

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

МиКМ

проф. А.В. Ковалев

16.06.2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.10 Современные проблемы гидрогазодинамики

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:

01.04.03 Механика и математическое моделирование

2. Профиль подготовки: Прикладная механика и компьютерное моделирование

3. Квалификация (степень) выпускника: магистр

4. Форма обучения: Очная

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

6. Составители программы:

Сумин Виктор Александрович, кандидат физ. – мат. наук, доцент, факультет ПММ, кафедра МиКМ, vsum@rambler.ru.

7. Рекомендована: НМС факультета ПММ протокол №10 от 15.06.2021.

8. Учебный год: 2021 - 2022

Семестр(ы): 3-4

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются:

Изучение подходов, методов и способов теоретического исследования движения жидких и газообразных сред с использованием современных IT-технологий.

Задачи учебной дисциплины:

научить студентов методике построения математических моделей гидродинамики и газодинамики с учетом новых направлений механики, решению полученных задач новыми методами с использованием современного программного обеспечения и анализу полученных результатов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к обязательной части блока Б1. Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: основы механики сплошной среды, гидромеханика, методы вычислений, компьютерные науки. Освоение дисциплины позволит в дальнейшем изучать специальные курсы по профилю подготовки такие как вычислительный эксперимент в гидродинамике, компьютерный практикум по механике, современные проблемы механики.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы механики и математики	ОПК-1.1	Знает формулировки актуальных и значимых проблем механики и прикладной математики, этапы разрешения проблемы; методы решения проблемных ситуаций и проблем;	Знать: основные методики построения задач механики деформируемого твердого тела Уметь: применять методы решения проблемных ситуаций и проблем Владеть: современными методами математического моделирования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний механики деформируемого твердого тела, фундаментальных математических дисциплин и компьютерных наук
ОПК-4	Способен использовать и создавать эффективные программные средства для решения задач механики	ОПК-4.1	Накапливает и систематизирует знания в области современных информационных технологий, способен использовать программные средства для решения типовых задач	Знать: фундаментальные понятия дисциплины, изучить актуальные вопросы компьютерного моделирования турбулентных течений. Уметь: решать методом CFD стационарные и нестационарные задачи о течении реальной жидкости Владеть: знаниями об основных возможностях современных пакетов компьютерного моделирования

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	
		3	4
Аудиторные занятия	48	24	24
в том числе:			
лекции		12	12
практические			
лабораторные		12	12
Самостоятельная работа		30	30
Форма промежуточной аттестации		зачет с оценкой	зачет с оценкой
Итого:	108	54	54

13.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.	Введение в гидромеханику	Предмет и методы технической механики жидкости. Общие положения: постулаты Ньютоновской механики и механики жидкости и газа. Основные физические свойства жидкостей: объемные свойства, поверхностные свойства, идеальная жидкость. Значение и задачи гидромеханики на современном этапе развития науки и техники.	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
2.	Элементы тензорного анализа	Примеры тензорных величин в механике жидкости и газа. Инвариантное определение ранга тензора. Тензорная алгебра. Криволинейные координаты. Коэффициенты Ляме. Преобразование Остроградского-Гаусса. Оператор Гамильтона. Тензорные (объемные) производные. Дифференциальные операторы теории поля	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
3.	Гидростатика	Силы, действующие в жидкости. Понятия гидростатического давления. Уравнение равновесия. Равновесие жидкости в поле сил тяжести. Давление жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Равновесие жидкости в относительной системе координат.	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
4.	Кинематика сплошной	Понятие поля физической величины. Два метода	Современ-

