

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

18.05.2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.28 Механика жидкости и газа

**1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**

01.03.03 Механика и математическое моделирование

**2. Профиль подготовки/специализации:** Компьютерный инжиниринг в механике сплошных сред

**3. Квалификация (степень) выпускника:** Бакалавр

**4. Форма обучения:** Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Механики и компьютерного моделирования

**6. Составитель программы:**

Бондарева Мария Владимировна, преподаватель, факультет ПММ, кафедра МиКМ, [dobrosotskaya\\_masha@mail.ru](mailto:dobrosotskaya_masha@mail.ru)

**7. Рекомендована:** НМС факультета ПММ протокол №8 от 15.04.2022.

**8. Учебный год:** 2024 - 2025

**Семестр(ы):** 5

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

-изучение подходов, методов и способов теоретического и экспериментального исследования движения жидких и газообразных сред.

*Задачи учебной дисциплины:*

- научить студентов владеть фундаментальными понятиями механики жидкости и газа, основным закономерности и особенностям движения жидкостей и газов, быть знакомым с современными методами и средствами решения соответствующих начально-краевых задач, состоянием и перспективами развития дисциплины. Уметь

формулировать постановки задач из различных предметных областей в случае, если исследуемая система содержит жидкие или газообразные объекты, применять соответствующие точные и приближенные аналитические методы решения задач и выполнять инженерно-технические расчеты распределенных и интегральных характеристик поток жидкостей и газов. Владеть практическими навыками построения математических моделей для жидких или газообразных сред и устанавливать основные закономерности и особенности их движения с учетом разнообразных физических взаимодействий.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к обязательной части Блока 1. Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, механика сплошной среды. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать дисциплины: мехатроника, математическое моделирование, приближенные методы в мезанике, физико-механический практикум и вычислительный эксперимент, а также специальные курсы по профилю подготовки.

**11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	ОПК-1.2	Применяет системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.	<p>Знать: фундаментальные понятия механики жидкости и газа</p> <p>Уметь: формулировать постановки задач из различных предметных областей в случае, если исследуемая система содержит жидкие или газообразные объекты, применять соответствующие точные и приближенные аналитические методы решения задач</p> <p>Владеть: практическими навыками построения математических моделей для жидких или газообразных сред</p>

ОПК-3	Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности	ОПК-3.1	Накапливает и систематизирует знания в области методов физического моделирования и современного экспериментального оборудования	<p>Знать: основные закономерности и особенности движения жидкостей и газов быть знакомым с современными методами и средствами решения соответствующих начально - краевых задач, состоянием и перспективами развития дисциплины</p> <p>Уметь: выполнять инженерно-технические расчеты распределенных и интегральных характеристик поток жидкостей и газов</p> <p>Владеть: навыками выявления основных закономерностей и особенностей движения жидких или газообразных сред с учетом разнообразных физических взаимодействий</p>
-------	---	---------	---	--

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108.**

**Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) \_\_\_\_\_ зачет с оценкой \_\_\_\_\_**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		5
Аудиторные занятия	64	64
в том числе:		
лекции	32	32
практические		
лабораторные	32	32
Самостоятельная работа	44	44
Форма промежуточной аттестации		
Итого:	108	108

**12.3 Содержание разделов дисциплины:**

№ п/п	Название раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
<b>1. Лекции</b>			
1	Введение	Механика жидкости и газа – теоретическая основы для исследования движения жидкостей и газов и инженерных расчетов с учетом	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>

