

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль «Энергообеспечение предприятий»
РПД Б1.В.09 «Гидрогазодинамика»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Владелец: Федулов Александр Сергеевич
Сертификат: 5A022291D0DE01CCADCB2B81371C7969
Действителен: 06.05.2025 - 30.07.2026

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора филиала ФГБОУ ВО
«ННУ «МЭИ» в г. Смоленске
канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

«06» 03 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Гидрогазодинамика

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**

Профиль: **«Энергообеспечение предприятий»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года 11 месяцев**

Форма обучения: **заочная**

Год набора: **2026**

Смоленск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» является приобретение теоретических знаний и практических навыков для расчета и проектирования объектов, определяемых областью профессиональной деятельности бакалавров, развитие способности у студентов самостоятельно решать в будущей инженерной деятельности многочисленные вопросы, непосредственно связанные с движением и равновесием жидкости.

Задачами дисциплины являются: изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые следующими базовыми дисциплинами:

Техническая термодинамика.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения данной дисциплины, являются базовыми для изучения следующих дисциплин:

Тепломассообмен;

Моделирование процессов теплоэнергетики и теплотехники;

Теория подобия и моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники;

Котельные установки и парогенераторы.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-1. Способен определять энергоэффективность теплотехнического оборудования в сфере профессиональной деятельности	ПК-1.1 Планирует и подготавливает типовые решения по определению мероприятий, повышающих энергоэффективность теплотехнического оборудования объектов теплоэнергетики и теплотехники	Знает: основные термины, определения и понятия применительно к мероприятиям по повышению энергоэффективности теплотехнического оборудования. Умеет: выбирать оборудование отвечающее требованиям энергоэффективности. Владеет: методиками планирования и подготовки типовых решений по проведению мероприятий, повышающих энергоэффективность теплотехнического оборудования.

	<p>ПК-1.2 Выполняет типовые экспериментальные исследования систем теплоэнергетики и теплотехники и их элементов по повышению энергоэффективность теплотехнического оборудования</p>	<p>Знает: теплотехнические, гидравлические и аэродинамические расчеты теплотехнического оборудования. Умеет: производить расчет основных характеристик теплотехнического оборудования с целью повышения его энергоэффективности. Владеет: навыками поиска информации о свойствах теплоносителей, используемых в энергоэффективном теплотехническом оборудовании.</p>
--	---	--

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>лекционные занятия 4 шт. по 2 часа:</p> <p>1.1. Основные физические свойства жидкостей и газов. Гидростатика. 1.2. Основы кинематики жидкости и газа. Динамика жидкости и газа. 1.3. Гидравлические сопротивления и потери напора при движении жидкости. 1.4. Движение несжимаемой жидкости в напорных трубопроводах. Движение сжимаемой жидкости.</p>
2	<p>лабораторные работы 2 шт. по 2 часа:</p> <p>2.1. Изучение режимов течения в круглых трубах. 2.2. Пьезометрические графики простого трубопровода.</p>
3	<p>практические занятия 2 шт. по 2 часа:</p> <p>3.1. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. 3.2. Гидравлический расчет трубопроводов.</p>
4	<p>курсовая работа: Гидравлические расчеты систем транспорта энергоносителей.</p>
5	<p>самостоятельная работа студентов:</p> <p>1. Гидростатическое давление и его свойства. Относительное равновесие жидкости. Сила давления жидкости на плоские поверхности и криволинейные поверхности. Условие неразрывности течения. Уравнение неразрывности потока жидкости в дифференциальной форме. Уравнение Бернулли для потока жидкости, его геометрическая и энергетическая интерпретация. . Основы теории гидродинамического подобия. Гидравлические сопротивления. Движение несжимаемой жидкости в напорных трубопроводах. Движение сжимаемой жидкости (газа). 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ. 3. Подготовка к практическим занятиям (изучение теоретического материала по теме) 4. Выполнение курсовой работы.</p>

Текущий контроль:

1. Тестирование по основным разделам дисциплины.
2. Устный опрос у доски на практических занятиях
3. Защита лабораторных работ.
4. Защита курсовой работы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация) Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
3	Лабораторные работы	Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Технология проблемного обучения на основе анализа результатов лабораторной работы: индивидуальный опрос, собеседование в малой группе (бригаде). Допуск к лабораторной работе
4	Консультации по курсовой работе	Индивидуальные и групповые консультации
5	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
6	Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)	Экзамен - технология письменного контроля, в том числе тестирование.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Материалы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлены по основным разделам дисциплины.

Раздел 1. Гидростатика.

1. Что называется плотностью жидкости?

- 1) Вес жидкости в единице объема;
- 2) Отношение объема жидкости к ее весу;
- 2) Отношение объема жидкости к ее массе;

4) Масса жидкости в единице объема.

2. Какое из этих утверждений правильно?

- 1) Центр давления никогда не совпадает с центром тяжести смоченной поверхности стенки;
- 2) Центр давления всегда расположен ниже центра тяжести смоченной поверхности стенки;
- 3) Центр давления расположен выше центра тяжести смоченной поверхности стенки;
- 4) Центр давления расположен ниже центра тяжести смоченной поверхности стенки за исключением горизонтальной плоской стенки, когда они совпадают.

3. Для идеального газа уравнение состояния (уравнение Клапейрона - Менделеева) записывается в следующем виде?

3. Для идеального газа уравнение состояния (уравнение Клапейрона - Менделеева) записывается в следующем виде?

- 1) $p \cdot V = R \cdot T$;
- 2) $p / V = R / T$;
- 3) $p \cdot V = \gamma \cdot T$;
- 4) $p \cdot g = R \cdot T$.

p - давление; V - объем; R - универсальная газовая постоянная; T – температура, γ – удельный вес; g - ускорение силы тяжести.

4. Как изменяется вязкость капельных жидкостей при увеличении температуры?

- уменьшается;
- возрастает;
- не возрастает;
- не уменьшается.

5. Что называется удельным весом жидкости?

- 1) Отношение объема жидкости к ее весу;
- 2) Вес жидкости в единице объема;
- 3) Отношение объема жидкости к ее массе;
- 4) Масса жидкости в единице объема.

6. По какой из этих формул определяется положение центра давления?

- 1) $y_c = y_0 + \frac{I_0}{y_0 \cdot F}$,
- 2) $y_c = y_0 - \frac{I_0}{y_0 \cdot F}$,
- 3) $y_c = y_0 + \frac{I_0 F}{y_0}$,
- 4) $y_c = y_0 - \frac{I_0 F}{y_0}$.

y_c - расстояние в плоскости стенки от свободной поверхности жидкости до центра давления; y_0 - расстояние в плоскости стенки от свободной поверхности жидкости до центра тяжести смоченной поверхности стенки; F - площадь смоченной поверхности стенки; J_0 - центральный момент инерции смоченной поверхности стенки.

7. Для идеального газа уравнение состояния (уравнение Клапейрона - Менделеева) записывается в следующем виде?

- 1) $\frac{P}{g \cdot \rho} = R \cdot T$,

$$2) \frac{V}{g \cdot \rho} = R \cdot T,$$

$$3) \frac{P}{g \cdot \rho \cdot V} = R \cdot T,$$

$$4) \frac{P}{g \cdot \rho} = V \cdot R \cdot T,$$

p - давление; g - ускорение силы тяжести; ρ - плотность; R - универсальная газовая постоянная; T - температура, V - объем.

8. Как изменяется вязкость газов при увеличении температуры?

- 1) возрастает;
- 2) уменьшается;
- 3) не возрастает;
- 4) не уменьшается.

9. Что называется сжимаемостью жидкости?

- 1) Способность жидкости изменять свой объем при изменении температуры;
- 2) Способность жидкости изменять свою плотность при изменении давления;
- 3) Способность жидкости изменять свою массу при изменении давления;
- 4) Способность жидкости изменить свой вес при изменении температуры.

10. Горизонтальная составляющая силы давления жидкости на криволинейную поверхность равна?

- 1) весу жидкости, расположенной над рассматриваемой криволинейной поверхностью;
- 2) силе давления жидкости на проекцию криволинейной поверхности на вертикальную плоскость;
- 3) объему жидкости над рассматриваемой криволинейной поверхностью, умноженному на плотность;
- 4) весу жидкости, расположенной под рассматриваемой криволинейной поверхностью.

11. Как изменяется вязкость капельных жидкостей при увеличении давления?

- 1) возрастает;
- 2) уменьшается;
- 3) не уменьшается;
- 4) не возрастает.

12. По какой формуле определяется коэффициент объемного сжатия жидкости β_w ?

$$1) \beta_w = \frac{W}{\Delta W \cdot \Delta p};$$

$$2) \beta_w = \frac{W \cdot \Delta p}{\Delta W};$$

$$3) \beta_w = \frac{\Delta W}{W \cdot \Delta p};$$

$$4) \beta_w = \frac{\Delta p}{W \cdot \Delta W}.$$

W – первоначальный объем жидкости; Δp - приращение давления; ΔW - изменение первоначального объема жидкости при изменении давления на величину Δp .

13. Вертикальная составляющая силы давления жидкости на криволинейную поверхность равна?

- 1) весу жидкости расположенной над рассматриваемой криволинейной поверхностью;
- 2) силе давления жидкости на вертикальную проекцию криволинейной поверхности;
- 3) объему жидкости над рассматриваемой криволинейной поверхностью, умноженному на плоскость;
- 4) весу жидкости, расположенной под рассматриваемой криволинейной поверхностью.

14. Кинематическая вязкость газов с увеличением давления?

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается;
- 3) не уменьшается;
- 4) не увеличивается.

15. Какое из приведенных утверждений правильно?

- 1) Вязкость жидкости зависит только от рода жидкости;
- 2) Вязкость жидкости не зависит от рода жидкости;
- 3) Вязкость жидкости зависит только от температуры;
- 4) Вязкость жидкости зависит от рода жидкости и от температуры.

Раздел 2. Кинематика и динамика жидкости и газа.

1. Как определяется средняя скорость движения потока в рассматриваемом сечении напорного трубопровода?

- 1) $v = \frac{d}{Q}$;
- 2) $v = \frac{Q}{d}$;
- 3) $v = \frac{Q}{\omega}$;
- 4) $v = \frac{\omega}{Q}$;

Q - расход жидкости; d - диаметр трубопровода; ω - площадь живого сечения потока.

2. Удельная кинетическая энергия в уравнении Бернулли для потока несжимаемой жидкости выражается членами?

- 1) Z ;
- 2) $\frac{p}{\rho g}$;
- 3) $Z + \frac{p}{\rho g}$;

4) $\frac{\alpha v^2}{2g}$.

3. Число Рейнольдса для круглых труб определяется по формуле?

1) $Re = \frac{Q\omega}{\nu}$;

2) $Re = \frac{Qd}{\nu}$;

3) $Re = \frac{v \cdot \omega}{\nu}$;

4) $Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$;

Q - расход жидкости; ω - площадь живого сечения потока; ν - кинематический коэффициент вязкости жидкости; v - средняя скорость движения потока; d - диаметр трубопровода.

4. Гидравлический радиус равен?

1) $R = \frac{\omega}{h_{cp}}$;

2) $R = \frac{\omega}{\chi}$;

3) $R = \frac{\chi^3}{\omega}$;

4) $R = \frac{h_{cp}^2 \chi}{\omega}$;

ω - площадь живого сечения потока; h_{cp} - средняя глубина потока в рассматриваемом сечении; χ - длина смоченного периметра русла.

5. Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется?

- 1) ламинарным;
- 2) стационарным;
- 3) неустановившимся;
- 4) турбулентным.

6. Что является источником потерь энергии движущейся жидкости?

- 1) плотность;
- 2) вязкость;
- 3) расход жидкости;
- 4) напор.

7. Режим движения жидкости оказывает влияние?

- 1) На скорость движения потока;
- 2) На распределение расхода;
- 3) На распределение глубины;

4) На величину потерь напора.

8. Уравнение Бернулли для одномерного изоэнтропического движения потока идеального газа записывается в виде?

1) $\frac{k}{k-1} \cdot \frac{p}{\rho} + \frac{w^2}{2} = const;$

2) $\frac{k}{k-1} \cdot \frac{p}{\rho} + \frac{w^2}{2} > 0;$

3) $\frac{k}{k-1} \cdot \frac{p}{\rho} + \frac{w^2}{2} < 0;$

4) $\frac{k}{k-1} \cdot \frac{p}{\rho} + \frac{w^2}{2} = 0;$

9. В условиях установившегося течения вязкой несжимаемой жидкости напорная и пьезометрическая линии могут иметь одинаковый уклон в случае?

- 1) сужающегося потока;
- 2) расширяющегося потока;
- 3) потока произвольного переменного сечения;
- 4) цилиндрического потока.

10. Установившееся движение характеризуется уравнениями?

- 1) $v = f(x, y, z, t); p = \varphi(x, y, z);$
- 2) $v = f(x, y, z, t); p = \varphi(x, y, z, t);$
- 3) $v = f(x, y, z); p = \varphi(x, y, z, t);$
- 4) $v = f(x, y, z); p = \varphi(x, y, z)$

11. Как связаны между собой скорости движения потока в двух сечениях напорного трубопровода?

1) $\frac{v_1}{v_2} = \frac{d_2}{d_1};$

2) $\frac{v_1}{v_2} = \frac{d_1}{d_2};$

3) $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2};$

4) $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1};$

12. Члены уравнения Бернулли имеют размерность?

- 1) силы на единицу площади;
- 2) скорости;
- 3) длины;
- 3) члены уравнения безразмерны.

13. Удельная потенциальная энергия в уравнении Бернулли для потока несжимаемой жидкости выражается членами?

- 1) Z ;
- 2) $\frac{P}{\rho g}$;
- 3) $Z + \frac{P}{\rho g}$;
- 4) $\frac{\alpha v^2}{2g}$.

13. Расход потока измеряется в следующих единицах?

- 1) м^3 ;
- 2) $\text{м}^2/\text{с}$;
- 3) $\text{м}^3 \text{ с}$;
- 4) $\text{м}^3/\text{с}$.

14. Удельная потенциальная энергия в уравнении Бернулли для потока несжимаемой жидкости выражается членами?

- 1) Z ;
- 2) $\frac{P}{\rho g}$;
- 3) $Z + \frac{P}{\rho g}$;
- 4) $\frac{\alpha v^2}{2g}$.

15. Скорость звука в идеальном газе равна?

- 1) $a = \sqrt{k \frac{P}{\rho}}$;
- 2) $a = \sqrt{k \frac{\gamma}{\rho}}$;
- 3) $a = \sqrt{\lambda \frac{P}{\rho}}$;
- 4) $a = \sqrt{\gamma \frac{P}{\rho}}$.

Раздел 3. Одномерное движение жидкостей и газов

1. Какие трубы называются гидравлически гладкими?

- 1) Трубы с абсолютно гладкими стенками;
- 2) Трубы, в которых наблюдается ламинарный режим движения жидкости;
- 3) Трубы, высота выступов шероховатости стенок которых меньше толщины пограничного слоя;

4) Трубы, у которых высота выступов шероховатости стенок примерно равна толщине толщины пограничного слоя.

2. Потеря напора на внезапное расширение трубопровода определяется по формуле?

$$1) h_{в.р.} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{\rho g};$$

$$2) h_{в.р.} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g};$$

$$3) h_{в.р.} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g};$$

$$4) h_{в.р.} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{\rho g}.$$

v_1 – скорость движения потока до расширения; v_2 – скорость движения потока после расширения; ρ – плотность жидкости; g – ускорение силы тяжести.

3. При увеличении диаметра отверстия в два раза, расход при истечении из отверстия при том же напоре увеличится?

- 1) в 2 раза;
- 2) в 4 раза;
- 3) в 1,5 раза;
- 4) в 8 раз.

4. При подаче жидкости по последовательно соединенным трубопроводам 1, 2, и 3 общая потеря напора в них определяется как?

- 1) $\Sigma h = \Sigma h_1 - \Sigma h_2 - \Sigma h_3$;
- 2) $\Sigma h_1 > \Sigma h_2 > \Sigma h_3$;
- 3) $\Sigma h = \Sigma h_1 + \Sigma h_2 + \Sigma h_3$;
- 4) $\Sigma h_1 = \Sigma h_2 = \Sigma h_3$.

5. При подаче жидкости по последовательно соединенным трубопроводам 1, 2, и 3 общая потеря напора в них

- 1) $\Sigma h = \Sigma h_1 - \Sigma h_2 - \Sigma h_3$;
- 2) $\Sigma h_1 > \Sigma h_2 > \Sigma h_3$;
- 3) $\Sigma h = \Sigma h_1 + \Sigma h_2 + \Sigma h_3$;
- 4) $\Sigma h_1 = \Sigma h_2 = \Sigma h_3$.

6. Как изменится расход при истечении из отверстия, если напор над центром отверстия увеличить в 4 раза, а диаметр отверстия уменьшить в 2 раза?

- 1) уменьшится вдвое;
- 2) не изменится;
- 3) увеличится вдвое;
- 4) уменьшится в 1,5 раза.

7. Какие трубы называются гидравлически гладкими?

- 1) Трубы с абсолютно гладкими стенками;
- 2) Трубы, в которых наблюдается ламинарный режим движения жидкости;

3) Трубы, высота выступов шероховатости стенок которых меньше толщины пограничного слоя;

4) Трубы, у которых высота выступов шероховатости стенок примерно равна толщине пограничного слоя.

8. Как строится суммарная напорная характеристика насосов при их последовательном соединении?

- 1) Суммируются напоры при одинаковых подачах.
- 2) Суммируются подачи при одинаковых напорах.
- 3) Перемножаются подачи при одинаковых напорах.
- 4) Перемножаются напоры при одинаковых подачах.

9. Водопроводная формула записывается в виде?

- 1) $h_f = \frac{Q^2}{K^2} = H$;
- 2) $h_f = \frac{QL}{K} = H$;
- 3) $h_f = \frac{Q^2 L}{K^2} = H$;
- 4) $h_f = \frac{Q^2 L^2}{K^2} = H^2$.

10. При подаче жидкости по последовательно соединенным трубопроводам 1, 2, и 3 расход жидкости в них?

- 1) $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$;
- 2) $Q_1 > Q_2 > Q_3$;
- 3) $Q_1 < Q_2 < Q_3$;
- 4) $Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$.

11. Число Маха выражается формулой?

$$M = \frac{w}{a};$$

$$M = \frac{a}{w};$$

$$M = \frac{w}{2a};$$

$$M = \frac{2w}{a}.$$

w - скорости потока сжимаемой жидкости; a - скорость звука в нем.

12. Формула для определения потерь напора в местных сопротивлениях имеет вид?

$$1) h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2};$$

$$2) h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2g};$$

$$3) h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{\rho g};$$

$$4) h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{\rho}.$$

ξ - коэффициент данного местного сопротивления; v - скорость движения потока за местным сопротивлением; g - ускорение силы тяжести; ρ - плотность жидкости.

13. При отношении плотности вещества струи и среды $\rho_1 < \rho_2$ струи классифицируются как?

несвободные затопленные;

несвободные незатопленные;

свободные незатопленные;

свободные затопленные;

ρ_1 - плотность вещества струи, ρ_2 - плотность вещества среды.

14. Суммарное, или лобовое, сопротивление при обтекании твердого тела газом определяется?

1) суммой сопротивления трения и сопротивления давления;

2) сопротивлением трения;

3) сопротивлением давления;

4) сопротивлением внутри тела.

15. Укажите формулу Дарси для определения потерь напора по длине:

$$1) h_l = \lambda \frac{d}{l} \cdot \frac{v^2}{2g};$$

$$2) h_l = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g};$$

$$3) h_l = \frac{\lambda}{l} \cdot \frac{v^2}{2g};$$

$$4) h_l = \lambda l d \cdot \frac{v^2}{2g}.$$

l - длина участка; d - диаметр трубопровода; v - скорость движения потока; g - ускорение силы тяжести; λ - коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси).

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Физические свойства жидкостей. Реальная и идеальная жидкость.

2. Плотность и удельный объем, их зависимость от температуры и давления для капельных жидкостей.

3. Плотность и удельный объем, их зависимость от температуры и давления для газов.

4. Вязкость жидкостей. Зависимость вязкости от температуры и давления.

5. Вязкость газов. Зависимость вязкости от температуры и давления.

6. Поверхностное натяжение, смачивающая способность жидкостей.

7. Гидростатическое давление и его свойства. Способы измерения давления.

8. Основная формула гидростатики.
9. Закон Паскаля и его использование в технике.
10. Избыточное и вакуумметрическое давление.
11. Силы гидростатического давления на плоские поверхности. Центр давления.
12. Силы гидростатического давления на криволинейные поверхности. Центр давления.
13. Сила Архимеда. Плавание тел.
14. Линии и трубки тока. Поле скоростей. Уравнение сплошности течения.
15. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и его геометрический смысл.
16. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости и его энергетический смысл.
17. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока реальной жидкости.
18. Уравнение Сен - Венана для изотермического и адиабатического течения идеального газа.
19. Виды и режимы движения жидкости.
20. Равномерное движение жидкости. Средняя скорость и расход.
21. Гидравлические элементы потока жидкости. Гидравлический, пьезометрический и геометрический уклон.
22. Неравномерное движение жидкости.
23. Классификация гидравлических сопротивлений.
24. Коэффициенты гидравлического трения и местного сопротивления.
25. Формулы Дарси и Вейсбаха для вычисления гидравлических потерь.
26. Основные типы местных гидравлических сопротивлений.
27. Основные задачи расчета трубопроводных систем.
28. Построение пьезометрических графиков при расчете трубопроводных систем.
29. Истечение жидкости через малые и большие отверстия при постоянном напоре.
30. Истечение жидкости через малые и большие отверстия при переменном напоре.
31. Истечение жидкости через насадки.
32. Скорость распространения звука и число Маха.
33. Зависимость между скоростью звука и скоростями течения сжимаемой жидкости.
34. Зависимость между изменениями сечения и скоростью течения потока сжимаемой жидкости.
35. Зависимость между изменениями плотности и скоростью течения потока сжимаемой жидкости.
36. Истечение газа через сужающееся сопло.
37. Сопло Лаваля и режимы его работы.
38. Понятие о подобии гидромеханических процессов. Критерии подобия для течений несжимаемых вязких жидкостей и газовых течений. Понятие об автомодельности.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям)

1. Определить избыточное гидростатическое давление на заданной глубине.
2. Расчет силы давления на плоскую поверхность и определение положения центра давления.
3. Графический способ определения величины суммарного давления жидкости на плоскую поверхность и положения центра давления.
4. Расчет силы давления на криволинейную поверхность и определение положения центра давления.
5. Расчет скорости потока и расхода жидкости.
6. Расчет коротких трубопроводов.
7. Определение расхода с использованием уравнения Д. Бернулли.
8. Определение потерь напора на трение по длине потока и на местных сопротивлениях.

9. Определение потерь напора в гидравлически коротком трубопроводе.
10. Определить напор в резервуаре, необходимый для подачи заданного расхода по трубе.
11. Определить модуль расхода K для трубы.
12. Определить гидравлический уклон на участке трубы.
13. Расчет длинных трубопроводов.
14. Расчет простого водопровода.
15. Определить напор в резервуаре, необходимый для подачи заданного расхода по системе труб.
16. Расчет элементов сложного трубопровода.
17. Расчет потерь напора на участке простого трубопровода.
18. Расчет потерь напора на участке сложного трубопровода.
19. Построить линию падения напора по длине трубопровода.
20. Определить диаметр трубы, необходимый для пропускания заданного расхода воды.
21. Расчет движения газов по трубам.
22. Определение требуемого диаметра трубопровода для подачи сжатого воздуха.
23. Определение весового и объемного расхода воздуха, подаваемого по трубопроводу.
24. Определение времени, необходимого для наполнения газом резервуаров.
25. Расчет истечения жидкости из отверстий и насадок.
26. Определение расхода жидкости через отверстия и насадки.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену).

Первый, второй вопросы в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопр.1-48). Третий вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в контрольных работах (задачи представлены в дополнительных методических материалах по дисциплине).

1. Основные физические свойства жидкости. Сжимаемость, вязкость, текучесть.
2. Гидростатика. Понятие элементарного объема. Силы и напряжения.
3. Закон Паскаля.
4. Уравнения Эйлера статического равновесия жидкости в скалярной и векторной форме.
5. Гидростатическое давление.
6. Понятие статического напора и их виды.
7. Равновесие покоящейся жидкости в гравитационном поле.
8. Равновесие жидкости в поле сил инерции.
9. Давление жидкости на плоские и криволинейные стенки.
10. Пьезометрическая высота. Пьезометры.
11. Кинематика жидкости. Методы Эйлера и Лагранжа описания жидкого объема.
12. Основные понятия кинематики.
13. Расход жидкости. Виды расходов.
14. Дифференциальное уравнение неразрывности.
15. Уравнение Сен-Венана для изотермического и адиабатического течения идеального газа.
16. Виды и режимы движения жидкости.
17. Равномерное движение жидкости. Средняя скорость и расход.
18. Гидравлические элементы потока жидкости. Гидравлический, пьезометрический и геометрический уклон.
19. Интегральное уравнение неразрывности.
20. Уравнения Эйлера для движения идеальной жидкости.
21. Классификация видов движения жидкости по различным признакам.

22. Общие понятия одномерного стационарного течения идеальной жидкости. Основные уравнения.
23. Три вида напоров для сжимаемой и несжимаемой жидкости.
24. Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока идеальной жидкости.
25. Уравнение Бернулли для элементарной струйки тока реальной жидкости.
26. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
27. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Коэффициент Кориолиса.
28. Режимы течения. Критическая скорость и критическое число Рейнольдса.
29. Общие понятия о потерях напора.
30. Распределение скоростей в трубах круглого сечения при ламинарном и турбулентном режимах течения.
31. Среднерасходная скорость и коэффициент Кориолиса при ламинарном режиме течения в круглых трубах.
32. Формула Дарси - Вейсбаха. Коэффициент трения.
33. Практические способы определения коэффициента трения. Понятия о гидравлически гладких поверхностях.
34. Графики Никурадзе и Кольбука.
35. Общие понятия о гидравлическом расчете трубопроводов.
36. Классификация местных гидравлических сопротивлений.
37. Потери напора при внезапном расширении и сужении трубопровода.
38. Потери напора в диффузорах и конфузорах. Оптимальный угол раскрытия диффузора.
39. Истечение из отверстий и насадок.
40. Истечение под уровень (через затопленное отверстие).
41. Гидравлический расчет напорных трубопроводов.
42. Истечение жидкости через малые и большие отверстия при постоянном напоре.
43. Истечение жидкости через малые и большие отверстия при переменном напоре.
44. Истечение жидкости через насадки.
45. Скорость распространения звука и число Маха.
46. Истечение газа через сужающееся сопло.
47. Сопло Лавала и режимы его работы.
48. Критерии подобия для течений несжимаемых вязких жидкостей и газовых течений.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен на 2-м курсе.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на во-

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	<p>просы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».</p>
<p>«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»</p>	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».</p>
<p>«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»</p>	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».</p>
<p>«неудовлетворительно»/ не зачтено</p>	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, практического типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Для проведения занятий лабораторного типа используются специализированные лаборатории лаборатория «Гидравлики», расположенная: по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр., д.1, Здание энергетического института (хоз. двор). Лаборатория оснащена шестью лабораторными стендами:

1. Изучение режимов течения в круглых трубах.
2. Пьезометрические графики простого трубопровода.
3. Определение местных гидравлических сопротивлений.
4. Последовательное включение центробежных насосов.
5. Параллельное включение центробежных насосов.
6. Регулирование производительности центробежных насосов.

При реализации данной дисциплины лабораторные работы выполняются на 1-2 стендах.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

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;
- 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;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

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 филиалом, 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.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Зарянкин А.Е. Механика несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Учебник. - М.: Изд-во МЭИ, 2014.-599 с. Доступ по адресу <http://www.nelbook.ru/?book=226>.
2. Штеренлихт Д.В. Гидравлика. Учебник. – СПб.:Изд-во Лань, 2015.-656 с. Доступ по адресу http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64346

Дополнительная литература.

1. Крестин Е.А., Крестин И.Е. Задачник по гидравлике с примерами расчетов. – изд-во Лань, 2014.- 320 с. Доступ по адресу http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50160
2. Михайлов В.А., Фокин А.М. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Гидрогазодинамика». – Смоленск: СФМЭИ, 2008.-24с.

Список авторских методических разработок.

1. Кабанова И.А., Михайлов В.А. Задания и методические указания к контрольным работам по курсу «Гидрогазодинамика». - Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2016. – 16 с.

2. Кабанова И.А., Михайлов В.А. Методические указания к курсовой работе «Расчет разветвленной гидравлической сети» по курсу «Гидрогазодинамика». - Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2016. – 23 с.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- нен- ных	заме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10