

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы



(подпись,

Купцова О. В.

расшифровка подписи)

« 24 » апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля)

Б1.О.22 «ГИДРОГАЗОДИНАМИКА»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

профиль: Промышленная безопасность

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2025

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

З.Ф. Кривуца, профессор, кандидат ф-м наук, д.тех.н, профессор

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» утверждена на заседании кафедры безопасности жизнедеятельности,
протокол № 8 от « 24 » апреля 2025 г.

Заведующий кафедрой Абрамова С.В.

фамилия, инициалы



подпись

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» является изучение теории и практического применения гидрогазодинамических процессов при обеспечении техносферной безопасности, связанной с системами защиты среды обитания.

Задачи дисциплины:

Изучение дисциплины «Гидрогазодинамика» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- показать роль гидрогазодинамики в решении техносферных задач;
- получить сведения об общих закономерностях гидрогазодинамических процессов и их аппаратурном оформлении;
- освоить методы расчета гидрогазодинамических процессов и аппаратов;
- научиться работать с необходимой справочной литературой.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.22 – Гидрогазодинамика относится к дисциплинам (модулям) обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Пререквизиты дисциплины (модуля): Высшая математика, Физика, Химия и т.д.

Постреквизиты дисциплины: Производственная безопасность, Тепловые, электрические промышленные установки, работающие при повышенном давлении, Основы потенциально опасных технологий и производств и т.д.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине (модулю)

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. знать: – методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа; – методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа. УК-1.2. уметь: – получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе экспериментальных действий; – находить, критически анализировать и выбирать информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации; – рассматривать различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивать их преимущества и риски; – грамотно, логично, аргументировано формулировать собственные суждения и оценки; предлагать стратегию действий; – определять и оценивать практические последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации;

		– применять методики поиска, сбора и обработки информации; – осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; – предвидеть проблемную ситуацию и моделировать умения и навыки выхода из нее; – применять системный подход для решения поставленных задач. – формулировать собственную гражданскую и мировоззренческую позицию с опорой на системный анализ философских взглядов и исторических закономерностей, процессов, явлений и событий. УК-1.3. владеть: – исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; – методами осуществления критического анализ и синтеза информации, полученной из разных источников; – применением методов сбора, хранения, обработки, передачи, анализа и синтеза информации с использованием компьютерных технологий для решения поставленных задач; – методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач; – способностью выхода из проблемной ситуации в профессиональной деятельности.
ОПК-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1.1. знать: основные теоретические положения общенаучных и естественнонаучных дисциплин, принципиальных особенностей моделирования математических, физических и химических процессов, тенденции развития техники и информационных технологий при решении типовых задач в области техносферной безопасности; – базовые естественнонаучные и инженерные принципы в области техносферной безопасности; – современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, современные тенденции вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности ОПК-1.2. уметь: использовать и применять вычислительную технику и информационные технологии в области обеспечения техносферной безопасности; – определять параметры опасных и вредных воздействий технологических и производственных процессов; выявлять базовые законы и закономерности развития науки в области техносферной безопасности; – решать типовые задачи по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной и окружающей) согласно

		современным тенденциям развития техники и технологий в области техносферной безопасности. ОПК-1.3. владеть: навыками структурирования знаний; правильного выбора средств, способов и методов принятия решений; владение техникой и технологиями в области обеспечения техносферной безопасности; – владение вычислительной техникой и информационными технологиями в своей профессиональной деятельности; – методологией моделирования возможных чрезвычайных ситуаций, возникновения опасностей и их предотвращения на промышленных объектах и окружающей среде с использованием измерительной и вычислительной техники, современных информационных технологий.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

Очная форма обучения

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	4 семестр	всего
Общая трудоемкость	108	108
Контактная работа:	62	62
Лекции (Лек)	18	18
Практические занятия (ПР)	38	38
Лабораторные работы (Лаб)	0	0
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО)	5	5
– проведение текущих консультаций со студентами	3	3
– проведение индивидуальной работы со студентами	2	2
Контактная работа в период аттестации (КонтПА)	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, зачет с оценкой)	экзамен	26
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - написание реферата (Р); - написание эссе (Э); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к промежуточной аттестации и т.п.) ...	20	20

4.2. Распределение видов работы и их трудоемкости по темам дисциплины (модуля)

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины/ темы		Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			контактная				
		семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1.	Модуль 1. Основные теоретические положения Тема 1.1. Физико-механические свойства жидкости. Модель сплошной среды и ее гидродинамические параметры. Тема 1.2. Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера	4	2	4	0	2	дискуссия, практ. задание, тест, реферативный обзор
2.	Тема 1.3. Элементы кинематики сплошной среды Тема 1.4. Основы динамики жидкости	4	2	4	0	2	Устный опрос по пройденному материалу
3.	Модуль 2. Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости Тема 2.1. Основные понятия и определения Тема 2.2. Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери	4	2	4	0	2	Устный опрос по теме
4.	Тема 2.3. Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении	4	2	4	0	2	Проверка тестовых заданий по теме

	Тема 2.4. Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении						
5.	Модуль 3. Гидравлические напорные системы Тема 3.1. Основные понятия и определения Тема 3.2. Методика гидравлического расчета напорных систем	4	2	4	0	2	Проверка тестовых заданий по теме
6.	Тема 3.3. Гидравлический удар Тема 3.4. Истечение жидкости через отверстия и насадки	4	2	4	0	2	Устный опрос по теме; дискуссия
7.	Модуль 4. Некоторые сведения из прикладной газовой динамики Тема 4.1. Одномерные потоки газа Тема 4.2. Уравнение Бернулли – Сен-Венана и его приложения	4	2	4	0	3	Устная беседа, дискуссия
8.	Модуль 5. Основы массопередачи Тема 5.1. Общие сведения о массообменных процессах Тема 5.2. Абсорбция Тема 5.3. Перегонка жидкостей Тема 5.4. Экстракция Тема 5.5. Адсорбция	4	2	6	0	3	Устная беседа, дискуссия
9.	Модуль 6. Основы теплообмена	4	2	4	0	2	Устный опрос по пройденной теме
	экзамен	4					экзамен по билетам / итоговый тест
	итого:	4	18	38	0	20	

4.3. Содержание тем дисциплины

Модуль 1. Основные теоретические положения

Тема 1.1. Физико-механические свойства жидкости. Модель сплошной среды и ее гидродинамические параметры

Определение жидкости, её физическая модель. Отличительное свойство жидкости – текучесть. Жидкости несжимаемые (капельные) и сжимаемые (газообразные). Макроскопическая однородность и изотропность жидкости.