		разнообразных взаимодействий их потоков.	
2	Гидравлика	Основные понятия, определения и представления технической механики жидкости и газа. Инструментальные средства расчета инженерных систем.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
3	Физические свойства жидких и газообразных сред	Физико - технические параметры систем с жидким или газообразными средами, их зависимости от температуры и давления.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
4	Основные уравнения и краевые условия динамики жидкости и газа	Уравнения баланса массы, количества движения, момента импульса и энергии. Уравнения динамики неоднородных сред.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
5	Гидростатика	Уравнение равновесия. Закон Паскаля. Внешние силы в условиях равновесия. Равновесие несжимаемой жидкости. Равновесие в поле сил тяжести. Принцип действия поршневого насоса. Закон Архимеда.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
6	Общая теория движений идеальной жидкости	Уравнения Эйлера. Функция давления. Уравнения движения идеальной жидкости в форме Громека-Лемба. Интеграл Бернулли. Взаимодействие жидкостей с обтекаемыми телами. Течения сжимаемой жидкости. Элементарная теория сопла Лаваля.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
7	Ламинарные течения вязких жидкостей	Ламинарные течения. Одномерные течения вязкой жидкости. Течение в трубах и каналах. Закон Гагена – Пуазейля. Расчет коэффициента гидравлического сопротивления. Вращательное течение Куэтта. Задача Кармана о движении жидкости, вызванном вращением диска. Спиральные течения. Течения жидкостей в системах с проницаемыми поверхностями.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
8	Течения с малыми числами Рейнольдса	Ползущие течения. Уравнения Стокса. Движение сферы в покоящейся жидкости. Формула Стокса. Течения жидкостей в пористых средах. Законы фильтрации Дарси и Бринкмана.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
9	Введение в теорию пограничного слоя.	Основные идеи и уравнения Прандтля. Автомодельные решения. Задача Блазиуса. Интегральный метод Кармана-Польгаузена. Отрыв пограничного слоя. Струйные течения. Задача о затопленной струе.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
10	Неустойчивость и турбулентность	Неустойчивость ламинарных режимов течений. Возникновение турбулентности. Переходные явления. Уравнения Рейнольдса.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>

		Полуэмпирические теории. Модели турбулентности. Стандартная $k - \epsilon$ модель турбулентности	
11	Конвективные потоки	Процессы теплообмена в движущихся средах. Законы Фурье и Фика. Перекрестные эффекты. Правило Онзагера. Химические реакции в потоке. Граничные условия в задачах теплообмена. Естественная, вынужденная и смешанная конвекция. Приближение Буссинеска. Эффект Марангони.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
12	Основы гидродинамики многофазных и многокомпонентных систем.	Подходы для описания поведения многофазных и многокомпонентных сред. Взаимопроникающие континуумы. Задача Рэлея о динамике газового пузырька. Метод Кроу для описания многофазных систем.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
13	Течения сред с особыми свойствами	Модели неньютоновских жидкостей. Движение вязкопластической жидкости в трубе. Асимметричная гидромеханика.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
14	Взаимодействия жидкостей и газов с электромагнитными полями.	Пондермоторные силы. Сила Кулона. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. МГД течения. ЭГД. Уравнения движения магнитных жидкостей Особенности формулировки граничных условий.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
15	Компьютерный эксперимент в механике жидкости и газа.	Основные подходы и методы численного моделирования потоков жидкости и газа. Уравнения движения в переменных функция тока-вихрь. Граничные условия для функции вихря. Задача Кавагути. Численное моделирование естественно-конвективных течений в замкнутых областях. Схемы Тарунина и Полежаева.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
16	Экспериментальные методы в механике жидкости и газа.	Аэродинамические трубы. Измерения скорости и давления. Визуализация течений. Теневой метод. Метод Теплера. Лазерная анемометрия и интерферометрия. Фотохромная визуализация потоков.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
1	Введение	Механика жидкости и газа – теоретическая основы для исследования движения жидкостей и газов и инженерных расчетов с учетом разнообразных взаимодействий их потоков.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
2	Гидравлика	Основные понятия, определения и представления технической механики жидкости и газа. Инструментальные	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>

