


УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по учебной и воспитательной работе
МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ
И. Э. Бученков
«» 2021 г.
Регистрационный № УД-1860-21/уч.

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1 – 43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический
менеджмент

2021г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-43 01 06-2021 от и учебных планов учреждения образования рег. № 133-21/уч. от 14.05.2021 г. и рег. № 136-21/уч. инт. з. от 14.05. 2021 г. по специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

СОСТАВИТЕЛЬ:

С.В. Артемчук, доцент кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.М. Кравцов, заведующий кафедрой энергетики учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент;

В.И. Красовский, доцент кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 04 от 25.11.2021 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 23.12.2021 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Важную роль в повышении качества подготовки специалистов высшего образования I ступени в области энергоэффективных технологий выполняют специальные дисциплины, к числу которых относится дисциплина «Механика жидкости и газа».

Энергетика - обширная область техники включает в себя теплоэнергетику, гидроэнергетику, турбо и двигателестроение, компрессоростроение, насосостроение. Почти для всех этих отраслей механика жидкости и газа является базовой научной дисциплиной.

Цель дисциплины – формирование профессиональных знаний, умений и практических навыков в области механики жидкости и газа.

Задачи дисциплины:

- сформировать у обучающихся студентов общие знания и умения в области механики жидкости и газа и мотивацию к самообразованию;
- дать студентам представления об основных физических свойствах жидкостей и газов в статике и динамике.
- уравнения и зависимости, составляющие аппарат механики жидкости и газа, представить, как частные формы фундаментальных законов физики и математики;
- формирование у студентов системного мышления при анализе и решении гидродинамических задач;
- рациональное сочетание профессионального и образовательного компонентов подготовки, развитие у студентов представлений о механике жидкости и газа в окружающей их повседневной жизни, расширение их мировоззрения, ознакомление с научными проблемами механики жидкости и газа;
- студент должен овладеть следующими компетенциями: работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические конфессиональные, культурные и иные различия, быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.

Для формирования современных и социально-профессиональных компетенций будущего специалиста в практику проведения занятий целесообразно внедрять методики и технологии активного обучения, которые способствуют вовлечению студентов в поиск и управление знаниями, приобретению опыта самостоятельного решения разнообразных задач.

Методики и технологии активного обучения включают самостоятельную работу студентов (СРС), проблемные лекции с применением мультимедийного комплекса, проведение тестирования по отдельным разделам и дисциплине в целом, письменные контрольные работы, устный опрос во время лабораторных и практических занятий, написание рефератов по отдельным разделам дисциплины, выступления студентов на семинарских и практических занятиях.

По дисциплине разрабатывается учебно-методический комплекс (УМК) с материалами, помогающими студенту в организации самостоятельной работы, включающий:

- учебную программу дисциплины;
- учебную литературу (учебник, учебное пособие, курс лекций, задачник, руководство по выполнению лабораторных работ и справочник);
- задания для самостоятельной работы студентов, тренажеры;
- методические указания по самостоятельной работе.

Для оценки качества самостоятельной работы студентов осуществляется контроль за ее выполнением. Формы контроля самостоятельной работы студентов могут быть в виде собеседования, проверки и защиты индивидуальных расчетно-графических заданий, коллоквиумы, контрольные работы, тестирование, принятие зачетов, устный или письменный экзамены, и т.д.

В результате изучения дисциплины студент **должен знать:**

- основные понятия, соотношения и уравнения механики жидкостей и газов;
- методы расчета течений жидкостей и газов и трубопроводных систем;
- основные гидрогазодинамические процессы и описывающие их соотношения;

Студент **должен уметь:**

- осуществлять расчет основных гидрогазодинамических процессов;
- выполнять измерения параметров гидрогазодинамических потоков;
- применять полученные знания для расчетов энергетических устройств;
- применять методы анализа и моделирования гидрогазомеханических процессов в элементах энергетических систем.

Студент **должен владеть:**

- методами анализа и моделирования гидрогазодинамических процессов в элементах теплоэнергетических систем;
- методами расчета трубопроводных систем;
- средствами гидромеханического эксперимента;
- основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Математика», «Физика».

Изучение теоретических основ и контроль усвоения дисциплины «Механика жидкости и газа» объединены во времени в один семестр. Базовые понятия, фундаментальные законы, связи и соотношения дисциплины самостоятельно усваиваются студентом при достижении им множества конкретных и ясных целей: решении задачи, при поиске ответа на задания текущего контроля, при прохождении входного контроля на допуск к выполнению лабораторной работы, при защите лабораторной работы и выполнении курсового проекта.

В соответствии с учебным планом дисциплина «Механика жидкости и газа» изучается в объеме 200 часов, в т. ч. 116 аудиторных часов - очная форма обучения и 30 аудиторных часов – заочная форма обучения. Из них для очной формы обучения 52 часов лекций, 32 часов практических занятий и 32 часов лабораторных занятий, а для заочной формы обучения 12 часов лекций, 8 часов практических занятий и 10 часов лабораторных занятий. Студенты обеих форм обучения выполняют курсовой проект. Форма текущей аттестации – экзамен в 4-м семестре для очной формы обучения, в 6-м семестре для заочной формы обучения.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Предмет механики жидкости и газа. Краткие исторические сведения о развитии науки.

1. Физические свойства и модели текучих тел (жидкостей и газов)

Модель сплошной среды. Плотность распределения гидромеханической характеристики в сплошной среде. Силы, действующие на текучее тело. Напряженное

состояние в точке сплошной среды. Тензор напряжений. Текучесть физических тел. Сжимаемость жидкостей и газов. Фазовые переходы в жидкости. Кипение и кавитация. Отличие механики жидкости от механики газа. Вязкость жидкостей и газов. Поверхностное натяжение. Реологические свойства жидкостей. Эксплуатационные свойства жидкостей.

2. Статика жидкости и газа

Гидростатическое давление в точке. Дифференциальные уравнения равновесия текучего тела (уравнения Эйлера). Интегрирование уравнений Эйлера. Покой жидкости под действием силы тяжести. Физический смысл основного уравнения гидростатики. Прямолинейное равноускоренное движение сосуда с жидкостью. Покой при равномерном вращении сосуда с жидкостью. Способы измерения гидростатического давления. Давление жидкости на окружающие её стенки. Сила гидростатического давления на произвольную плоскую фигуру. Сила избыточного гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел. Круглая труба под действием гидростатического давления. Простейшие гидростатические механизмы: поршневой насос и гидравлический пресс.

3. Кинематика жидкости и газа

Анализ влияния параметров потока на характер движения. Модели потоков: установившийся, неустановившийся, равномерный, неравномерный. Кинематические характеристики потока - линия тока, трубка тока, элементарная струйка, расход жидкости. Скорости точки: мгновенная, осредненная, пульсационная. Методы Лагранжа и Эйлера для описания движения жидкости. Уравнения неразрывности. Уравнение неразрывности для элементарной струйки жидкости. Уравнение неразрывности в гидравлической форме для потока жидкости при установившемся движении. Дифференциальные уравнения неразрывности движения жидкости.

4. Основы динамики жидкости и газа

Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (уравнения Эйлера). Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнения Навье-Стокса), их анализ. Интегрирование уравнений Эйлера. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для изотермического и адиабатического течений идеального газа. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.

Режимы движения жидкостей. Два режима движения жидкости. Физический смысл числа Рейнольдса. Основные особенности турбулентного режима движения жидкости. Возникновение турбулентного режима движения. Возникновение ламинарного режима движения. Переходный режим.

5. Теоретические основы решения одномерных задач

Одномерная модель реальных потоков. Природа потерь энергии (напора). Классификация гидравлических сопротивлений. Структура общих формул для вычисления потерь давления (напора). Основное уравнение равномерного движения. Коэффициенты гидравлического трения и местного сопротивления. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Ламинарное течение в трубах. Формула Пуазейля. Начальный участок ламинарного течения. Элементы полуэмпирической теории турбулентного сопротивления. Вязкое трение при турбулентном движении. Турбулентное течение в трубах. Гладкостенное течение: распределение скоростей и закон сопротивления. Квадратичный закон сопротивления. Начальный участок при турбулентном течении.

Основные типы местных гидравлических сопротивлений. Потери при внезапном расширении и вход в трубу. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса. Истечение несжимаемой жидкости через отверстия и насадки.

6. Основные задачи и методы расчета трубопроводных систем

Основные задачи расчета трубопроводных систем. Аналитические и графические методы расчета. Простые трубопроводы постоянного сечения. Последовательное соединение простых трубопроводов. Параллельное соединение простых трубопроводов. Расчет разветвленных трубопроводов. Сифонные трубопроводы. Расчет трубопровода с насосом. Измерение расхода в трубопроводе. Одномерные неустановившиеся потоки несжимаемой жидкости. Основные уравнения. Гидравлический удар в трубах. Скорость распространения ударной волны в трубопроводе. Ударное давление. Протекание гидравлического удара во времени.

7. Одномерные потоки газа

Скорость распространения возмущений в сжимаемом текучем теле. Уравнение Бернулли для установившегося потока газа. Введение (из курса технической термодинамики). Идеальный и реальный газ, уравнения состояния, основные термодинамические процессы с идеальным газом, обратимые и необратимые процессы, первый и второй закон термодинамики, приложение их к изолированным системам. Сжимаемость газа. Скорость звука, как скорость распространения малых упругих возмущений. Зависимость скорости звука от термодинамических параметров. Термодинамические формы уравнения Бернулли. Параметры торможения. Критическая скорость. Число Маха. Течение газа в конфузорах и диффузорах. Истечение газа из резервуара через насадки. Сопло Лавала. Прямой скачок уплотнения. Газогидравлическая аналогия. Уравнение прямого скачка уплотнения.

8. Обтекание тел несжимаемой жидкостью

Силы, действующие на обтекаемое жидкостью тело. Обтекание плоской пластины. Безотрывное обтекание цилиндра однородным потоком невязкой жидкости. Присоединенный вихрь и подъемная сила. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Кризис обтекания. Способы улучшения гидроаэродинамических характеристик движущихся объектов. Обтекание крыловых профилей. Обтекание шара. Основы расчета ветровой нагрузки на конструкции и сооружения.

9. Моделирование гидромеханических явлений

Задачи экспериментального изучения движения жидкостей. Предпосылки использования анализа размерностей. Основные положения анализа размерностей. П-теорема. Подобие гидромеханических явлений. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие потоков жидкости и газа. Идентичность безразмерных форм уравнений движения. Критерии динамического подобия, их роль и физический смысл. Использование критериев подобия для моделирования. Особенности и основные приемы моделирования гидромеханических явлений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для дневной формы получения высшего образования

Номер модуля, занятия	Наименование модуля, занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов					Литература	Форма контроля знаний
		Всего на модуль, занятие	Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студентов		
1	2	3	4	5	6	7	9	10
	Введение Предмет механики жидкости и газа. Краткие исторические сведения о развитии науки	2	2	-	-	-	[1-5]	-
1	Физические свойства и модели текучих тел (жидкостей и газов) Модель сплошной среды. Плотность распределения гидромеханической характеристики в сплошной среде. Силы, действующие на текучее тело. Напряженное состояние в точке сплошной среды. Тензор напряжений. Текучесть физических тел. Сжимаемость жидкостей и газов. Фазовые переходы в жидкости. Кипение и кавитация. Отличие механики жидкости от механики газа. Вязкость жидкостей и газов. Поверхностное натяжение. Реологические свойства жидкостей. Эксплуатационные свойства жидкостей	8	6	2	-	-	[1-5,6]	контрольн ый срез, решение компьютер ных задач тесты по отдельны м разделам
2	Статика жидкости и газа Гидростатическое давление в точке. Дифференциальные уравнения равновесия текучего тела (уравнения Эйлера). Интегрирование уравнений Эйлера. Покой жидкости под действием силы тяжести. Физический смысл основного уравнения гидростатики. Прямолинейное равноускоренное движение сосуда с жидкостью. Покой при равномерном вращении сосуда с жидкостью. Способы измерения гидростатического давления. Давление жидкости на окружающие её стенки. Сила гидростатического давления на произвольную плоскую фигуру. Сила избыточного гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел. Круглая	22	8	10	4	-	[1-5,6,]	Защита лаборатор ных работ, контрольн ый срез, решение компьютер ных задач тесты по отдель ным разделам письменн ые контроль ные работы

	труба под действием гидростатического давления. Простейшие гидростатические механизмы: поршневой насос и гидравлический пресс							
3	Кинематика жидкости и газа Анализ влияния параметров потока на характер движения. Модели потоков: установившийся, неустановившийся, равномерный, неравномерный. Кинематические характеристики потока - линия тока, трубка тока, элементарная струйка, расход жидкости. Скорости точки: мгновенная, осредненная, пульсационная. Методы Лагранжа и Эйлера для описания движения жидкости. Уравнения неразрывности. Уравнение неразрывности для элементарной струйки жидкости. Уравнение неразрывности в гидравлической форме для потока жидкости при установившемся движении. Дифференциальные уравнения неразрывности движения жидкости	6	4	-	2		[1-5,6]	Защита лабораторных работ
4	Основы динамики жидкости и газа. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (уравнения Эйлера). Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнения Навье-Стокса), их анализ. Интегрирование уравнений Эйлера. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для изотермического и адиабатического течений идеального газа. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Режимы движения жидкостей. Два режима движения жидкости. Физический смысл числа Рейнольдса. Основные особенности турбулентного режима движения жидкости. Возникновение турбулентного режима движения. Возникновение ламинарного режима движения. Переходный режим	20	6	-	14		[1-5,6]	Защита лабораторных работ
5	Теоретические основы решения одномерных задач	16	8	8			[1-5,6,7]	контрольный срез, решение

	<p>Одномерная модель реальных потоков. Природа потерь энергии (напора). Классификация гидравлических сопротивлений. Структура общих формул для вычисления потерь давления (напора). Основное уравнение равномерного движения. Коэффициенты гидравлического трения и местного сопротивления. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Ламинарное течение в трубах. Формула Пуазейля. Начальный участок ламинарного течения. Элементы полуэмпирической теории турбулентного сопротивления. Вязкое трение при турбулентном движении. Турбулентное течение в трубах. Гладкостенное течение: распределение скоростей и закон сопротивления. Квадратичный закон сопротивления. Начальный участок при турбулентном течении. Основные типы местных гидравлических сопротивлений. Потери при внезапном расширении и вход в трубу. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса. Истечение несжимаемой жидкости через отверстия и насадки</p>						компьютерных задач тесты по отдельным разделам
б.	<p>Основные задачи и методы расчета трубопроводных систем</p> <p>Основные задачи расчета трубопроводных систем. Аналитические и графические методы расчета. Простые трубопроводы постоянного сечения. Последовательное соединение простых трубопроводов. Параллельное соединение простых трубопроводов. Расчет разветвленных трубопроводов. Сифонные трубопроводы. Расчет трубопровода с насосом. Измерение расхода в трубопроводе. Одномерные неустановившиеся потоки несжимаемой жидкости. Основные уравнения. Гидравлический удар в трубах. Скорость распространения ударной волны в трубопроводе. Ударное давление. Протекание гидравлического удара во времени</p>	28	4	12	12		<p>Защита лабораторных работ, контрольный срез, решение компьютерных задач тесты по отдельным разделам</p> <p>письменные контрольные работы</p>
7.	<p>Одномерные потоки газа.</p> <p>Скорость распространения возмущений в сжимаемом текучем теле. Уравнение Бернулли для установившегося потока газа. Введение (из курса технической термодинамики). Идеальный и</p>	6	6				<p>тесты по отдельным разделам и дисциплине в целом</p> <p>[1-5,6]</p>

	реальный газ, уравнения состояния, основные термодинамические процессы с идеальным газом, обратимые и необратимые процессы, первый и второй закон термодинамики, приложение их к изолированным системам. Сжимаемость газа. Скорость звука, как скорость распространения малых упругих возмущений. Зависимость скорости звука от термодинамических параметров. Термодинамические формы уравнения Бернулли. Параметры торможения. Критическая скорость. Число Маха. Течение газа в конфузорах и диффузорах. Истечение газа из резервуара через насадки. Сопло Лавалья. Прямой скачок уплотнения. Газогидравлическая аналогия. Уравнение прямого скачка уплотнения						
8.	Обтекание тел несжимаемой жидкостью. Силы, действующие на обтекаемое жидкостью тело. Обтекание плоской пластины. Безотрывное обтекание цилиндра однородным потоком невязкой жидкости. Присоединенный вихрь и подъемная сила. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Кризис обтекания. Способы улучшения гидроаэродинамических характеристик движущихся объектов. Обтекание крыловых профилей. Обтекание шара. Основы расчета ветровой нагрузки на конструкции и сооружения	4	4				[1-5,6]
9.	Моделирование гидромеханических явлений Задачи экспериментального изучения движения жидкостей. Предпосылки использования анализа размерностей. Основные положения анализа размерностей. П-теорема. Подобие гидромеханических явлений. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие потоков жидкости и газа. Идентичность безразмерных форм уравнений движения. Критерии динамического подобия, их роль и физический смысл. Использование критериев подобия для моделирования. Особенности и основные приемы моделирования гидромеханических явлений	4	4				[1-5,6]
	ИТОГО	116	52	32	32	-	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ для заочной формы получения высшего образования

Номер модуля, занятия	Наименование модуля, занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов					Литература	Форма контроля знаний
		Всего на модуль, занятие	Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа студентов		
1	2	3	4	5	6	7	9	10
	Введение Предмет механики жидкости и газа. Краткие исторические сведения о развитии науки	1	1	-	-	-	[1-5]	-
1.	Физические свойства и модели текучих тел (жидкостей и газов) Модель сплошной среды. Плотность распределения гидромеханической характеристики в сплошной среде. Силы, действующие на текучее тело. Напряженное состояние в точке сплошной среды. Тензор напряжений. Текучесть физических тел. Сжимаемость жидкостей и газов. Фазовые переходы в жидкости. Кипение и кавитация. Отличие механики жидкости от механики газа. Вязкость жидкостей и газов. Поверхностное натяжение. Реологические свойства жидкостей. Эксплуатационные свойства жидкостей	1	1	-	-	-	[1-5,6]	
2.	Статика жидкости и газа Гидростатическое давление в точке. Дифференциальные уравнения равновесия текучего тела (уравнения Эйлера). Интегрирование уравнений Эйлера. Покой жидкости под действием силы тяжести. Физический смысл основного уравнения гидростатики. Прямолинейное равноускоренное движение сосуда с жидкостью. Покой при равномерном вращении сосуда с жидкостью. Способы измерения гидростатического давления. Давление жидкости на окружающие её стенки. Сила гидростатического давления на произвольную плоскую фигуру. Сила избыточного гидростатического давления жидкости на криволинейную поверхность. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел. Круглая	6	2	2	2	-	[1-5,6,]	Защита лабораторных работ, контрольный срез, решение компьютерных задач тесты по отдельным разделам

	труба под действием гидростатического давления. Простейшие гидростатические механизмы: поршневой насос и гидравлический пресс							
3.	Кинематика жидкости и газа Анализ влияния параметров потока на характер движения. Модели потоков: установившийся, неустановившийся, равномерный, неравномерный. Кинематические характеристики потока - линия тока, трубка тока, элементарная струйка, расход жидкости. Скорости точки: мгновенная, осредненная, пульсационная. Методы Лагранжа и Эйлера для описания движения жидкости. Уравнения неразрывности. Уравнение неразрывности для элементарной струйки жидкости. Уравнение неразрывности в гидравлической форме для потока жидкости при установившемся движении. Дифференциальные уравнения неразрывности движения жидкости	1	1	-	-	-	[1-5,6]	
4.	Основы динамики жидкости и газа. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (уравнения Эйлера). Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнения Навье-Стокса), их анализ. Интегрирование уравнений Эйлера. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли. Энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для изотермического и адиабатического течений идеального газа. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Режимы движения жидкостей. Два режима движения жидкости. Физический смысл числа Рейнольдса. Основные особенности турбулентного режима движения жидкости. Возникновение турбулентного режима движения. Возникновение ламинарного режима движения. Переходный режим	7	1	-	4	-	[1-5,6,]	Защита лабораторных работ тесты по отдельным разделам и дисциплине в целом
5.	Теоретические основы решения одномерных задач	4	2	2		-	[1-5,6,7,8]	решение компьютерных

	<p>Одномерная модель реальных потоков. Природа потерь энергии (напора). Классификация гидравлических сопротивлений. Структура общих формул для вычисления потерь давления (напора). Основное уравнение равномерного движения. Коэффициенты гидравлического трения и местного сопротивления. Опытные данные о коэффициенте гидравлического трения. Ламинарное течение в трубах. Формула Пуазейля. Начальный участок ламинарного течения. Элементы полуэмпирической теории турбулентного сопротивления. Вязкое трение при турбулентном движении. Турбулентное течение в трубах. Гладкостенное течение: распределение скоростей и закон сопротивления. Квадратичный закон сопротивления. Начальный участок при турбулентном течении</p> <p>Основные типы местных гидравлических сопротивлений. Потери при внезапном расширении и вход в трубу. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса.</p> <p>Истечение несжимаемой жидкости через отверстия и насадки</p>							задач тесты по отдельным разделам
6.	<p>Основные задачи и методы расчета трубопроводных систем</p> <p>Основные задачи расчета трубопроводных систем. Аналитические и графические методы расчета. Простые трубопроводы постоянного сечения. Последовательное соединение простых трубопроводов. Параллельное соединение простых трубопроводов. Расчет разветвленных трубопроводов. Сифонные трубопроводы. Расчет трубопровода с насосом. Измерение расхода в трубопроводе. Одномерные неустановившиеся потоки несжимаемой жидкости. Основные уравнения. Гидравлический удар в трубах. Скорость распространения ударной волны в трубопроводе. Ударное давление. Протекание гидравлического удара во времени</p>	5	1	4	4	-	[1-5]	Защита лабораторных работ, контрольный срез, решение компьютерных задач
7.	<p>Одномерные потоки газа.</p> <p>Скорость распространения возмущений в сжимаемом текучем теле. Уравнение Бернулли для установившегося потока газа. Введение (из курса технической</p>	1	1			-	[1-5]	

	<p>термодинамики). Идеальный и реальный газ, уравнения состояния, основные термодинамические процессы с идеальным газом, обратимые и необратимые процессы, первый и второй закон термодинамики, приложение их к изолированным системам. Сжимаемость газа. Скорость звука, как скорость распространения малых упругих возмущений. Зависимость скорости звука от термодинамических параметров. Термодинамические формы уравнения Бернулли. Параметры торможения. Критическая скорость. Число Маха. Течение газа в конфузорах и диффузорах. Истечение газа из резервуара через насадки. Сопло Лавала. Прямой скачок уплотнения. Газогидравлическая аналогия. Уравнение прямого скачка уплотнения</p>							
8.	<p>Обтекание тел несжимаемой жидкостью.</p> <p>Силы, действующие на обтекаемое жидкостью тело. Обтекание плоской пластины. Безотрывное обтекание цилиндра однородным потоком невязкой жидкости. Присоединенный вихрь и подъемная сила. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Кризис обтекания. Способы улучшения гидроаэродинамических характеристик движущихся объектов. Обтекание крыловых профилей. Обтекание шара. Основы расчета ветровой нагрузки на конструкции и сооружения</p>	1	1			-	[1-5]	
9.	<p>Моделирование гидромеханических явлений</p> <p>Задачи экспериментального изучения движения жидкостей. Предпосылки использования анализа размерностей. Основные положения анализа размерностей. П-теорема. Подобие гидромеханических явлений. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие потоков жидкости и газа. Идентичность безразмерных форм уравнений движения. Критерии динамического подобия, их роль и физический смысл. Использование критериев подобия для моделирования. Особенности и основные приемы моделирования гидромеханических явлений</p>	1	1					
	ИТОГО	28	12	8	10	-		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Гиргидов, А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник: для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям подготовки (бакалавриат и магистратура) и программам подготовки дипломированных технических специалистов / А. Д. Гиргидов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2018. – 703.
2. Учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Механика жидкости и газа» / сост.: С.В. Артемчук, – Минск: МГЭИ им. А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, 2016.
3. Задания для выполнения контрольных работ по механике жидкостей и газов/ сост. С.В. Артемчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. - 103с.
4. Кравцов, А. М. Гидравлика. Лабораторный практикум: учебное пособие / А. М. Кравцов, В. С. Лахмаков, Е. В. Плискевич. – Минск: БГАТУ, 2018. – 256 с.

Дополнительная литература

5. Баштовой В.Г. Механика жидкости и газа : электронный учебно-методический комплекс для специальностей 1 43 01 06 "Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент" и 1 36 20 01 "Низкотемпературная техника" / В.Г. Баштовой, А.Г. Рекс, БНТУ, Кафедра ЮНЕСКО "Энергосбережение и возобновляемые источники энергии" . - Электрон. дан. - БНТУ, 2013.
6. Сборник задач по машиностроительной гидравлике: учеб. пособие для машиностроительных вузов / Д. А. Бугаев [и др.]; под ред. И. И. Куколевского, Л. Г. Подвидза. – 5-е изд., стереотипное. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 448 с., ил.
7. Вильнер, Я.М. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам/ Вильнер Я.М., Ковалев Я.Т., Некрасов Б.Б. – Минск: Вышэйшая школа, 1976. – 416с.
8. Гидравлический расчет водопроводящих трактов гидроэнергетических установок: учебно-методич. Пособие / сост. С.В. Артемчук. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2010. – 102 с.

Инновационные подходы и методы преподавания дисциплины

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческий подход, реализуемые, на практических и лабораторных занятиях

Практические занятия, их содержание и объем в часах

№ п/п	Наименование тем	Содержание	Объем, ч	
			очная	заочная
1.	Физические свойства и модели текучих тел (жидкостей и газов)	Физико-механические свойства жидкостей	2	
2.	Статика жидкости и газа	Приборы для измерения давления. Гидростатическое давление (компьютерная программа). Решение задач по гидростатике (компьютерная программа). Гидростатические машины. Определение сил давления на твердые плоские поверхности	2 2 2 2 2	2
5.	Теоретические основы решения одномерных задач	Режимы движения жидкостей (компьютерная программа). Применение уравнения Бернулли (компьютерная программа). Демонстрация Диаграммы Бернулли (компьютерная программа). Построение Диаграммы Бернулли (компьютерная программа). Местные сопротивления. Истечение жидкости через отверстия и насадки	2 2 2 2 2	2
6.	Основные задачи и методы расчета трубопроводных систем	Гидравлический расчет трубопроводов. Длинные трубопроводы. Параллельное и последовательное соединения труб. Сифонный трубопровод. Гидравлический удар. Выбор центробежного насоса, проверка его работы на сеть (компьютерная программа)	2 2 2 2 2 2	2 2
		И Т О Г О	32	8

Лабораторные занятия, их содержание и объем в часах

№ п/п	Наименование тем	Содержание	Объем, ч	
			очная	заочная
2.	Статика жидкости и газа	Изучение методов и приборов измерения давления. Измерение и вычисление гидростатического давления (компьютерная программа)	2 2	2
3.	Кинематика жидкости и газа	Изучение методов и приборов измерения скорости в потоках жидкостей и газов.	2	
4.	Основы динамики жидкости и газа	Измерение давления и расхода. Определение режима течения Режимы движения жидкостей (компьютерная программа) Демонстрация уравнения Бернулли (компьютерная программа) Определение коэффициента гидравлического трения (компьютерная программа) Истечение при постоянном напоре (компьютерная программа). Исследование работы центробежного насоса (компьютерная программа) Построение напорной и пьезометрической линий трубопровода. Определение коэффициентов местных гидравлических сопротивлений	2 2 2 2 2 2 2 2	2 2
6.	Основные задачи и методы расчета трубопроводных систем	Определение рабочих и кавитационных характеристик центробежного насоса. Исследование характеристик насосной установки при последовательном и параллельном включении насосов Согласование характеристик насоса и сети. Определение оптимального режима работы	4 4 4	2 2
		ИТОГО	32	10

Студенты выполняют курсовой проект на тему: «Гидравлический расчет водопроводящих трактов гидроэнергетических установок»

Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Лабораторные стенды
2. Учебные кинофильмы.
3. Обучающие программы:
 - Гидростатическое давление
 - Решение задач по гидростатике
 - Режимы движения жидкостей
 - Применение уравнения Бернулли
 - Построение Диаграммы Бернулли
 - Демонстрация Диаграммы Бернулли
 - Задачи на расчет коротких трубопроводов
 - Движение жидкости в трубопроводах
4. Профессиональные компьютерные программы, например, FLOTRAN ANSYS, GAS DYNAMIC TOOL, MATHCAD. Компьютерные программы, разработанные в Вузе.
- 5 Презентации.
6. Учебно-методические пособия.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА И СРЕДСТВАМ ДИАГНОСТИКИ

В вузовской системе управления качеством образования (системе менеджмента качества по СТБ ИСО 9001:2001) осуществляется мониторинг, измерения, контроль качества.

Для аттестации студентов и выпускников на соответствие их персональных знаний и умений поэтапным или конечным требованиям стандарта создаются фонды оценочных средств и технологий, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и др.

Оценка знаний студента на курсовых экзаменах, при защите лабораторных и практических работ производится по 10-балльной шкале. Для оценки знаний и компетентности студентов используются критерии, утвержденные Министерством образования Республики Беларусь.

Для контроля качества образования, в том числе применения компьютерного тестирования используются следующие средства диагностики:

- типовые задания;
- тесты по отдельным разделам и дисциплине в целом;
- письменные контрольные работы;
- устный опрос во время лабораторных и практических занятий;
- составление рефератов по отдельным разделам дисциплины;
- выступления студентов на практических занятиях;
- письменный экзамен, устный экзамен.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Математика	Кафедра физики и математики	нет	
Физика	Кафедра физики и математики	нет	

Согласовано:

Зав. кафедрой энергоэффективных технологий

В.А.Пашинский