при ответах на дополнительные вопросы, неумение логически обосновать ответ	Неудовлетворительно

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Дифференциальные уравнения гидрогазостатики, их общее решение и частные случаи.
2. Кинематика жидкости. Метод Эйлера. Задания движения. Полное ускорение.
3. Одномерные течения вязкой несжимаемой жидкости. Природа гидравлических сопротивлений. Вычисление местных сопротивлений. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.
4. Уравнение динамики в напряжениях. Уравнение неразрывности движения.
5. Понятие трубки тока и вихревой трубки, их свойства. Объемный и массовый расходы, живое сечение и гидравлический радиус.
6. Динамика идеальной жидкости, основные уравнения. Интеграл Бернулли.
7. Кинематика турбулентных течений. Критерий Рейнольдса. Понятие и физический смысл функции тока.
8. Динамика идеальной жидкости. Сопротивление давления. Распределение давления вне и внутри плоского вихря.
9. Сопротивление давления при бесциркуляционном и циркуляционном обтекании цилиндра.
10. Движение вязкой жидкости. Основные уравнения. Зависимость вязкости от температуры и давления.
11. Потенциальные плоские течения. Характеристическая функция течения и примеры простейших течений.
12. Динамика идеальной жидкости. Сопротивление давления при бесциркуляционном и циркуляционном обтекании цилиндра. Кризис сопротивления плохо обтекаемых тел.
13. Движение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса и баланса энергии. Переход ламинарного течения в турбулентное. Критическое число Рейнольдса.
14. Гидродинамический пограничный слой. Уравнения ламинарного пограничного слоя Л. Прандтля. Понятие о температурном и диффузионном слое.
15. Режимы течения и структура двухфазных потоков. Критерий устойчивости режимов течения газожидкостных систем.

16. Гидравлические сопротивления. Сопротивление пучка стержней при их продольном обтекании.
17. Профилирование расходов и определение сопротивлений по кассетам (каналам) ядерного реактора.
18. Уравнение динамики в напряжениях. Уравнение неразрывности движения. Уравнение баланса энергии.
19. Кинематика жидкости. Понятие средней скорости. Интенсивность вихревой трубки и ее связь с циркуляцией скорости.
20. Динамика идеальной жидкости. Сопротивление давления при обтекании пластины. Сопротивление давления при обтекании профиля в решетке профилей.
21. Одномерное течение газа. Понятие скорости звука и числа  $M$ , критическая скорость газа. Связь термодинамических параметров в каналах переменного сечения с числом  $M$ .
22. Прямой и не прямой гидравлический удар в трубах. Структура плоской ограниченной струи. Перенос тепла и вещества в струях. Системы струй.
23. Применение струйных расчетных моделей в задачах ядерной энергетики
24. Особенности структуры двухфазного пограничного слоя. Образование пленок, режимы их течения и распад.
25. Связь термодинамических параметров в каналах переменного сечения с числом  $M$ . Прямой скачок уплотнения.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности.

При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

#### Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное и глубокое усвоение материала, грамотное и логичное изложение мыслей, обоснованность выводов, умение сочетать теорию с практикой, наличие аналитического мышления.	Отлично
Обучающийся демонстрирует твердое знание материалов учебного курса, его грамотное изложение, отсутствие существенных неточностей в ответе.	Хорошо
Обучающийся демонстрирует наличие пробелов в усвоении основного материала, неточности формулировок, недостаточная аргументация выводов, отсутствие последовательности в ответе.	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отсутствие знаний основного материала, существенные ошибки при ответах на дополнительные вопросы, неумение логически обосновать ответ	Неудовлетворительно

## Пример контрольно-измерительного материала (КИМ)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
ядерной физики  
\_\_\_\_\_ Титова Л. В.

Направление подготовки:

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Дисциплина: Б1.О.21 Механика жидкости и газа.

Вид контроля: Экзамен.

### Контрольно-измерительный материал №1

1. Одномерные течения вязкой несжимаемой жидкости. Природа гидравлических сопротивлений. Вычисление местных сопротивлений. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.
2. Прямой и не прямой гидравлический удар в трубах. Структура плоской ограниченной струи. Перенос тепла и вещества в струях. Системы струй.

Преподаватель \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ расшифровка подписи \_\_\_\_\_

### 21. Фонд оценочных средств

#### Термогидравлические процессы в ядерных устройствах

Тесты

1. Что называют гидравликой?

- 1) науку, которая изучает равновесие и движение жидкостей;**
- 2) науку, которая изучает движение водных потоков;
- 3) науку, которая изучает положение жидкостей в пространстве;
- 4) науку, которая изучает взаимодействие водных потоков.

2. Какое физическое вещество называется жидкостью?

- 1) которое способно заполнять всё свободное пространство;
- 2) которое может видоизменять свой объём;
- 3) которое видоизменяет форму в результате воздействия сил;**
- 4) способное к текучести.

3. Укажите разновидность жидкой субстанции, не являющейся газообразной.

- 1) жидкий азот;
- 2) водород;
- 3) ртуть;**
- 4) кислород.

4. Что такое идеальная жидкость?

- 1) пригодная к применению;
- 2) без внутреннего трения;**
- 3) способная к сжатию;
- 4) которая существует исключительно в ряде условий.

5. Какой может быть внешняя сила, воздействующая на жидкую субстанцию?

- 1) инерциальная, поверхностная;
- 2) поверхностная, внутренняя;
- 3) тяготения, давления;
- 4) массовая, поверхностная.**

6. Дайте определение понятию сжимаемости для жидких субстанций.

- 1) видоизменение формы в результате действия давления;
- 2) сопротивление воздействию давления, без видоизменения формы;
- 3) изменение объёма в результате действия давления;**
- 4) сопротивление воздействию давления с видоизменением формы.

7. Какой коэффициент характеризует сжимаемость жидкой субстанции?

- 1) объёмного сжатия;**
- 2) Джоуля;
- 3) температурный;
- 4) возрастания.

8. Что не характеризует вязкость жидкой субстанции?

- 1) статический коэффициент вязкости;**
- 2) кинематический вязкостный коэффициент;
- 3) динамический коэффициент вязкости;
- 4) градус Энглера.

9. Какой из перечисленных процессов не характерен для окисления жидкостей?

- 1) выпадение осадка в виде смолы;
- 2) изменение цвета жидкой субстанции;
- 3) увеличение вязкости;**
- 4) выпадение осадка в виде шлака.

10. О чём говорит второе правило о свойствах гидростатического давления?

- 1) **об отсутствии изменений, независимо от направления;**
- 2) о постоянстве и перпендикулярному расположению относительно стенок резервуара;
- 3) об изменении, в зависимости от месторасположения;
- 4) об отсутствии изменений в горизонтальной плоскости.

11. Название объёма жидкости, протекающей за единицу времени через живое сечение –

- 1) **расход потока;**
- 2) объёмное течение;
- 3) быстрота потока;
- 4) скорость течения.

12. Определение отношения расхода жидкой субстанции к площади живого сечения –

- 1) средний расход текущего потока;
- 2) наибольшая быстрота течения;
- 3) **средняя быстрота потока;**
- 4) наименьший расход течения.

13. Что называют гидравлическим сопротивлением?

- 1) сопротивление жидкой субстанции к деформации формы собственного русла;
- 2) сопротивление, которое препятствует прохождению жидкой субстанции;
- 3) сопротивление, характеризующееся падением скорости движения жидкой субстанции через трубопровод;
- 4) **сопротивление трубопровода, сопровождаемое энергетическими потерями жидкой субстанции.**

14. Назовите источник энергетических потерь движущейся жидкой субстанции.

- 1) объём;
- 2) расход жидкой субстанции;
- 3) **вязкость;**
- 4) перенаправление жидкой субстанции.

15. Чем характерен турбулентный режим движения жидкой субстанции?

- 1) послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 2) беспорядочным и одновременно послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 3) **бессистемным движением частиц жидкости внутри трубопровода;**
- 4) послойным движением частиц жидкой субстанции исключительно в центральной части трубопровода.

## Вопросы

### **1. Что такое свободная или естественная конвекция и за счет чего она создается?**

Если движение элементов объема среды вызвано наличием в ней температурных разностей, а, следовательно, разных плотностей, то такая конвекция называется свободной или естественной. Она создается за счет того, что более холодные частицы жидкости или газа, имеющие большую плотность, под действием гравитационного поля Земли опускается вниз, а более нагретые под действием архимедовой силы поднимаются вверх

### **2. Что выражает собой коэффициент вязкости?**

Коэффициент вязкости выражает собой силу трения, приходящуюся на единицу поверхности соприкосновения двух жидких слоев, «скользящих» друг по другу при условии, что на единицу длины нормали к поверхности скорость движения изменяется на единицу

### **3. В чем состоит процесс диссипации?**

Существование процесса диссипации состоит в том, что часть механической энергии движущейся жидкости переходит в тепловую и вызывает нагревание жидкости.

### **4. Что такое пограничный слой?**

Пограничным слоем называется область движения вязкой теплопроводной жидкости, характеризующаяся малой толщиной и большим поперечным градиентом скорости, изменением которой обусловлен процесс переноса теплоты, вещества и количества движения

### **5. Объясните в чем разница характера омывания труб в коридорном и шахматном порядке.**

Условия омывания труб первого ряда обоих пучков примерно такие же, как и в случае одиночной трубы. Теплоотдача первого ряда определяется начальной турбулентностью набегающего потока. В последующих рядах характер омывания меняется за счет дополнительной турбулизации потока впереди расположенными трубами, поэтому теплоотдача от них то же меняется. При коридорном расположении труб, трубы следующего по ходу движения воды ряда коридорного пучка «затенены» трубами предыдущего ряда. Между ними создается застойная зона с пониженной циркуляцией жидкости, что приводит к снижению теплоотдачи в лобовой и кормовой частях труб. В шахматном пучке характер омывания практически одинаков во всех рядах.