		средства расчета инженерных систем.	<a href="https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241">e/view.php?id=11241</a>
3	Физические свойства жидких и газообразных сред	Физико - технические параметры систем с жидким или газообразными средами, их зависимости от температуры и давления.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241</a>
4	Основные уравнения и краевые условия динамики жидкости и газа	Уравнения баланса массы, количества движения, момента импульса и энергии. Уравнения динамики неоднородных сред.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241</a>
5	Гидростатика	Уравнение равновесия. Закон Паскаля. Внешние силы в условиях равновесия. Равновесие несжимаемой жидкости. Равновесие в поле сил тяжести. Принцип действия поршневого насоса. Закон Архимеда.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241</a>
6	Общая теория движений идеальной жидкости	Уравнения Эйлера. Функция давления. Уравнения движения идеальной жидкости в форме Громека-Лемба. Интеграл Бернулли. Взаимодействие жидкостей с обтекаемыми телами. Течения сжимаемой жидкости. Элементарная теория сопла Лаваля.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241</a>
7	Ламинарные течения вязких жидкостей	Ламинарные течения. Одномерные течения вязкой жидкости. Течение в трубах и каналах. Закон Гагена – Пуазейля. Расчет коэффициента гидравлического сопротивления. Вращательное течение Куэтта. Задача Кармана о движении жидкости, вызванном вращением диска. Спиральные течения. Течения жидкостей в системах с проницаемыми поверхностями.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241</a>
8	Течения с малыми числами Рейнольдса	Ползущие течения. Уравнения Стокса. Движение сферы в покоящейся жидкости. Формула Стокса. Течения жидкостей в пористых средах. Законы фильтрации Дарси и Бринкмана.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241</a>
9	Введение в теорию пограничного слоя.	Основные идеи и уравнения Прандтля. Автомодельные решения. Задача Блазиуса. Интегральный метод Кармана-Польгаузена. Отрыв пограничного слоя. Струйные течения. Задача о затопленной струе.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241</a>
10	Неустойчивость и турбулентность	Неустойчивость ламинарных режимов течений. Возникновение турбулентности. Переходные явления. Уравнения Рейнольдса. Полуэмпирические теории. Модели турбулентности. Стандартная $k - \varepsilon$ модель турбулентности	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/courses/view.php?id=11241</a>
11	Конвективные потоки	Процессы тепломассообмена в движущихся средах. Законы Фурье и	Механика жидкости и газа

		Фика. Перекрестные эффекты. Правило Онзагера. Химические реакции в потоке. Граничные условия в задачах теплообмена. Естественная, вынужденная и смешанная конвекция. Приближение Буссинеска. Эффект Марангони.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
12	Основы гидродинамики многофазных и многокомпонентных систем.	Подходы для описания поведения многофазных и многокомпонентных сред. Взаимопроникающие континуумы. Задача Рэлея о динамике газового пузырька. Метод Кроу для описания многофазных систем.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
13	Течения сред с особыми свойствами	Модели неньютоновских жидкостей. Движение вязкопластической жидкости в трубе. Асимметричная гидромеханика.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
14	Взаимодействия жидкостей и газов с электромагнитными полями.	Пондермоторные силы. Сила Кулона. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. МГД течения. ЭГД. Уравнения движения магнитных жидкостей Особенности формулировки граничных условий.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
15	Компьютерный эксперимент в механике жидкости и газа.	Основные подходы и методы численного моделирования потоков жидкости и газа. Уравнения движения в переменных функция тока-вихрь. Граничные условия для функции вихря. Задача Кавагути. Численное моделирование естественно-конвективных течений в замкнутых областях. Схемы Тарунина и Полежаева.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>
16	Экспериментальные методы в механике жидкости и газа.	Аэродинамические трубы. Измерения скорости и давления. Визуализация течений. Теневой метод. Метод Теплера. Лазерная анемометрия и интерферометрия. Фотохромная визуализация потоков.	Механика жидкости и газа <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	2			4	6
2	Гидравлика	2		8	2	12
3	Физические свойства жидких и газообразных сред	2			3	5
4	Основные уравнения и краевые условия динамики жидкости и газа	2			3	5
5	Гидростатика	2			4	6
6	Общая теория движений идеальной жидкости	2			3	5

7	Ламинарные течения вязких жидкостей	2		8	2	12
8	Течения с малыми числами Рейнольдса	2			2	4
9	Введение в теорию пограничного слоя.	2		8	2	12
10	Неустойчивость и турбулентность	2			2	4
11	Конвективные потоки	2		8	2	12
12	Основы гидродинамики многофазных и многокомпонентных систем.	2			2	4
13	Течения сред с особыми свойствами	2			4	6
14	Взаимодействия жидкостей и газов с электромагнитными полями	2			3	5
15	Компьютерный эксперимент в механике жидкости и газа.	2			3	5
16	Экспериментальные методы в механике жидкости и газа.	2			3	5
	Итого	32		32	44	108

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

На лекционных занятиях студенты знакомятся с основными понятиями курса, их логической взаимосвязью. Изучение тем начинается с лекций, которые составляют основу теоретической подготовки студентов. Лекции читаются с использованием технических средств обучения. На самостоятельной работе студенты развивают и углубляют полученные знания. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме, выполнение индивидуальных заданий. Лабораторные занятия позволяют развивать у студентов творческое теоретическое мышление, умение самостоятельно изучать литературу, анализировать практику; учат четко формулировать мысль, вести дискуссию, то есть имеют исключительно важное значение в развитии самостоятельного мышления. При выполнении лабораторных работ необходимо повторить основные положения и понятия по теме занятия. При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на LMS-платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Механика жидкости и газа: методические указания : методическое пособие / сост. В. В. Жизняков ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Кафедра гидравлики. – Нижний Новгород :

	Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), 2011. – 24 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427404">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427404</a>
2	Кураев, А. А. Прикладная гидрогазодинамика : учебное пособие : в 2 частях : / А. А. Кураев, А. П. Шашкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – Часть 1. Гидродинамика. – 122 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573832">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=573832</a>
3	Киселев, С. П. Механика сплошных сред : учебное пособие : / С. П. Киселев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 256 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574777">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574777</a>
4	Михеев, В. А. Физика : учебное пособие : / В. А. Михеев, О. Б. Михеева, В. М. Флягин ; Тюменский государственный университет. – Тюмень : Тюменский государственный университет, 2013. – 419 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567395">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567395</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Пивнев, П. П. Механика сплошных сред жидкости и газы : учебное пособие : / П. П. Пивнев, С. П. Тарасов, А. П. Волощенко ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 138 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=577681">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=577681</a>
6	Кураев, А. А. Прикладная гидрогазодинамика : учебное пособие : в 2 частях : / А. А. Кураев, А. П. Шашкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – Часть 2. Газодинамика. – 151 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574785">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=574785</a>
7	Шаров, Ю. И. Тепломассообмен : учебное пособие : / Ю. И. Шаров, О. К. Григорьева ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 164 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576520">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576520</a>
8	Куповых, Г. В. Основы гидромеханики : учебное пособие / Г. В. Куповых ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 144 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561098">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561098</a>
9	Палладий, А. В. Газовая динамика в турбокомпрессорах : учебное пособие : / А. В. Палладий, С. Л. Фосс, М. А. Мизернюк ; Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010. – 91 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258954">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=258954</a>

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
10	Электронная библиотека ВГУ <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
11	Научно-образовательный центр при МИАН <a href="http://www.miras.ru">www.miras.ru</a>
12	Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ <a href="http://www.lib.mexmat.ru">www.lib.mexmat.ru</a>
13	Механика жидкости и газа/ М.В. Бондарева — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)**

Для обеспечения самостоятельной работы студентов, в электронном курсе дисциплины на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» сформирован учебно-методический комплекс, который включает в себя: программу курса, учебные пособия и справочные материалы, методические указания по выполнению заданий. Студенты получают доступ к данным материалам на первом занятии по дисциплине.

Указанные в учебно-методическом комплексе учебные пособия и справочные материалы, приведены в таблице ниже:

№ п/п	Источник
1.	Механика жидкости и газа: методические указания : методическое пособие / сост. В. В. Жизняков ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Кафедра гидравлики. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), 2011. – 24 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427404">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427404</a>
2.	Куповых, Г. В. Основы гидромеханики : учебное пособие / Г. В. Куповых ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 144 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561098">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561098</a>
3.	Механика жидкости и газа/ М.В. Бондарева — Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». — Режим доступа: <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11241</a> .

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):**

При реализации дисциплины могут проводиться различные типы лекций (вводная, обзорная и т.д.), применяться дистанционные образовательные технологии в части освоения лекционного материала, самостоятельной работы по дисциплине или отдельным ее разделам.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации занятий рекомендован онлайн-курс «Механика жидкости и газа», размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лекций специализированная мебель, компьютер (ноутбук), мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: специализированная мебель, персональные компьютеры для индивидуальной работы с возможностью подключения к сети «Интернет», мультимедийное оборудование (проектор, экран, средства звуковоспроизведения).

ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Google Chrome, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice), допускается демоверсия или виртуальный аналог ПО

### 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	Введение	ОПК-1	ОПК-1.2	<i>Собеседование</i>
2	Гидравлика	ОПК-3	ОПК-3.1	<i>Лабораторные задания</i>
3	Физические свойства жидких и газообразных сред	ОПК-3	ОПК-3.1	<i>Собеседование</i>
4	Основные уравнения и краевые условия динамики жидкости и газа	ОПК-3	ОПК-3.1	<i>Собеседование</i>
5	Гидростатика	ОПК-1	ОПК-1.2	<i>Собеседование</i>
6	Общая теория движений идеальной жидкости	ОПК-3	ОПК-3.1	<i>Собеседование</i>
7	Ламинарные течения вязких жидкостей	ОПК-3	ОПК-3.1	<i>Лабораторные задания</i>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
8	Течения с малыми числами Рейнольдса	ОПК-1	ОПК-1.2	<i>Собеседование</i>
9	Введение в теорию пограничного слоя.	ОПК-1	ОПК-1.2	<i>Лабораторные задания</i>
10	Неустойчивость и турбулентность	ОПК-1	ОПК-1.2	<i>Собеседование</i>
11	Конвективные потоки	ОПК-1	ОПК-1.2	<i>Лабораторные задания</i>
12	Основы гидродинамики многофазных и многокомпонентных систем.	ОПК-3	ОПК-3.1	<i>Собеседование</i>
13	Течения сред с особыми свойствами	ОПК-1	ОПК-1.2	<i>Собеседование</i>
14	Взаимодействия жидкостей и газов с электромагнитным и полями	ОПК-3	ОПК-3.1	<i>Собеседование</i>
15	Компьютерный эксперимент в механике жидкости и газа.	ОПК-3	ОПК-3.1	<i>Собеседование</i>
16	Экспериментальные методы в механике жидкости и газа.	ОПК-3	ОПК-3.1	<i>Собеседование</i>
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				<i>Перечень вопросов</i>

## **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:

*Лабораторные задания*

---

*(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)*

Перечень заданий из задачников и пособий из п. 15

Отлично	Успешное выполнение лабораторных и индивидуального заданий, на все вопросы билета даны полные и правильные ответы.
Хорошо	Успешное выполнение лабораторных и индивидуального заданий. На один из вопросов билета не дан правильный ответ
Удовлетворительно	Успешное выполнение лабораторных и индивидуального заданий. На два вопроса билета даны не правильные ответы
Неудовлетворительно	Не выполнены лабораторные и индивидуальное задания или на все вопросы билета и дополнительные вопросы даны не правильные или не полные ответы

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по вопросам к зачету

---

*(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)*

### *Вопросы к зачету*

1. Основные понятия, представления и определения механики жидкости и газа.
2. Основные физико-химические свойства жидких и газообразных сред.
3. Основные этапы постановки и решения задач механики жидкости и газа.
4. Закон сохранения массы и уравнение неразрывности для сжимаемых и несжимаемых сред.
5. Закон сохранения количества движения (импульса) для жидкостей и газов.
6. Закон сохранения момента количества движения (момента импульса) для течений жидких или газообразных сред.
7. Закон сохранения энергии и уравнение для температуры конвективных течений жидкостей и газов.
8. Реологические уравнения для жидких и газообразных сред.
9. Реологические уравнения идеальной и вязкой жидкости.
10. Реологическое уравнение вязкой сжимаемой жидкости.
11. Обобщенный закон Ньютона для вязких жидкостей.
12. Уравнения Максвелла электромагнитных взаимодействий в жидкости или газе.
13. Уравнения Навье - Стокса для сжимаемых и несжимаемых жидкостей.
14. Краевые условия в динамике жидкостей и газов.

15. Основные типы граничных условий
16. Понятие динамического подобия в МЖГ.
17. Приведение уравнений динамики жидкости к безразмерному виду.
18. Критерии и числа подобия. Основная теорема теории подобия и размерностей.
19. Критерии и числа подобия в гидродинамике.
20. Критические значения числа Рейнольдса.
21. Основные свойства одномерных ламинарных течений вязкой жидкости.
22. Постановка задачи о течении вязкой несжимаемой жидкости в круглой цилиндрической трубе под действием перепада давления.
23. Закон Гагена – Пуазейля.
24. Постановка задачи о вращении вязкой жидкости между цилиндрическими поверхностями.
25. Определение вращающего момента в вязкой жидкости, действующего на цилиндрическое тело,
26. Основные концепции теории пограничного слоя.
27. Уравнения Прандтля.
28. Толщина пограничного слоя, толщина вытеснения, толщина потери импульса.
29. Расчет коэффициента сопротивления в задаче Блазиуса.
30. Уравнения Стокса.
31. Основные закономерности течений сжимаемой жидкости.
32. Элементарная теория сопла Лаваля.
33. Стандартная ( $k, \epsilon$ )- модель турбулентности.
34. Основные понятия теории турбулентности.
35. Интеграл и теорема Бернулли.
36. Теорема Жуковского.
37. Основной закон гидравлики.
38. Коэффициент гидравлического сопротивления.
39. Инженерные расчеты гидросистем.
40. Условия равновесия жидкости и закон Архимеда.
41. Классификация способов передачи тепла.
42. Виды конвективных течений и их характеристики.