Модель сплошной материальной среды, ее математическое представление.

Объемная, поверхностная и массовая плотность распределения физических величин в сплошной среде. Скалярные и векторные поля плотности распределения массы, энергии, количества движения.

Силы и напряжения в сплошной среде. Классификация сил, их определение. Плотность распределения объемных сил. Векторное поле плотности распределения сил тяжести. Поверхностные силы. Нормальные и касательные напряжения. Гидродинамическое давление, градиент давления.

Формула Остроградского, выражающая связь между поверхностным интегралом от нормального напряжения, объемным интегралом от градиента давления.

Свойство упругости. Объемный модуль упругости и его значение для капельных и газообразных сред. Скорость распространения упругих деформаций в сплошной среде.

Свойство вязкости. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости. Аналогия с законом Гука.

Коэффициенты вязкости и их размерность. Зависимость вязкости от температуры и давления. Неньютоновские жидкости.

Тема 1.2. Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера

Определение и задачи гидростатики. Гидростатическое давление. Система дифференциальных уравнений гидростатики Эйлера и их интегрирование при равновесии однородной несжимаемой жидкости в поле действия объемных и поверхностных сил, сил инерции и при отсутствии действия объемных сил.

Манометрическое давление и статический вакуум.

Гидростатический парадокс. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Статическое давление жидкости на твердые поверхности и в замкнутых объемных. Закон Архимеда. Потенциальная энергия и гидростатический напор покоящейся жидкости.

Виды учебных занятий:

Лекция: Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера

Тема 1.3. Элементы кинематики сплошной среды

Определение, задачи и методы кинематики. Силы, обуславливающие движение жидкости и газа. Задание кинематических характеристик движения по Лагранжу и Эйлеру.

Условие непрерывности движения сплошной среды. Приложение закона сохранения массы к механике сплошной среды. Дифференциальное уравнение неразрывности движения сплошной среды и его физический смысл.

Струйная модель движения – основа гидравлики. Векторное поле скоростей, заданное по Эйлеру, и его упорядочение. Стационарное, нестационарное (неустановившееся) движение. Линии тока и траектории.

Внешние и внутренние течения. Трубка тока и струйка тока. Объемный расход.

Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока.

Модель одномерного течения. Средняя скорость. Уравнение баланса расхода.

Понятие об ускорении при движении сплошной среды. Ускорение как полная (субстанциональная) производная от вектора скорости по времени при движении сплошной среды, заданного полем скоростей по Эйлеру. Локальная и конвективная составляющие ускорения и их физический смысл.

Виды учебных занятий:

Лекция: Элементы кинематики сплошной среды

Тема 1.4. Основы динамики жидкости

Дифференциальные уравнения движения идеальной сплошной среды.

Понятие об идеальной сплошной среде. Граничное условие для потока на твердой стенке. Закон сохранения количества движения и его приложение к движению идеальной сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения, их физический смысл.

Уравнения Бернулли. Преобразование дифференциальных уравнений Эйлера для стационарного движения несжимаемой жидкости в поле объемных сил, имеющих потенциал. Интегрирование уравнения вдоль линии тока.

Интеграл Бернулли как первый интеграл движения, его физический смысл.

Распространение интеграла Бернулли на струйку тока идеальной сплошной среды при движении в поле сил тяжести.

Потенциальный и скоростной напор в сечении струйки тока, диаграмма уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли в единицах объемной плотности механической энергии.

Гидравлические уравнения. Гидравлическое уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости. Значения потенциального и скоростного напора в поперечном сечении потока. Коэффициент кинетической энергии.

Баланс напоров для двух сечений потока. Потеря напора. Общий вид гидравлического уравнения Бернулли и примеры его применения.

Гидравлическое уравнение количества движения. Приращение количества движения вдоль струйки тока и вдоль потока жидкости. Коэффициент количества движения. Выражение импульса внешних сил. Общий вид гидравлического уравнения количества движения и примеры его применения.

Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Общая схема применения численных методов на ЭВМ.

Элементы теории гидродинамического подобия. Критерии подобия Ньютона, Эйлера, Рейнольдса, Фруда.

Моделирование гидравлических явлений.

Модуль 2. Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости

Тема 2.1. Основные понятия и определения

Работа, энергия и мощность потока вязкой жидкости. Затраты энергии на работу сил трения и диссипацию (рассеяние). Гидравлическое сопротивление инерционное, вязкое и инерционно – вязкое, сопротивление по длине потока.

Структуры потоков жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса и его критические значения. Напорное и безнапорное течения.

Течения: равномерное, неравномерное, резкоизменяющееся. Гидравлическое уравнение равномерного движения. Кавитационное течение.

Тема 2.2. Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери

Потери напора. Потери напора по длине. Расчетная формула Вейсбаха-Дарси. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения и общий вид их функциональных зависимостей.

Основные виды местных сопротивлений. Местные потери напора.

Расчетная формула Вейсбаха. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Резкое расширение и резкое сужение потока. Течения в диффузорах, конфузорах, коленах. Местные потери напора при малых числах Рейнольдса.

Виды учебных занятий:

Лекция: Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери

Лабораторная работа: Потери напора при внезапном сужении трубы

Тема 2.3. Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении

Ламинарное движение в круглой трубе. Распределение касательных напряжений и скоростей в поперечном сечении потока. Формула Пуазейля для расхода. Средняя скорость. Закон гидравлического сопротивления для потока в круглой трубе. Законы гидравлического сопротивления для потоков с некруглым поперечным сечением.

Виды учебных занятий:

Лекция: Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении

Тема 2.4. Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении

Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсация скоростей.

Модель осредненного турбулентного течения. Турбулентные напряжения.

Турбулентное течение в круглой трубе. Турбулентное ядро и пристеночная область течения. Роль шероховатости стенки. Зернистая и технологическая шероховатости.

График Никурадзе. Закон сопротивления гладкой стенки.

Формула Блазиуса. Доквадратичный закон сопротивления «шероховатой» стенки. Формула Колбрука. Квадратичный закон сопротивления «шероховатой» стенки. Формула Прандтля – Никурадзе. График Колбрука.