	среды	кинематического исследования течения жидкости. Основные кинематические элементы движения жидкости. Поле ускорений. Кинематический анализ движения жидкой частицы. Первая кинематическая теория Коши-Гельмгольца. Вторая кинематическая теорема Гельмгольца. Теорема Стокса. Третья кинематическая теорема Кельвина. Четвертая кинематическая теорема Лагранжа. Методы визуализации поля течения.	ные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
5.	Динамика невязкой жидкости	Формула Эйлера для дифференцирования по времени интеграла по «живому» объему. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Уравнение Эйлера движения невязкой жидкости. Закон импульсов. Уравнение движения в напряжениях. Применение уравнения Бернулли	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
6	Динамика вязкой несжимаемой жидкости	Вязкость. Уравнение Стокса движение вязкой несжимаемой жидкости. Механическое подобие потоков. Число Рейнольдса. Два режима течения вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для вязкой несжимаемой жидкости. Закон моментов импульсов. Закон сохранения энергии. Уравнение энергии. Уравнение состояния. Начальные и граничные условия.	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
7	Газовая динамика	Скорость и распространение малых возмущений в идеальном газе. Теория прямого скачка уплотнения. Обобщенные одномерные движения.	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
8	Движение вязкой несжимаемой жидкости в трубах	Установившееся ламинарное движение вязкой несжимаемой жидкости в цилиндрической трубе. Основные элементы теории турбулентного движения. Турбулентное движение жидкости в гладкой цилиндрической трубе. Влияние шероховатости стенок трубы на коэффициент сопротивления.	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
9	Пограничный слой и процессы тепло- и массообмена	Понятие о пограничном слое. Уравнение ламинарного пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой при обтекании тонкой плоской пластины в продольном направлении. Начальный участок в цилиндрической трубе при ламинарном режиме движения жидкости. Тепловой ламинарный пограничный слой на плоской пластинке, обтекаемой в продольном направлении.	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
2. Лабораторные работы			
1.	Введение в гидромеханику	Изучение основных экспериментальных методов исследования физических свойств жидкостей	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868

			ew.php?id=21868
2.	Элементы тензорного анализа	Изучение режимов движения жидкости	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
3.	Гидростатика	Определение осредненных характеристик течения жидкости на основе гипотезы сплошной среды	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
4.	Кинематика сплошной среды	Определение коэффициента местного сопротивления в трубах	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
5.	Динамика невязкой жидкости	Исследование уравнения Бернулли	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
6	Динамика вязкой несжимаемой жидкости	Исследование истечения жидкости из отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
7	Газовая динамика	Исследование процессов истечения жидкости из насадков при постоянном напоре	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868
8	Движение вязкой несжимаемой жидкости в трубах	Определение коэффициента трения по длине трубопровода	Современные проблемы гидродинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868

			u.ru/course/view.php?id=21868
9	Пограничный слой и процессы тепло- и массообмена	Определение ошибки из величины	Современные проблемы гидрогазодинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	лекции	Лабораторные	СРС	Всего
1.	Введение в гидромеханику	2	2	7	11
2.	Элементы тензорного анализа	2	2	7	11
3.	Гидростатика	4	4	8	16
4.	Кинематика сплошной среды	4	4	8	16
5.	Динамика невязкой жидкости	2	2	6	10
6.	Динамика вязкой несжимаемой жидкости	2	2	6	10
7.	Газовая динамика	4	4	6	14
8.	Движение вязкой несжимаемой жидкости в трубах	2	2	6	10
9.	Пограничный слой и процессы тепло- и массообмена	2	2	6	10

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: указание наиболее сложных разделов, работа с конспектами лекций, презентационным материалом, рекомендации по выполнению курсовой работы, по организации самостоятельной работы по дисциплине и др)

Дисциплина Современные проблемы гидрогазодинамики общим объемом 108 часов, в том числе 48 часов учебных занятий с преподавателем, включает девять разделов, обеспечивающих получение студентов знаний.

Самостоятельная работа обучающихся является одним из основных видов учебных занятий, предусмотренным учебными планами и программами.

Самостоятельная работа является составной частью учебной работы и имеет целью: закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, в том числе с использованием автоматизированных обучающих курсов; выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям; формирование культуры умственного труда, умения работать с учебной, методической и научной литературой; развитие навыков самостоятельной научно-исследовательской, изобретательской и рационализаторской работы.

Каждый студент обязан систематически изучать учебный материал самостоятельно. Обучаемые должны четко усвоить, что все задания, получаемые от преподавателей, рассчитаны на то, чтобы к началу их выполнения они уже глубоко изучили теоретический материал и способы решения практических задач. Поэтому систематическое изучение лекционного материала и рекомендованной литературы является необходимой составной частью самостоятельной работы.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения следует выполнять все указания преподавателя 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	Обвинцева, Н. Ю. Гидрогазодинамика : курс лекций / Н. Ю. Обвинцева. - Москва : МИСиС, 2015. - 109 с. - ISBN 978-5-87623-871-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876238719.html
2	Арутюнов, В. А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен : Механика жидкостей и газов / Арутюнов В. А. , Капитанов В. А. , Левицкий И. А. , Шибалов С. Н. - Москва : МИСиС, 2007. - 85 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/MIS026.html

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Зуева, Е. Ю. Гидростатика. Гидродинамика вязкой жидкости. Практикум с методическими указаниями и решениями : учебное пособие / Е. Ю. Зуева. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. - 144 с. - ISBN 978-5-383-00745-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007457.html
2	Генин, Л. Г. Гидродинамика и теплообмен МГД-течений в каналах / Генин Л. Г. , Свиридов В. Г. - Москва : МЭИ, 2021. - ISBN 978-5-383-01451-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014516.html

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	<i>Электронная библиотека ВГУ www.lib.vsu.ru</i>
2	<i>ЭБС «Консультант студента»</i>
3	<i>ЭБС «Лань» https://lanbook.lib.vsu.ru/</i>
4	Современные проблемы гидрогазодинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868

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

Самостоятельная работа обучающегося должна включать подготовку к практическим занятиям, работа над рефератом, темы которого приведены в п.20, и подготовку к промежуточной аттестации.

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	Зуева, Е. Ю. Гидростатика. Гидродинамика вязкой жидкости. Практикум с методическими указаниями и

	решениями : учебное пособие / Е. Ю. Зуева. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. - 144 с. - ISBN 978-5-383-00745-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007457.html
2	Обвинцева, Н. Ю. Гидрогазодинамика : курс лекций / Н. Ю. Обвинцева. - Москва : МИСиС, 2015. - 109 с. - ISBN 978-5-87623-871-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876238719.html
3	Современные проблемы гидрогазодинамики https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21868

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

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.

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале. Применяются разные типы лекций (вводная, обзорная, информационная, проблемная).

Информационные технологии для реализации учебной дисциплины:

- технологии синхронного и асинхронного взаимодействия студентов и преподавателя посредством служб (сервисов) по пересылке и получению электронных сообщений, в том числе, по сети Интернет а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.;

- сервис электронной почты для оперативной связи преподавателя и студентов.

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также другие Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины: Лекционная аудитория должна быть оборудована учебной мебелью, компьютером, мультимедийным оборудованием (проектор, экран, средства звуковоспроизведения), допускается переносное оборудование. Лабораторные занятия должны проводиться в специализированной аудитории, оснащенной учебной мебелью и персональными компьютерами с доступом в сеть Интернет (компьютерные классы, студии), мультимедийным оборудованием (мультимедийный проектор, экран, средства звуковоспроизведения), Число рабочих мест в аудитории должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном персональном компьютере.

Для самостоятельной работы необходимы компьютерные классы, помещения, оснащенные компьютерами с доступом к сети Интернет.

Программное обеспечение: ОС Windows 8 (10), интернет-браузер (Chrome, Яндекс.Браузер, Mozilla Firefox), ПО Adobe Reader, пакет стандартных офисных приложений для работы с документами, таблицами (MS Office, МойОфис, LibreOffice).

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 в гидромеханику	ОПК-1	ОПК-1.1	Собеседование
2.	Элементы тензорного анализа	ОПК-1	ОПК-1.1	Практикоориентированные задания/домашние задания
3.	Гидростатика	ОПК-1	ОПК-1.1	Собеседование
4.	Кинематика сплошной среды	ОПК-1	ОПК-1.1	Собеседование
5	Динамика невязкой жидкости	ОПК-4	ОПК-4.1	Собеседование
6	Динамика вязкой несжимаемой жидкости	ОПК-4	ОПК-4.1	Реферат
7	Газовая динамика	ОПК-4	ОПК-4.1	Практикоориентированные задания/домашние задания
8	Движение вязкой несжимаемой жидкости в трубах	ОПК-1	ОПК-1.1	Собеседование
9	Пограничный слой и процессы тепло- и массообмена	ОПК-4	ОПК-4.1	Реферат
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				<i>Перечень вопросов Практическое задание</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:

Практикоориентированные задания/домашние задания

(наименование оценочного средства текущего контроля успеваемости)

Перечень заданий из задачников и пособий из п. 16

Проводится путем проверки выполненных упражнений

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Правильное решение задачи. Получены основные характеристики напряжённо-деформированного состояния упругих тел.
Хорошо	Правильное решение задачи. Получены основные характеристики напряжённо-деформированного состояния упругих тел, но есть некоторые ошибки.
Удовлетворительно	Неправильное решение задачи, но верно выбран метод решения.
Неудовлетворительно	Неправильное решение задачи, причем неверно выбран метод решения.

Реферат

Темы рефератов

1. Свойства давления в покоящейся жидкости? Поверхности равного давления.
2. Свободная поверхность жидкости? Уравнение Эйлера равновесия жидкости.
3. Основные уравнения гидростатики. Закон Паскаля.
4. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности.
5. Относительный покой (равновесие) жидкости. Приборы для измерения давления.
6. Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости? Физический смысл уравнения Бернулли.
7. Уравнение расхода. Коэффициент Кориолиса.
8. Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь.
9. Движение газов: условие применимости законов гидравлики к движению газов.
10. Пограничный слой.
11. Дифференциальное уравнение пограничного слоя.
12. Расчёт последовательно соединенных труб.
13. Гидростатическое давление и его свойства. Принцип построения эпюр давления.
14. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
15. Диаграмма давлений.

Реферат представляется в распечатанном виде.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Полное, подробное, логические верно построенное изложение по выбранной теме.
Хорошо	<i>Полное, но не подробное, логические верно построенное изложение по выбранной теме.</i>
Удовлетворительно	<i>Неполное, логические верно построенное изложение по выбранной теме.</i>
Неудовлетворительно	<i>Отсутствие реферата по выбранной теме</i>

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по экзаменационным билетам

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Вопросы к экзамену

1. Определение гидрогазодинамики, гидравлики, гидромеханики? Предмет исследования гидрогазодинамики?
2. Практические вопросы гидравлики?
3. Экспериментальный метод, как основной метод изучения процессов движения жидкостей?
4. Определение (понятие) жидкости, газа?
5. Понятие сплошности?
6. Критерий сплошности?
7. Основные физические свойства жидкостей и газов?

8. Сжимаемость? Температурное расширение? Вязкость?
9. Поверхностное натяжение?
10. Модель идеальной жидкости? Ньютоновские жидкости?
11. Силы, действующие в жидкости?
12. Свойства давления в покоящейся жидкости? Поверхности равного давления?
13. Свободная поверхность жидкости? Уравнение Эйлера равновесия жидкости?
14. Основные уравнения гидростатики? Закон Паскаля?
15. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности?
16. Относительный покой (равновесие) жидкости? Приборы для измерения давления?
17. Уравнение Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости? Физический смысл уравнения Бернулли?
18. Уравнение расхода? Коэффициент Кориолиса?
19. Общие сведения о гидравлических потерях? Виды гидравлических потерь?
20. Движение газов: условие применимости законов гидравлики к движению газов?
21. Пограничный слой?
22. Дифференциальное уравнение пограничного слоя?
23. Расчёт последовательно соединённых труб?
24. Гидростатическое давление и его свойства? Принцип построения эпюр давления?
25. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости?
26. Диаграмма давлений?
27. Примеры практического использования уравнения Бернулли?
28. Гидравлический расчёт параллельно соединённых трубопроводов?
29. Определение силы и центра давления на плоские фигуры?
30. Основные физические свойства жидкости?
32. Истечение жидкости через отверстия? Определение скорости и расхода?
32. Основной закон гидростатики?
33. Определение силы и центра давления жидкости на криволинейную поверхность?
34. Формулы для определения силы и центра давления жидкости на плоские фигуры?
35. Истечение жидкости через короткие трубопроводы?
36. Режимы движения жидкости? Методика экспериментального исследования режимов движения?
37. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Эйлера)?
38. Гидравлический удар в трубах: фаза и скорость распространения ударной волны, полный и неполный удар, вывод формулы для определения давления при гидравлическом ударе?
39. Реакция струи?
40. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, его физический и геометрический смысл?
41. Силы, действующие на жидкость в состоянии покоя?

42. Опорожнение резервуаров?
43. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли?
44. Физический смысл влияния шероховатости на величину потерь напора? Гидравлически гладкие и гидравлически шероховатые трубы?
45. Эпюры гидростатического давления?
46. Вывод формулы для определения центра давления жидкости на плоские стенки?
47. Линия тока? Элементарная струйка?
48. Изменение коэффициента сопротивления трению по длине в зависимости от режимов движения жидкости (график Никурадзе)?
49. Гидростатическое давление и его свойства?
50. Расчёт параллельно-соединённых трубопроводов?
51. Абсолютное и избыточное давление? Вакуум? Пьезометрическая высота и гидростатический напор?
52. Физический смысл основного уравнения гидростатики и его физический смысл?
53. Распыленные струи и способы их получения?
54. Дифференциальные уравнения гидростатики? Вывод уравнения поверхности равного давления?
55. Гидравлический удар в трубопроводах?
56. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости и его интерпретация?
57. Вывод формулы для определения силы давления жидкости на плоские стенки?
58. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости при установившемся, плавноизменяющемся движении?
59. Физические свойства жидкости, единицы измерения в системе «СИ»?
60. Примеры практического использования уравнения Бернулли?
61. Вывод формулы для определения расхода жидкости при истечении через систему «коротких» трубопроводов при постоянном напоре?
62. Влияние режима движения жидкости на потери напора?
63. Эпюры гидростатического давления? Графическое определение силы и центра давления?
64. Вывод формулы для определения расхода воды с помощью ствола водомёра? Аппараты и приборы, работающие на принципе использования закона Бернулли?
65. Сжатие струи: виды сжатия, коэффициент сжатия, коэффициенты скорости истечения и расхода, их физический смысл, инверсия струи?
66. Истечение жидкости при неустановившемся движении? Опорожнение резервуара?

Экзамен проводится на основе КИМ, составленных на основе вопросов для подготовки к экзамену.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Знание основных соотношений механики деформируемого твердого тела. Умение классифицировать основные задачи упругости. Владение основными методами решения задач. Умение получить основные характеристики напряжённо-деформированного состояния для частных случаев нагружения тел.
Хорошо	Знание основных соотношений механики деформируемого твердого тела. Умение классифицировать основные задачи упругости. Владение

	основными методами решения задач.
Удовлетворительно	Знание основных соотношений механики деформируемого твердого тела. Умение классифицировать основные задачи упругости.
Неудовлетворительно	Нетвёрдое знание основных соотношений механики деформируемого твердого тела. Неумение классифицировать основные задачи упругости. Плохое владение методами решения задач.