Отлично	Успешное выполнение лабораторных и индивидуального заданий, на все вопросы билета даны полные и правильные ответы.
Хорошо	Успешное выполнение лабораторных и индивидуального

	заданий. На один из вопросов билета не дан правильный ответ
Удовлетворительно	Успешное выполнение лабораторных и индивидуального заданий. На два вопроса билета даны не правильные ответы
Неудовлетворительно	Не выполнены лабораторные и индивидуальное задания или на все вопросы билета и дополнительные вопросы даны не правильные или не полные ответы

**20.3 Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).**

ОПК-1

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

1. Скольким килопаскалям равно давление на дне озера глубиной 5 м, если атмосферное давление равно 100 кПа?
  - a) 100
  - b) 150**
  - c) 50
  - d) 200
  
2. Как изменится скорость движения нефти по нефтепроводу при уменьшении площади поперечного сечения трубы на некотором участке в 3,6 раза?
  - a) Увеличится в 7,2 раза
  - b) Не изменится
  - c) Уменьшится в 3,6 раза
  - d) Увеличится в 3,6 раза**
  
3. При какой высоте (см) заполненной водой цилиндрической кастрюли радиусом 20 см сила давления воды на дно и на стенки будет одинаковой (см)?
  - a) 10
  - b) 20**
  - c) 5
  - d) 50
  
4. Определите плотность тела (кг/м<sup>3</sup>), если вес тела в вакууме 2,6Н, в воде 1,6Н. Плотность воды 1000кг/м<sup>3</sup>.
  - a) 2800
  - b) 2600**
  - c) 2900
  - d) 2000
  
5. Арбуз массой 8 кг и объемом 10 л опускают в воду. Какой объем арбуза окажется над водой (л)?
  - a) 2**
  - b) 3
  - c) 1

d) 4

открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

1. Общая теория движений идеальной жидкости.

**Пример ответа.** Простейшей моделью текучей среды является модель идеальной жидкости — среды, обладающей при движении свойством идеальной текучести. Модель такой (гипотетической) жидкости не учитывает «вязкие» напряжения, возникающие в реальных (вязких) жидкостях и газах при деформации частиц. Несмотря на то, что все реальные жидкости (и газы) обладают свойством внутреннего трения, подобная идеализация не только упрощает математический аппарат, но бывает оправдана и физически. Так, в поле течения среды с малой вязкостью на достаточном удалении от твердых стенок вязкость жидкости — молекулярный перенос количества движения — существенно не проявляется и можно применять модель идеальной жидкости. Зачастую допустимо рассматривать течение такой жидкости как течение с постоянной плотностью (модель несжимаемой жидкости), что дает более простое математическое описание

2. Течения с малыми числами Рейнольдса.

**Пример ответа.** Течение с малыми числами Рейнольдса ( $Re \ll 1$ ) – ламинарное. В таком потоке преобладают силы вязкости, распределение скорости движения жидкости остается постоянным. Приближение Стокса используется для течений с малыми числами Рейнольдса, когда нелинейные инерционные члены малы по сравнению с вязкими. В таком случае в уравнениях Навье-Стокса нелинейные инерционные члены отбрасываются, и получаются уравнения Стокса. Они проще уравнений Навье-Стокса, так как линейные. Приближения Стокса используются в задачах о движении вязкой жидкости сквозь тонкие щели, о движении жидкого смазочного масла в зазоре между вращающимся валом и неподвижной подушкой подшипника, о движении частиц пыли и мелких дождевых капель в атмосфере, об оседании мелких частиц в вязкой жидкости, о фильтрации жидкостей и газов через пористую среду.

3. Взаимодействия жидкостей и газов с электромагнитными полями.