Модуль 3. Гидравлические напорные системы

Тема 3.1. Основные понятия и определения

Определение гидравлической напорной системы. Применение на практике различных гидравлических напорных систем. Составные элементы гидравлических напорных систем. Основная гидравлическая характеристика напорной системы.

Тема 3.2. Методика гидравлического расчета напорных систем

Общая методика гидравлического расчета напорных систем. Задачи гидравлического расчета. Расчет при установившемся (стационарном) движении жидкости. Применение гидравлических уравнений и расчетных формул.

Точность гидравлического расчета.

Трубопроводы. Классификация трубопроводов. Трубопроводы с последовательным и параллельным соединением линий. Основные задачи гидравлического расчета трубопроводов.

Гидравлический расчет трубопроводов при установившемся движении жидкости. Коэффициент потерь напора в трубопроводах. Гидравлическая характеристика. Системы трубопровод-резервуар. Всасывающая линия насоса.

Сифон. Напорная линия насоса. Разветвленный трубопровод.

Виды учебных занятий:

Лекция: Методика гидравлического расчета напорных систем

Практическое занятие: Расчет напорной гидравлической системы

Тема 3.3. Гидравлический удар

Неустановившееся напорное движение в трубопроводах. Гидравлический удар. Неустановившееся напорное движение при работе гидроцилиндра. Учет сил инерции. Гидравлическое уравнение баланса энергии при неустановившемся движении. Инерционный напор. Явление гидравлического удара. Уравнение Жуковского для давления жидкости при гидравлическом ударе. Скорость распространения упругих деформаций. Неполный гидравлический удар. Защита систем от гидравлического удара.

Виды учебных занятий:

Лекция: Гидравлический удар

Тема 3.4. Истечение жидкости через отверстия и насадки

Отверстия в резервуарах и насадки. Явление истечения жидкости через отверстие в стенке резервуара. Сжатие струи. Расчетные зависимости для определения скорости и расхода при постоянном напоре. Коэффициенты истечения. Особенности истечения через насадки. Истечение при переменном напоре.

Проходные отверстия в элементах дросселирующих и клапанных аппаратов.

Элементы дросселирующих аппаратов. Назначение и классификация.

Дроссели с постоянным и регулируемым проходным отверстием. Расчетная формула истечения.

Элементы клапанных аппаратов. Назначение и классификация.

Пропускная способность. Статический расчет клапанов. Реактивная сила струи при истечении жидкости, её расчет.

Модуль 4. Некоторые сведения из прикладной газовой динамики

Тема 4.1. Одномерные потоки газа

Параметры состояния газа. Простейшие термодинамические процессы.

Массовый расход газового потока. Установившееся изотермическое давление газа в трубопроводах, скорость звука и критическое отношение давлений, весовой расход газа.

Истечение газа из резервуара при адиабатном (изоэнтропном) процессе, критическая скорость истечения, подкритическая и надкритические области истечения, число Маха.

Истечение газа из резервуара в трубопровод при политропном процессе с учетом гидравлического сопротивления трубопровода.

Виды учебных занятий:

Лекция: Одномерные потоки газа

Тема 4.2. Уравнение Бернулли – Сен-Венана и его приложения

Уравнение неразрывности. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли.

Уравнение Бернулли – Сен-Венана. Скорость звука в движущемся газе.

Температура торможения. Истечение газа из котла под большим давлением.

Формула Сен-Венана – Ванцеля. Максимальная скорость истечения.

Виды учебных занятий:

Лекция: Уравнение Бернулли – Сен-Венана и его приложения

Модуль 5. Основы массопередачи**Тема 5.1. Общие сведения о массообменных процессах**

Модифицированные уравнения массопередачи. Подобие процессов переноса массы. Связь коэффициентов массопередачи и массоотдачи.

Массопередача с твердой фазой.

Виды учебных занятий:

Лекция: Общие сведения о массообменных процессах

Тема 5.2. Абсорбция

Равновесие при абсорбции. Материальный, тепловой баланс. Схемы абсорбционных процессов. Десорбция.

Виды учебных занятий:

Лекция: Абсорбция

Тема 5.3. Перегонка жидкостей

Общие сведения. Идеальные и неидеальные смеси. Простая перегонка.

Ректификация. Непрерывно и периодически действующие ректификационные установки.

Тема 5.4. Экстракция

Равновесие при экстракции. Материальный баланс экстракции.

Принципиальные схемы процесса экстракции. Конструкции экстракторов.

Тема 5.5. Адсорбция

Равновесие в процессах адсорбции. Промышленные адсорбенты.

Конструкции адсорбционных аппаратов.

Виды учебных занятий:

Лекция: Адсорбция

Тема 5.6. Сушка

Равновесие в процессах сушки. Конструкции сушилок.

Тема 5.7. Кристаллизация и растворение

Общие сведения. Равновесие при кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации.

Кристаллизаторы.

Тема 5.8. Процессы мембранного разделения смесей

Сущность процесса мембранного разделения смесей. Мембраны. Кинетика процессов мембранного разделения смесей. Влияние различных факторов на мембранное разделение. Мембранные аппараты.

Модуль 6. Основы теплообмена**Тема 6.1. Основные положения теплообмена**

Виды теплообмена. Температурное поле, градиент температуры.

Стационарные и нестационарные процессы теплообмена. Основные характеристики теплопередачи.

Теплопроводность. Постулат Фурье. Коэффициент теплопроводности.

Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Решение дифференциального уравнения теплопроводности для одномерного стационарного теплового потока.

Тема 6.2. Конвективный теплообмен

Механизм конвективного теплообмена. Связь тепловых и гидродинамических

явлений при конвективном теплообмене. Коэффициент конвективного теплообмена; факторы, его определяющие. Принципы теоретического описания конвекции.

Понятие о теории подобия и моделировании. Критерии гидромеханического и теплового подобия. Общий вид критериальных уравнений конвективного теплообмена. Критериальные уравнения для наиболее общих случаев естественной и вынужденной конвекции.

Процесс кипения жидкости, его механизм, температурные характеристики.

Процесс кипения и структура парожидкостного потока в парогенерирующей трубе. Коэффициент теплоотдачи при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение. Кризисы теплообмена 1-го и 2-го рода.

Виды учебных занятий:

Лекция: Конвективный теплообмен

Тема 6.3. Лучистый теплообмен

Общие данные об электромагнитном излучении. Излучательная, отражательная, поглощающая, пропускательная способности тел.

Законы Планка, Стефана – Больцмана, Вина, Кирхгофа, Ламберта, Кеплера. Приведенный коэффициент излучения. Излучение газов. Лучистый теплообмен в газовом пространстве пламенных печей.

Виды учебных занятий:

Лекция: Лучистый теплообмен

4.4. Темы и вопросы практических занятий

Практическая работа № 1 «Экспериментальная проверка основного закона гидростатики»:

1. Какие силы действуют на жидкость?
2. Какие силы относятся к поверхностным и массовым?
3. В чем разница действия силы на движущуюся и покоящуюся жидкость?
4. Назовите свойства гидростатического давления.
5. Что определяет основное уравнение гидростатики?
6. В каких случаях ставится плюс или минус в основное уравнение гидростатики?

Практическая работа № 2 «Изучение режимов движения жидкости в круглой трубе»:

1. Назовите режимы движения жидкости.
2. От соотношения каких сил зависят режимы движения жидкости?
3. Что такое критическое число Рейнольдса?
4. Что такое нижняя и верхняя критические скорости потока?
5. Что является критерием для определения режима движения жидкости?

Практическая работа № 3 «Измерение вязкости жидкости на вискозиметре Энглера»:

1. Что называется вязкостью?
2. В каких единицах измеряется вязкость?
3. Как изменяется вязкость жидкости и газа при изменении температуры и давления?
4. Как связаны между собой коэффициент динамической и кинематической вязкости?
5. Назовите способы измерения вязкости.
6. Назовите принципы работы приборов для измерения вязкости жидкости.

Практическая работа № 4 «Исследование характеристик самотечного трубопровода»:

1. Принцип работы самотечного трубопровода.
2. Как будет изменяться расход жидкости в самотечном трубопроводе с увеличением перепада уровней свободной поверхности жидкости в питающем и приемном резервуарах?
3. Как влияет изменение коэффициента гидравлического трения на значение

вакуумметрического давления?

4. Чем ограничивается высота подъема жидкости по самотечному трубопроводу?

Практическая работа № 5 «Определение потерь напора на трение»:

1. Вследствие чего образуются потери энергии на трение?

2. Перечислите области изменения коэффициента трения в зависимости от числа Рейнольдса.

3. Зависит ли значение коэффициента трения от шероховатости стенки канала при ламинарном режиме движения жидкости?

4. Назовите области изменения коэффициента трения в зависимости от числа Рейнольдса, в которых его значение зависит от шероховатости стенки канала.

5. Зависит ли значение коэффициента трения от шероховатости стенки канала при турбулентном режиме движения жидкости в области квадратичного сопротивления?

Практическая работа № 6 «Определение местной потери напора в случае резкого расширения трубопровода»:

1. Какие потери энергии называют местными?

2. Перечислите некоторые типы местных сопротивлений.

3. Изобразите структуру потока при резком расширении канала.

4. Как выглядит формула Борда?

5. Как в основном определяют коэффициенты местных сопротивлений?

6. Какова зависимость изменения коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса?

Практическая работа № 7 «Опытная проверка уравнения Бернулли»:

1. Как записывается уравнение Бернулли для потока реальной жидкости и какой его физический смысл?

2. Какой физический смысл имеют слагаемые уравнения Бернулли?

3. Что учитывает коэффициент Кориолиса?

4. Как определяется коэффициент гидравлического трения λ ?

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

Вопросы для самоконтроля по основным разделам дисциплины

1. Какие жидкости называются неньютоновскими (аномальными)?

2. Вследствие чего уменьшается вязкость капельных жидкостей при повышении температуры?

3. Какой вид имеет уравнение неразрывности для потока жидкости при стационарном движении?

4. Как изменится гидродинамическое давление в напорном трубопроводе при уменьшении скорости движения жидкости и постоянном расходе?

5. Почему коэффициент Кориолиса « α » в уравнении Бернулли для потока жидкости при ламинарном режиме движения больше, чем при турбулентном режиме движения жидкости?

6. Какой режим движения наблюдается в пленочном слое жидкости, прилегающий к стенкам канала при общем турбулентном движении?

7. Вследствие чего происходит изменение температуры жидкости при переходе с турбулентного режима движения на ламинарный?

8. Как изменяется потеря энергии на трение жидкости при увеличении параметра шероховатости внутренней поверхности канала и ламинарном режиме?

9. Как изменяется потеря энергии на трение жидкости при турбулентном режиме (область квадратичного сопротивления) и увеличении параметра шероховатости внутренней поверхности канала?

10. Назовите виды потерь энергии.

11. Перечислите кинематические элементы потока.

12. Наблюдаются ли вихревые явления при движении идеальной жидкости?

13. Как выглядит картина распространения волн до- и свехзвукового движения тела?

14. Как выглядит картина распространения волн звукового движения В.С. Виноградов, В.С. Виноградов
15. Соотношение каких сил характеризует число Рейнольдса?
16. Перечислите основные газодинамические функции?
17. Соотношение каких сил характеризуют газодинамические функции?
18. Назовите способы осреднения неоднородных потоков?
19. Сформулируйте теорему Жуковского?
20. Вследствие чего в сверхзвуковом потоке образуются скачки уплотнения?
21. В каком случае потеря энергии больше – при переходе среды через прямой или косой скачок уплотнения?

Дополнительные вопросы самоподготовки по дисциплине

1. Силы, действующие в жидкость.
2. Дифференциальное уравнение покоя жидкости.
3. Основное уравнение гидростатики.
4. Относительный покой жидкости.
5. Метод исследования жидкостей.
6. Виды движения жидкостей.
7. Кинематические элементы и струйная модель потока.
8. Понятие о расходе и средней скорости.
9. Уравнение неразрывности.
10. Режимы движения жидкости.
11. Расчетная модель турбулентного потока.
12. Турбулентность и её основные статистические характеристики.
13. Уравнение Бернулли для потока жидкости.
14. Уравнение количества движения для потока жидкости.
15. Уравнение момента количества движения.
16. Подобие гидродинамических процессов.
17. Виды потерь энергии.
18. Потеря энергии на трение при ламинарном движении жидкости.
19. Формула Вейсбаха-Дарси. Коэффициент гидравлического трения λ . Исследования Никурадзе.
20. Местные потери энергии при турбулентном режиме в случае резкого расширения канала. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.
21. Уравнения сохранения для одномерных течений.
22. Скорость распространения звука.
23. Одномерное изэнтропийное течение.
24. Газодинамические функции.
25. Одномерные течения при различных воздействиях на поток.
26. Неоднородные потоки и различные способы их осреднения.
27. Вихревое и безвихревое движение.
27. Теорема Стокса.
28. Уравнения Эйлера и Громеки-Лэмба.
29. Плоское безвихревое движение идеальной несжимаемой жидкости.
30. Теорема Жуковского.
30. Волны разряжения и сжатия в сверхзвуковом потоке.
31. Скачки уплотнения в сверхзвуковом потоке.
32. Течение с переходом через скорость звука.

6. Образовательные технологии

Используются формы и методы обучения: индивидуальные, групповые, фронтальные, коллективные, парные со сменным составом студентов очной формы обучения.

Для развития творческих индивидуальных способностей студентов, повышения качества усвоения учебного материала используем следующие активные методы обучения: метод гипотез, метод прогнозирования метод придумывания, метод «Если бы...».

Использование перспективных форм учебной деятельности также нашли свое применение, это – метод «мозговой штурм». Активно используются метод «анализ конкретной ситуации», которые моделируют реальную профессиональную деятельность. Лекционные и семинарские занятия с использованием блоков-схем, опорных конспектов, проекционной техники, презентации.

Также широко применяются компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных умений и навыков обучающихся.

Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle:

- технология мультимедиа в режиме диалога;
- технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории);
- гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии).

Образовательные технологии

№ п/п	Наименование темы	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Модуль 1. Основные теоретические положения Тема 1.1. Физико-механические свойства жидкости. Модель сплошной среды и ее гидродинамические параметры. Тема 1.2. Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера Тема 1.3. Элементы кинематики сплошной среды Тема 1.4. Основы динамики жидкости	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа – подготовка проверка докладов	Информационно-коммуникационные технологии
2.	Модуль 2. Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости Тема 2.1. Основные понятия и определения Тема 2.2. Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери Тема 2.3. Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении Тема 2.4. Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа – подготовка проверка докладов	Информационно-коммуникационные технологии

3	Модуль 3. Гидравлические напорные системы Тема 3.1. Основные понятия и определения Тема 3.2. Методика гидравлического расчета напорных систем Тема 3.3. Гидравлический удар Тема 3.4. Истечение жидкости через отверстия и насадки	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа – подготовка проверка докладов	Информационно-коммуникационные технологии
4	Модуль 4. Некоторые сведения из прикладной газовой динамики Тема 4.1. Одномерные потоки газа Тема 4.2. Уравнение Бернулли – Сен-Венана и его приложения	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа – подготовка проверка докладов	Информационно-коммуникационные технологии
5	Модуль 5. Основы массопередачи Тема 5.1. Общие сведения о массообменных процессах Тема 5.2. Абсорбция Тема 5.3. Перегонка жидкостей Тема 5.4. Экстракция Тема 5.5. Адсорбция	Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа – подготовка проверка докладов	Информационно-коммуникационные технологии
6	Модуль 6. Основы теплообмена 7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	Лекция Лекция Практическое занятие Самостоятельная работа – подготовка проверка докладов	Информационно-коммуникационные технологии

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

Модуль 1

1. Определение жидкости, ее основные физические свойства. Модель сплошной среды.
2. Силы, действующие в жидкости, их классификация. Напряжения в жидкости нормальные и касательные. Давление, градиент давления.
3. Свойство вязкости жидкости. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости. Особенности ньютоновской жидкости. Коэффициенты вязкости, их размерность. Зависимость вязкости от температур. Понятие о неньютоновской жидкости. Определение гидростатики. Гидростатическое давление. Дифференциальные уравнения гидростатики.
4. Равновесие однородной несжимаемой жидкости в поле сил тяжести. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля и его применение.
5. Манометрическое давление и вакуум. Приборы для измерения гидростатического давления.
6. Равновесие жидкости в случае относительного покоя жидкости.
7. Гидростатическое давление жидкости на плоские и цилиндрические стенки.
8. Гидростатическое давление на замкнутые поверхности (тела). Сила давления на погруженное в жидкость тело. Закон Архимеда.

Модуль 2

9. Задание движения сплошной среды по Лагранжу и Эйлеру.
10. Струйная модель движения жидкости. Линия тока, траектория, трубка тока, струйка тока. Объемный расход. Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока. Средняя скорость.
11. Понятие об ускорении при движении жидкости как сплошной среды. Локальная и конвективная составляющая ускорения и их физический смысл.
12. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности движения сплошной среды.
13. Закон сохранения количества движения и основное уравнение динамики сплошной среды.
14. Режимы движения жидкости, число Рейнольдса.
15. Уравнения Эйлера движения идеальной жидкости и граничные условия.
16. Интегрирование дифференциальных уравнений движения идеальной жидкости для элементарной струйки. Интеграл Бернулли и его физический смысл.
17. Распространение уравнения Бернулли для струйки тока на поток вязкой жидкости. Гидравлическое уравнение Бернулли, его физический смысл и условия применимости.

Модуль 3

18. Потери напора при движении жидкости. Классификация потерь, расчетные формулы для их определения. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения.
19. Местные гидравлические сопротивления. Основные виды сопротивлений. Коэффициент местных потерь и его зависимость от числа Рейнольдса.
20. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе.
21. Ламинарное течение жидкости в щелях. Облитерация щелей.
22. Турбулентное движение и его особенности. Модель осредненного турбулентного течения. Структура турбулентного потока в круглой трубе. Закон сопротивления при турбулентном движении. Расчетный график для определения коэффициента гидравлического трения.
23. Гидравлический удар в трубах. Формулы Жуковского для прямого удара. Скорость ударной волны.

24. Истечение жидкости через отверстия и насадки при постоянном напоре.

Модуль 4

25. Параметры состояния газа.
26. Простейшие термодинамические процессы.
27. Массовый расход газового потока.
28. Установившееся изотермическое давление газа в трубопроводах, скорость звука и критическое отношение давлений, весовой расход газа.
29. Истечение газа из резервуара при адиабатном (изоэнтропном) процессе, критическая скорость истечения, подкритическая и надкритические области истечения, число Маха.
30. Истечение газа из резервуара в трубопровод при политропном процессе с учетом гидравлического сопротивления трубопровода.
31. Уравнение неразрывности.
32. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли.
33. Уравнение Бернулли – Сен-Венана. Скорость звука в движущемся газе. Температура торможения.
34. Истечение газа из котла под большим давлением. Формула Сен-Венана – Ванцеля. Максимальная скорость истечения.

Модуль 5

35. Модифицированные уравнения массопередачи.
36. Подобие процессов переноса массы. Связь коэффициентов массопередачи и массоотдачи.
37. Равновесие при абсорбции.
38. Материальный, тепловой баланс.

39. Схемы абсорбционных процессов. Десорбция.
40. Идеальные и неидеальные смеси.
41. Простая перегонка. Ректификация.
42. Непрерывно и периодически действующие ректификационные установки.
43. Равновесие при экстракции. Материальный баланс экстракции.
44. Принципиальные схемы процесса экстракции. Конструкции экстракторов.
45. Равновесие в процессах адсорбции.
46. Промышленные адсорбенты. Конструкции адсорбционных аппаратов.
- Модуль 6
47. Виды теплообмена. Температурное поле, градиент температуры.
48. Стационарные и нестационарные процессы теплообмена. Основные характеристики теплопередачи.
49. Теплопроводность. Постулат Фурье. Коэффициент теплопроводности.
50. Механизм конвективного теплообмена.
51. Связь тепловых и гидродинамических явлений при конвективном теплообмене. Коэффициент конвективного теплообмена; факторы, его определяющие.
52. Принципы теоретического описания конвекции.
53. Понятие о теории подобия и моделировании. Критерии гидромеханического и теплового подобия.
54. Общий вид критериальных уравнений конвективного теплообмена. Критериальные уравнения для наиболее общих случаев естественной и вынужденной конвекции.
55. Процесс кипения жидкости, его механизм, температурные характеристики.
56. Процесс кипения и структура парожидкостного потока в парогенерирующей трубе. Коэффициент теплоотдачи при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение. Кризисы теплообмена 1-го и 2-го рода.
57. Излучение газов. Лучистый теплообмен.

Примерные темы докладов

1. Основные свойства капельных жидкостей и некапельных жидкостей (газов).
2. Силы, действующие на жидкость.
3. Гидростатическое давление и его свойства.
4. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Л.Эйлера).
5. Равновесие несжимаемой жидкости в поле сил тяжести.
6. Абсолютное и избыточное давления. Вакуум. Пьезометрическая высота и гидростатический напор.
7. Физический смысл основного уравнения гидростатики.
8. Относительный покой жидкости.
9. Определение силы и центра давления жидкости на плоские фигуры.
10. Эпюры гидростатического давления. Графическое определение силы и центра давления.
11. Определение силы и центра давления жидкости на криволинейные поверхности.
12. Закон Архимеда.
13. Понятие об остойчивости плавающих тел.
14. Основные понятия гидродинамики, кинематики.
15. Уравнение неразрывности.
16. Дифференциальные уравнения движения жидкости.
17. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости при установившемся движении.
18. Физический смысл уравнения Бернулли.
19. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли (идеальная жидкость).
20. Особенности движения реальных жидкостей.
21. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной (вязкой) жидкости.
22. Распределение давления в живых сечениях потока при установившемся плавно

изменяющемся движении.

23. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости в поле сил тяжести при установившемся плавно изменяющемся движении.

24. Физический смысл коэффициента Кориолиса α . Ограничения использования уравнения Бернулли.

25. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли для потока реальной жидкости. Гидравлический и пьезометрический уклоны.

26. Режимы движения жидкости.

27. Уравнения Рейнольдса.

28. Уравнение момента количества движения.

29. Гидродинамическое моделирование.

30. Гидродинамическое подобие.

31. Метод масштабных преобразований и его приложение для получения критериальных зависимостей.

32. Применение метода анализа размерностей к выводу формул для определения потерь напора.

33. Ламинарное движение жидкости в трубах.

34. Касательные напряжения и распределение скорости при турбулентном течении жидкости в трубе.

35. Значение коэффициента Кориолиса при ламинарном и турбулентном режимах движения жидкости в трубе.

36. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. График Никурадзе.

37. Физический смысл влияния шероховатости.

38. Местные потери напора при установившемся движении жидкости.

39. Определение местных коэффициентов опытным путём.

40. Гидравлическое уравнение количества движения. Формула Борда. Коэффициенты сопротивления и потери напора наиболее распространённых местных сопротивлений.

41. Гидравлический расчёт трубопроводов. Классификация трубопроводов и основные расчётные формулы.

42. Потери напора в пожарных рукавах.

43. Повышение пропускной способности трубопроводов.

44. Особенности истечения жидкости через отверстия. Сжатие струи и виды сжатия. Инверсия струи.

45. Истечение жидкости из малого круглого отверстия в тонкой стенке.

46. Истечение жидкости через насадки.

47. Типы насадков

48. Внешний цилиндрический насадок.

49. Упрощённые расчётные формулы для определения расхода и напора при истечении через насадки.

50. Истечение жидкости через короткие трубопроводы.

Примерный перечень презентаций

1. Истечение жидкости из резервуаров при переменных уровнях свободной поверхности.

2. Определение времени опорожнения резервуаров.

3. Опорожнение резервуара с постоянным поперечным сечением по высоте.

4. Опорожнение горизонтального цилиндрического резервуара.

5. Определение времени опорожнения резервуаров произвольной формы. 57. Общие сведения о свободных струях.

6. Устойчивость водяных пожарных струй.

7. Теоретический анализ влияния поверхностного натяжения жидкости на устойчивость струи. Анализ полученного результата.

8. Определение кинетической энергии частиц жидкости в струе, обусловленной их движением под действием колебаний поверхности.

9. Определение скорости нарастания колебаний поверхности струи.
10. Влияние вязкости жидкости, сил тяжести, межфазного трения на разрушение струи.
11. Траектория сплошной струи.
12. Формулы для практического расчета траектории струи.
65. Реакция струи.
66. Силовое взаимодействие струи с неподвижной преградой.
67. Влияние насадков на характеристику сплошных струй.
13. Пенные струи.
14. Распыленные струи и способы их получения.
15. Затопленные струи.
16. Уравнение Бернулли для неустановившегося движения.
17. Гидравлический удар в трубопроводах.
18. Гидравлический таран.
19. Уравнение неразрывности и уравнение Бернулли для газа.
20. Расчет газопроводов при малых перепадах давления.
21. Расчет газопроводов при больших перепадах давления.
22. Газодинамические функции.

Пример итогового теста

Вопрос 1: Что такое гидромеханика?

- а) наука о движении жидкости;
- б) наука о равновесии жидкостей;
- в) наука о взаимодействии жидкостей;
- г) наука о равновесии и движении жидкостей.

Вопрос 2: На какие разделы делится гидромеханика?

- а) гидротехника и гидрогеология;
- б) техническая механика и теоретическая механика;
- в) гидравлика и гидрология;
- г) механика жидких тел и механика газообразных тел.

Вопрос 3: Что такое жидкость?

- а) физическое вещество, способное заполнять пустоты;
- б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил;
- в) физическое вещество, способное изменять свой объем;
- г) физическое вещество, способное течь.

Вопрос 4: Какая из этих жидкостей не является капельной?

- а) ртуть;
- б) керосин;
- в) нефть;
- г) азот.

Вопрос 5: Какая из этих жидкостей не является газообразной?

- а) жидкий азот;
- б) ртуть;
- в) водород;
- г) кислород.

Вопрос 6: Реальной жидкостью называется жидкость

- а) не существующая в природе;
- б) находящаяся при реальных условиях;
- в) в которой присутствует внутреннее трение;
- г) способная быстро испаряться.

Вопрос 7: Идеальной жидкостью называется

- а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
- б) жидкость, подходящая для применения;
- в) жидкость, способная сжиматься;
- г) жидкость, существующая только в определенных условиях.

Вопрос 8: На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?

- а) силы инерции и поверхностного натяжения;
- б) внутренние и поверхностные;
- в) массовые и поверхностные;
- г) силы тяжести и давления.

Вопрос 9: Какие силы называются массовыми?

- а) сила тяжести и сила инерции;
- б) сила молекулярная и сила тяжести;
- в) сила инерции и сила гравитационная;
- г) сила давления и сила поверхностная.

Вопрос 10: Какие силы называются поверхностными?

- а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости;
- б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других

тел;

- в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда;
- г) вызванные воздействием атмосферного давления.

Вопрос 11: Жидкость находится под давлением. Что это означает?

- а) жидкость находится в состоянии покоя;
- б) жидкость течет;
- в) на жидкость действует сила;
- г) жидкость изменяет форму.

Вопрос 12: В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?

- а) в паскалях;
- б) в джоулях;
- в) в барах;
- г) в стокахсах.

Вопрос 13: Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:

- а) давление вакуума;
- б) атмосферным;
- в) избыточным;
- г) абсолютным.

Вопрос 14: Если давление отсчитывают от относительного нуля, то его называют:

- а) абсолютным;
- б) атмосферным;
- в) избыточным;
- г) давление вакуума.

Вопрос 15: Если давление ниже относительного нуля, то его называют:

- а) абсолютным;
- б) атмосферным;
- в) избыточным;
- г) давление вакуума.

Вопрос 16: Какое давление обычно показывает манометр?

- а) абсолютное;
- б) избыточное;
- в) атмосферное;
- г) давление вакуума.

Вопрос 17: Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?

- а) 100 МПа;
- б) 100 кПа;
- в) 10 ГПа;
- г) 1000 Па.

Вопрос 18: Давление определяется

- а) отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия;
- б) произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия;
- в) отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость;
- г) отношением разности действующих усилий к площади воздействия.

Вопрос 19: Массу жидкости заключенную в единице объема называют

- а) весом;
- б) удельным весом;
- в) удельной плотностью;
- г) плотностью.

Вопрос 20: Вес жидкости в единице объема называют

- а) плотностью;
- б) удельным весом;
- в) удельной плотностью;
- г) весом.

Вопрос 21: При увеличении температуры удельный вес жидкости

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) сначала увеличивается, а затем уменьшается;
- г) не изменяется.

Вопрос 22: Сжимаемость это свойство жидкости

- а) изменять свою форму под действием давления;
- б) изменять свой объем под действием давления;
- в) сопротивляться воздействию давления, не изменяя свою форму;
- г) изменять свой объем без воздействия давления.

Вопрос 23: Сжимаемость жидкости характеризуется

- а) коэффициентом Генри;
- б) коэффициентом температурного сжатия;
- в) коэффициентом поджатия;
- г) коэффициентом объемного сжатия.

Вопрос 24: Текучестью жидкости называется

- а) величина прямо пропорциональная динамическому коэффициенту вязкости;
- б) величина обратная динамическому коэффициенту вязкости;
- в) величина обратно пропорциональная кинематическому коэффициенту вязкости;
- г) величина пропорциональная градусам Энглера.

Вопрос 25: Вязкость жидкости не характеризуется

- а) кинематическим коэффициентом вязкости;
- б) динамическим коэффициентом вязкости;
- в) градусами Энглера;
- г) статическим коэффициентом вязкости.

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Форма контроля	Миним. баллов	Макс. баллов
Текущий контроль:		
- устный опрос	0 баллов	5 баллов
- практическое занятие	0 баллов	5 баллов
- доклад	0 баллов	5 баллов
- тестирование	0 баллов	5 баллов
Промежуточная аттестация	50 баллов	
- устный опрос		
Итого за семестр (дисциплину) <i>экзамен</i>	0 баллов	100 баллов

Каждая их дисциплин учебного плана оценивается по 100-балльной шкале. Перевод баллов в оценки пятибалльной и зачетной системы осуществляется следующим образом:

85 – 100	отлично	зачтено
70 – 84	хорошо	
52 – 69	удовлетворительно	
0 – 51	неудовлетворительно	не зачтено

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная литература

1. Карпов К.А. Прикладная гидрогазодинамика: учебное пособие / К.А. Карпов, Р.О. Олехнович. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 100 с. – ISBN 978-5-8114-3180-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/169228>
2. Гидравлика: учебник / Ю.Г. Абросимов, В.В. Жучков, Е.Н. Болдырев и др. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. – 321 с.
3. Малый В.П. Гидравлика. Физические свойства жидкостей. Гидростатика. Руководство к решению задач: Учебное пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России (эл. издание, библи. СПСА), 2019. – 191 с. Гриф: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России.
4. Малый В. П. Гидравлика. Гидрокинематика. Руководство к решению задач: учебное пособие / В. П. Малый. – Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2020. – 309 с. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1202005>

9.2. Дополнительная литература

1. Кудинов В.А. Гидравлика: учебное пособие. – 3-е изд., стер. – М.: Высшая школа 2009, – 254 с.
2. Куликов А. А. Гидрогазодинамика: учебное пособие / А. А. Куликов, И. В. Иванова, И.Н. Дюкова. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2015. – 464 с. – ISBN 978-5-9239-0760-5. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/68444>
3. Гидродинамика [Электронный учебник]: Молекулярная физика. Т.1: Гидродинамика / Г. Ламб; пер. А. В. Гермогенов, 2013. – 452 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17619>
4. Гидродинамика [Электронный учебник]: Молекулярная физика. Т.2: Гидродинамик Г. Ламб; пер. А. В. Гермогенов, 2013. – 482 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17620>
5. Попов А.А. Производственная безопасность [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018 – 432 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/12937>.

9.3. Периодические издания (журналы)

1. Научный журнал Journal of Hydrodynamics. Основными предметными областями публикуемых статей являются машиностроение, сопротивление материалов, моделирование и имитация, физика конденсированных сред, гидрогазодинамика.
2. Журнал «Промышленность и безопасность». Предоставляет полную и объективную информацию в сфере промышленной безопасности и охраны труда. Издание является трибуной для выступления представителей Ростехнадзора, региональных органов власти, ученых, руководителей предприятий и других экспертов в области обеспечения безопасности труда и производства. Журнал выступает в качестве проводника государственной политики в сфере промышленной безопасности. Публикует нормативные и законодательные акты в сфере безопасности производства, а также аналитические статьи, посвященные технологическим новшествам и мерам по повышению промышленной безопасности, предупреждению и расследованию аварий, функционированию опасных объектов. – <http://www.pbperm.ru/promyshlennost-i-bezopasnost.html>.

9.4. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License (бессрочная), (лицензия 49512935);
2. Microsoft Sys Ctr Standard Sngl License/Software Assurance Pack Academic License 2 PROC (бессрочная), (лицензия 60465661)
3. Microsoft Win Home Basic 7 Russian Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
4. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная) (лицензия 61031351),
5. Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
6. Microsoft Internet Security&Accel Server Standart Ed 2006 English Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 41684549),
7. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
8. Microsoft Windows Server CAL 2008 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
9. Microsoft Windows 10 Pro, 64 bit, Rus, OEM, Операционная система
10. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition.
11. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server, VirtSvr, License, Education Renewal
12. ABBYYFineReader 11 Professional Edition, (бессрочная), (лицензия AF11-2S1P01-102/AD),
13. Microsoft Volume Licensing Service, (бессрочная), (лицензия 62824441),
14. Microsoft Windows Pro 64bit DOEM, (бессрочная), контракт № 6-ОАЭФ2014 от 05.08.2014
15. Visual Studio Professional
16. «Антиплагиат. ВУЗ». Лицензионный договор № 5044 от 14.05. 2022 года (ежегодное продление)

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>) и т.д.
3. 4. Единая общероссийская справочно-информационная система по охране труда (<http://www.eisot.rosmintrud.ru>).
5. Информационный портал – Охрана труда и Безопасность жизнедеятельности – (<http://www.ohrana-bjd-narod.ru>).

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих

устройств;

- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;

- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1; компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Специализированные аудитории с наличием мультимедийного комплекса (компьютерная техника, мультимедийный проектор, экран, видео-, аудиоаппаратура).

2. Аудитории с наличием тематических стендов и технической аппаратуры.

Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы используются учебные аудитории, отвечающие противопожарным правилам и нормам, обеспечивающих проведение всех видов деятельности обучающихся при освоении дисциплины, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедийными комплексами), служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Реализация программы дисциплины «Управление техносферной безопасностью» предполагает наличие проектора и компьютерного класса с установленным программным обеспечением:

- локальная компьютерная сеть кафедры с выходом в глобальную сеть Internet;
- обновляемая информационная система «Охрана труда и промышленная безопасность» в локальной компьютерной сети;
- математический пакет MathCAD для проведения практических занятий;
- тестовое программное обеспечение;
- технические требования к персональным компьютерам: Pentium II, 64 MB RAM, Windows 98.
- специализированные аудитории, оснащённые стендовым материалом.

Учебные аудитории:

Учебные аудитории для проведения практических / лабораторных работ № 207, корпус № 5, СахГУ.

Учебная аудитория для проведения лекций № 206, 204, 205 корпус № 5, СахГУ.

Приборы и оборудование.

Проектор Trpson EB-S6.

Экран настенный ScreenMedia Goldview 183x244cm, MW, 4:3, подпруженный, 4-уг.

Графический планшет Wireless Pen Table A5 (Graphire Bluetooth) (СТЕ-630BT3)/

Ноутбук 15,6 ASUS X58Le.

Универсальный потолочный настенный комплект Paramount, состоящий из крепления+штанги 42-65.

Фотоаппарат цифровой Konika Minolta.

Экран на штативе Draper Consul 178x178.

К рабочей программе прилагаются:

Приложение 1 – Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине (модулю) *(разрабатывается в виде отдельного документа);*

Приложение 2 – Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

(Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) могут быть представлены в виде изданных печатным и (или) электронным способом методических разработок со ссылкой на адрес электронного ресурса в виде рекомендаций обучающимся по изучению разделов и тем дисциплины (модуля) указанием глав, разделов, параграфов, задач, заданий, тестов и т.п. из рекомендованного списка литературы.)

УТВЕРЖДЕНО
Протокол заседания кафедры
№ _____ от _____

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями.

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

в рабочей программе (модуле) дисциплины _____
(название дисциплины)

по направлению подготовки (специальности) _____

на 20__ / 20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

1.1.;

1.2.;

...

1.9.

2. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

2.1.;

2.2.;

...

2.9.

3. В _____ вносятся следующие изменения:

(элемент рабочей программы)

3.1.;

3.2.;

...

3.9.

Составитель
дата

подпись

расшифровка подписи

Зав. кафедрой

подпись

расшифровка подписи