**Пример ответа.** Взаимодействие жидкостей и газов с электромагнитными полями изучает наука электромагнитная гидродинамика. Для газов электромагнитное излучение может вызывать изменения в поведении и свойствах, например, ионизацию, возбуждение и нагрев. Электромагнитные поля могут взаимодействовать с заряженными частицами в газе, заставляя их двигаться и создавая токи. Для жидкостей характерен магнитогиродинамический эффект — возникновение электрического поля и электрического тока при движении электропроводной жидкости или ионизированного газа в магнитном поле. Он основан на явлении электромагнитной индукции, то есть на возникновении тока в проводнике, пересекающем силовые линии магнитного поля. В данном случае проводниками являются электролиты, жидкие металлы и ионизированные газы (плазма).

4. Физические свойства жидких сред.

**Пример ответа.** Физические свойства жидких сред: Жидкость сохраняет свой объём, но легко меняет форму. Это связано с тем, что у жидкости ближний порядок в расположении частиц, они находятся рядом друг с другом. Жидкость обладает вязкостью — сопротивлением течению. Чем больше вязкость, тем медленнее

движется жидкость. Например, вода имеет низкую вязкость (легко течёт), а масло — высокую (течёт медленно). Жидкость обладает поверхностным натяжением. Оно возникает из-за разницы в силах притяжения между молекулами на поверхности жидкости и внутри неё. Жидкости, проводящие электрический ток, называются электролитами — это растворы солей, щелочей и кислот в воде.

Электропроводность зависит от наличия ионов. В жидкостях диффузия происходит медленнее, чем в газах, так как молекулы в жидкости движутся медленнее и расстояние между ними невелико.

### ОПК-3

2) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

6. Скольким килопаскалям равно давление на дне озера глубиной 5 м, если атмосферное давление равно 100 кПа?

- e) 100
- f) 150**
- g) 50
- h) 200

7. Как изменится скорость движения нефти по нефтепроводу при уменьшении площади поперечного сечения трубы на некотором участке в 3,6 раза?

- e) Увеличится в 7,2 раза
- f) Не изменится
- g) Уменьшится в 3,6 раза
- h) Увеличится в 3,6 раза**

8. При какой высоте (см) заполненной водой цилиндрической кастрюли радиусом 20 см сила давления воды на дно и на стенки будет одинаковой (см)?

- e) 10
- f) 20**
- g) 5
- h) 50

открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

1. Взаимодействия жидкостей и газов с электромагнитными полями.

**Пример ответа.** Взаимодействие жидкостей и газов с электромагнитными полями изучает наука электромагнитная гидродинамика. Для газов электромагнитное излучение может вызывать изменения в поведении и свойствах, например, ионизацию, возбуждение и нагрев. Электромагнитные поля могут взаимодействовать с заряженными частицами в газе, заставляя их двигаться и создавая токи. Для жидкостей характерен магнитогиродинамический эффект — возникновение электрического поля и электрического тока при движении электропроводной жидкости или ионизированного газа в магнитном поле. Он основан на явлении электромагнитной индукции, то есть на возникновении тока в проводнике, пересекающем силовые линии магнитного поля. В данном случае проводниками являются электролиты, жидкие металлы и ионизированные газы (плазма).

2. Физические свойства жидких сред.

**Пример ответа.** Физические свойства жидких сред: Жидкость сохраняет свой объём, но легко меняет форму. Это связано с тем, что у жидкости ближний порядок в расположении частиц, они находятся рядом друг с другом. Жидкость обладает

вязкостью — сопротивлением течению. Чем больше вязкость, тем медленнее движется жидкость. Например, вода имеет низкую вязкость (легко течёт), а масло — высокую (течёт медленно). Жидкость обладает поверхностным натяжением. Оно возникает из-за разницы в силах притяжения между молекулами на поверхности жидкости и внутри неё. Жидкости, проводящие электрический ток, называются электролитами — это растворы солей, щелочей и кислот в воде. Электропроводность зависит от наличия ионов. В жидкостях диффузия происходит медленнее, чем в газах, так как молекулы в жидкости движутся медленнее и расстояние между ними невелико.

**Описание технологии проведения.** Проводится в виде теста в электронной образовательной среде «Электронный университет ВГУ». Большая часть вопросов проверяется автоматически, проверки преподавателем с ручным оцениванием требуют только вопросы с кратким текстовым ответом или представленные в форме эссе

### **Критерии и шкалы оценивания:**

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

#### 1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

#### 2) открытые задания (тестовые, повышенный уровень сложности):

- 5 баллов – задание выполнено верно;
- 2 балла – выполнение задания содержит незначительные ошибки;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно.