

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Колосов А.И.
«30» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Гидрогазодинамика»

Направление подготовки 20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Профиль Безопасность жизнедеятельности в техносфере

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

Г.И. Скоморохов/

Д.П. Шматов/

Заведующий кафедрой РД

В.С. Рачук/

Руководитель ОПОП

П.С. Куприенко/

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины – обеспечить высокую профессиональную подготовку специалистов в области практического применения основных законов механики жидкости и газа для решения конкретных прикладных задач при создании и эксплуатации гидравлического и пневматического оборудования в различных природных и техногенных условиях.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- приобретение знаний фундаментальных законов и понятий гидростатики, кинематики и динамики жидкостей и газов;
- овладение инженерными методами расчета рабочих процессов, гидравлических магистралей и оборудования аварийных служб МЧС;
- теоретическая и практическая подготовка будущих специалистов к творческому применению различных методов расчета процессов движения жидкостей и газов при решении вопросов ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- приобретение навыков для решения конкретных прикладных задач гидрогазодинамики на основе построения и анализа математических моделей узлов и агрегатов гидropередач оборудования для чрезвычайных ситуаций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-9 - способностью принимать решения в пределах своих полномочий

ОК-10 – способностью к познавательной деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОК-9	Знать: основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики; основные законы термодинамики, теплообмена и гидромеханики.
	Уметь: определять напряжения и силы давления, возникающие в покоящейся жидкости; составлять уравнения динамики потока жидкости и определять его основные параметры; рассчитывать потери напора в магистральных оборудовании и гидropередач для чрезвычайных ситуаций.
	Владеть: методами теоретического и экспериментального иссле-

	дования в механике, гидромеханике и теплотехнике; методами определения газодинамических параметров и точности измерений; навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде с использованием современной измерительной техники.
ОК-10	Знать: основные законы равновесия и динамики установившихся напорных потоков жидкости; классификацию гидравлических сопротивлений в магистрях и методы их расчета; методы расчёта гидравлических агрегатов и магистралей гидropередач. Уметь: решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, теплообмена и гидромеханики; проводить гидромеханические расчеты оборудования и аппаратов, используемых в чрезвычайных ситуациях, и процессов в биосфере. Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в механике, гидромеханике и теплотехнике при создании и эксплуатации оборудования для чрезвычайных ситуаций; навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде и определения гидравлические характеристики агрегатов, магистралей и гидроприводов, используя современную измерительную технику.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Гидрогазодинамика» составляет 3 з.е. Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лек.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
-------	-------------------	--------------------	------	-----------	-----	------------

1	Введение в механику жидкости и газа	<u>Лекция 1.</u> Предмет гидравлики. Методы гидравлики и гидромеханики. Исторический обзор развития гидравлики и механики жидкости. Гидравлическое оборудование для спасательных служб МЧС.	2	2	4	16
2	Гидростатика	<u>Лекция 2,3.</u> Определение жидкости. Классификация сил, действующих в жидкости. Основные физические свойства жидкостей и газов. Гидростатическое давление. Свойства гидростатического давления. Давление абсолютное, избыточное, вакуум. <u>Лекция 3,4.</u> Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное дифференциальное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Основные задачи гидростатики. Приборы для измерения давления. Простейшие гидравлические машины. Гидравлический пресс. Мультипликатор. <u>Лекция 5.</u> Сила давления на плоскую стенку. Гидравлический парадокс. Сила давления жидкости на криволинейные стенки. Закон распределения давления. Геометрическая и энергетическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Закон Архимеда. Относительное равновесие жидкости в движущихся сосудах.	4	4	16	20
3	Динамика установившихся напорных потоков жидкости и газа	<u>Лекция 6.</u> Расход, уравнение неразрывности. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (Эйлера). Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Классификация гидравлических потерь. Применение уравнения Бернулли в технике. Расходомер Вентури. Эжектор. Основы гидродинамического подобия. Режимы течения жидкости. Число Рейнольдса. <u>Лекция 7.</u> Особенности ламинарного и турбулентного течения в трубах. Начальный участок ламинарного потока. Закон распределения скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном режиме. Закон Стокса. Расход при ламинарном режиме в круглой трубе. Формула Пуазейля–Гагена. Потери напора при ламинарном режиме. Формула Дарси-Вейсбаха. <u>Лекция 8, 9.</u> Турбулентное течение жидкости в круглых трубах. Распределение скоростей в поперечном сечении турбулентного потока. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Потери на трение в гидравлически гладких трубах. Турбулентное течение в шероховатых трубах. Опыты Никурадзе. Гидравлический удар в трубопроводах. Способы борьбы с гидравлическим ударом.	4	4	14	22
4	Местные гидравлические сопротивления. Истечение жидкости через отверстия и насадки	<u>Лекция 10, 11.</u> Общие сведения о местных сопротивлениях. Внезапное расширение проточной части. Внезапное сужение трубопровода. Диафрагма в трубе постоянного сечения. Диффузор. Конфузор. Зависимость коэффициентов местных сопротивлений от числа Рейнольдса. Взаимное влияние местных сопротивлений. <u>Лекция 12, 13.</u> Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Инверсия струи. Истечение жидкости через насадки. Истечение при переменном напоре. Истечение газов из отверстий.	4	4	14	16
5	Гидравлический расчет трубопроводов	<u>Лекции 14, 15.</u> Гидравлический расчет простых трубопроводов. Три основные задачи по расчету трубопроводов. Последовательное соединение трубопроводов. Параллельное соединение трубопроводов. Разветвлённое соединение трубопроводов. Расчет сложных трубопроводов. Трубопроводы с	2	2	12	16

		насосной подачей жидкости. Рабочая точка.				
6	Гидропривод оборудования для спасательных работ в чрезвычайных ситуациях	Лекции 16, 17. Классификация насосов. Центробежный насос. Поршневые насосы. Шестерённые насосы. Пластинчатые насосы. Объёмные гидродвигатели. Гидроаппаратура. Гидрораспределители. Гидроклапаны. Лекции 18. Объёмный гидропривод. Регулирование объёмного гидропривода. Гидравлическое и пневматическое оборудование для аварийно-спасательных служб МЧС.	2	2	12	16
Итого			18	18	72	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Измерение гидростатического давления и экспериментальное подтверждение закона Паскаля.
2. Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при установившемся неравномерном движении жидкости в напорном трубопроводе.
3. Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости, определение законов сопротивления и критического числа Рейнольдса.
4. Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода с определением коэффициентов гидравлического трения по длине и местных сопротивлений.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОК-9	Знать: основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики; основные законы термодина-	Опрос на практических занятиях (ОПЗ) Оценивание ре-	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих про-	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих про-

	мики, теплообмена и гидромеханики.	зультатов выполнения заданий практических занятий (ОРПЗ) Тестирование (Т)	граммах	граммах
	Уметь: определять напряжения и силы давления, возникающие в покоящейся жидкости; составлять уравнения динамики потока жидкости и определять его основные параметры; рассчитывать потери напора в магистральных оборудовании и гидропередач для чрезвычайных ситуаций.	Опрос на практических занятиях (ОПЗ) Оценивание результатов выполнения заданий практических занятий (ОРПЗ) Тестирование (Т)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в механике, гидромеханике и теплотехнике; методами определения газодинамических параметров и точности измерений; навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде с использованием современной измерительной техники.	Опрос на практических занятиях (ОПЗ) Оценивание результатов выполнения заданий практических занятий (ОРПЗ) Тестирование (Т)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОК-10	Знать: основные законы равновесия и динамики установившихся напорных потоков жидкости; классификацию гидравлических сопротивлений в магистральных и методы их расчета; методы расчёта гидравлических агрегатов и магистралей гидропередач.	Опрос на практических занятиях (ОПЗ) Оценивание результатов выполнения заданий практических занятий (ОРПЗ) Тестирование (Т)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, теплообмена и гидромеханики; проводить гидромеханические расчеты оборудования и аппаратов, используемых в чрезвычайных ситуациях, и процессов в биосфере.	Опрос на практических занятиях (ОПЗ) Оценивание результатов выполнения заданий практических занятий (ОРПЗ) Тестирование (Т)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в механике, гидромеханике и теплотехнике при создании и эксплуатации оборудования для чрезвычайных ситуаций; навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде и определения гидравлические характеристики агрегатов, магистралей и гидроприводов, используя современную измерительную технику.	Опрос на практических занятиях (ОПЗ) Оценивание результатов выполнения заданий практических занятий (ОРПЗ) Тестирование (Т)	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре

для очной формы обучения, 3 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОК-9	Знать: основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики; основные законы термодинамики, теплообмена и гидромеханики.	Тест	Выполнение теста на 70- 100%	Выполнение менее 70%
	Уметь: определять напряжения и силы давления, возникающие в покоящейся жидкости; составлять уравнения динамики потока жидкости и определять его основные параметры; рассчитывать потери напора в магистральных оборудованиях и гидropередач для чрезвычайных ситуаций.	Решение стандартных практических задач	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в механике, гидромеханике и теплотехнике; методами определения газодинамических параметров и точности измерений; навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде с использованием современной измерительной техники.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ОК-10	Знать: основные законы равновесия и динамики установившихся напорных потоков жидкости; классификацию гидравлических сопротивлений в магистральных и методы их расчета; методы расчёта гидравлических агрегатов и магистралей гидropередач.	Тест	Выполнение теста на 70- 100%	Выполнение менее 70%
	Уметь: решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, тепломассообмена и гидромеханики; проводить гидромеханические расчеты оборудования и аппаратов, используемых в чрезвычайных ситуациях и процессов в биосфере.	Решение стандартных практических задач	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в механике, гидромеханике и теплотехнике при создании и эксплуатации оборудования для чрезвычайных ситуаций; навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде и определения гидравлические характеристики агрегатов, магистралей и гидropриводов, используя современную измерительную технику.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продemonстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Укажите закон вязкого трения Ньютона – Петрова.

- a) $\tau = \mu \frac{du}{dh}$;
- b) $F = \mu S \frac{du}{dh}$;
- c) $p = p_0 + \rho h$;
- d) $\Delta p = \rho \nu c$.

2. Как изменяется кинематическая вязкость капельных жидкостей с возрастанием температуры?

- a) увеличивается.
- b) уменьшается.
- c) не изменяется.

3. Как возрастает кинематическая вязкость газов с возрастанием температуры?

- a) увеличивается.
- b) уменьшается.
- c) не изменяется.

4. Укажите выражение для определения гидростатического давления.

- a) F/S ;
- b) $\rho \cdot S$;
- c) $\lim_{\Delta S \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta S}$.

5. Укажите размерность давления в СИ.

- a) H ;
- b) H/m^2 ;
- c) мм рт.ст.;
- d) мм вод.ст.;
- e) $Па$;
- f) $кг\ c/см^2$;
- g) $кг\ c/m^2$.

6. Что понимается под относительным покоем жидкости?

- a) жидкость находится в покое;
- b) жидкость перемещается в сосуде;
- c) жидкость перемещается вместе с сосудом.

7. Укажите уравнение поверхности уровня жидкости.

- a) $V = const$;
- b) $Q = const$;
- c) $dT = 0$;
- d) $p = const$;

e) $\gamma = const$;

f) $dp = 0$.

8. Укажите уравнение Бернулли:

- Для элементарной струйки идеальной жидкости;
- Для элементарной струйки реальной жидкости;
- Для потока реальной жидкости.

a) $z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g}$;

b) $z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{u_2^2}{2g} + hw$;

c) $z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{u_2^2}{2g} + \Delta hw$.

9. Укажите выражение:

- для геометрического напора;
- для пьезометрического напора;
- для скоростного напора.

a) $\rho v^2 / 2$;

b) $\frac{v^2}{2g}$;

c) z ;

d) p/γ ;

e) $p_0 + \gamma h$;

f) γh .

10. Укажите выражение для определения потерь напора на трение в случае установившегося движения жидкости.

a) $\lambda \frac{l \cdot v^2}{\alpha \cdot 2g}$;

b) $\xi \frac{v^2}{2g}$;

c) $\frac{v \cdot d}{\nu}$.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Укажите основное уравнение гидростатики.

$l x + Y dy + Z dz = 0$;

$\rho_0 + \gamma(z - z_0)$;

$\rho_0 + \gamma h$, где ρ_0 - давление на свободной поверхности.

2. Какое избыточное давление испытывает тело, погруженное в воду на глубину 10 метров?

c/cm^2 ; 2) 1 ат; 3) 10 м вод. ст.

3. По какому выражению определяется вакуумметрическое давление?

- 1) $p_{\text{БАР.}} - p_{\text{ИЗБ.}}$;
- 2) $p_{\text{ИЗБ.}} + p_{\text{БАР.}}$;
- 3) $p_{\text{БАР.}} - p_{\text{АБС.}}$;
- 4) γh ;
- 5) $p_{\text{БАР.}} + \gamma h$;

где $p_{\text{БАР.}}$ - барометрическое давление,
 $p_{\text{ИЗБ.}}$ - избыточное давление.

4. Каков энергетический смысл уравнения Бернулли для идеальной жидкости?

- 1) Закон сохранения количества движения;
- 2) Закон сохранения момента количества движения;
- 3) Закон сохранения механической энергии;
- 4) Уравнение баланса энергии.

5. В каком сечении трубопровода А (рис.1) скорость больше?

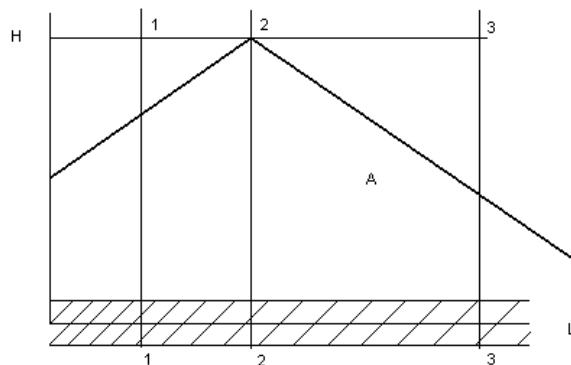


Рис. 1.

- 1) сечение 1; 2) сечение 2; 3) сечение 3 .

6. Укажите зависимость коэффициента Дарси для круглых труб при ламинарном режиме течения жидкости.

- 1) $\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$;
- 2) $\lambda = \frac{96}{\text{Re}}$;
- 3) $\lambda = \frac{0.3164}{\text{Re}^{1/4}}$;
- 4) $\lambda = 0.11 \left(\frac{K}{\alpha} \right)^{1/4}$.

7. Зависит ли коэффициент гидравлического трения от длины трубопровода?

- 1) Да;
- 2) Нет.

8. Укажите выражение для определения местных потерь напора?

$$1) 64/Re; \quad 2) \xi \frac{v^2}{2g}; \quad 3) \lambda \frac{\ell}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}; \quad 4) \frac{0.3164}{Re^{1/4}}.$$

9. В чем проявляется явление гидравлического удара?

- 1) Возникновение ударной волны;
- 2) Повышение температуры жидкости;
- 3) Изменение модуля упругости жидкости.

10. Укажите величину критического числа Рейнольдса для круглых труб.

- 1) 1380; 2) 2000; 3) 580; 4) 2300; 5) 13800; 6) 20000.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Чем объясняется вязкость жидкости при ламинарном режиме течения?

- a) Действием сил взаимного притяжения молекул соседних слоев жидкости.
- b) Обменом количества движения при переходе молекул из одного слоя жидкости в другой.
- c) Обменом количества движения при переходе частиц жидкости из слоя в слой.

2. Чем определяется режим течения жидкости в трубе?

- a) Скоростью течения V .
- b) Вязкостью жидкости ν .
- c) Диаметр трубки d .
- d) Сочетанием Vd / ν .
- e) Шероховатостью стенки ϵ .

3. Какие усилия в жидкости характеризует гидростатическое давление?

- a) Растягивающее усилие.
- b) Сжимающее усилие.
- c) Касательные усилия.

4. Как зависит гидростатическое давление от ориентировки площадки, на которую оно действует?

- a) Не зависит.
- b) Пропорционально косинусу угла, образуемого нормалью к площадке и соответствующей осью.

5. Укажите основное уравнение гидростатики.

- a. $dP = \rho(Xdx + Ydy + Zdz).$
- b. $Xdx + Ydy + Zdz = 0.$
- c. $\vec{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad}P = 0.$
- d. $P = P_0 + \gamma \cdot h.$

6. Укажите основное дифференциальное уравнение гидростатики.

- a) $dP = \rho(Xdx + Ydy + Zdz).$
- b) $Xdx + Ydy + Zdz = 0.$
- c) $\vec{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad}P = 0.$
- d) $P = P_0 + \gamma \cdot h.$

7. При каком условии возможно равновесие жидкости?

- а) Если на жидкость действуют только массовые силы.
- б) Если массовые силы имеют потенциал.
- в) Если работа массовых сил равна нулю.

8. Гидравлическими машинами называют:

- а) машины, вырабатывающие энергию и сообщаемые ее жидкости;
- б) машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам;
- в) машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода;
- г) машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию.

9. Гидропередача – это:

- а) система трубопроводов, по которым движется жидкость от одного гидроэлемента к другому;
- б) система, основное назначение которой является передача механической энергии от двигателя к исполнительному органу посредством рабочей жидкости;
- в) механическая передача, работающая посредством действия на нее энергии движущейся жидкости;
- г) передача, в которой жидкость под действием перепада давлений на входе и выходе гидроаппарата, сообщает его выходному звену движение.

10. Объемный КПД насоса – это:

- а) отношение его действительной подачи к теоретической;
- б) отношение его теоретической подачи к действительной;
- в) разность его теоретической и действительной подачи;
- г) отношение суммы его теоретической и действительной подачи к частоте оборотов.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

- 1. Определение жидкости. Классификация сил, действующих в жидкости. Основные свойства капельных жидкостей.
- 2. Равновесие жидкости. Гидростатическое давление. Свойства гидростатического давления. Давление абсолютное, избыточное, вакуум.
- 3. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
- 4. Основное дифференциальное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Уравнение поверхности уровня. Основные задачи гидростатики.
- 5. Закон распределения давления. Геометрическая и энергетическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Закон Архимеда.
- 6. Приборы для измерения давления. Простейшие гидравлические машины. Гидравлический пресс. Мультипликатор.
- 7. Сила давления на плоскую стенку. Гидравлический парадокс. Центр давления. Сила давления жидкости на криволинейные стенки.
- 8. Закон распределения давления. Геометрическая и энергетическая интерпретация основного уравнения гидростатики. Закон Архимеда.
- 9. Относительное равновесие жидкости в движущихся сосудах. Движение сосуда с жидкостью прямолинейно в произвольном направлении с постоянным ускорением.

10. Движение сосуда с жидкостью вертикально вниз с постоянным ускорением.
11. Равномерное вращение цилиндрического сосуда с жидкостью вокруг вертикальной оси.
12. Уравнение неразрывности.
13. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости (Эйлера).
14. Уравнение движения Бернулли для вязкой жидкости.
15. Классификация гидравлических потерь. Применение уравнения Бернулли в технике. Расходомер Вентури. Эжектор.
16. Два режима течения жидкости. Число Рейнольдса. Особенности ламинарного и турбулентного течения в трубах. Начальный участок ламинарного потока.
17. Закон распределения скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном режиме. Закон Стокса.
18. Расход при ламинарном режиме в круглой трубе. Формула Пуазейля–Гагена.
19. Потери напора при ламинарном режиме. Формула Дарси-Вейсбаха.
20. Потери на трение при ламинарном течении в каналах некруглой формы.
21. Ламинарное течение жидкости в зазорах. Течение с теплообменом.
22. Движение жидкости сквозь пористые среды.
23. Турбулентное течение жидкости в круглых трубах. Распределение скоростей в поперечном сечении турбулентного потока. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.
24. Потери на трение в гидравлически гладких трубах. Турбулентное течение в шероховатых трубах.
25. Зависимость коэффициента трения от числа Рейнольдса. Опыты Никурадзе.
26. Гидравлический удар в трубопроводах. Способы борьбы с гидравлическим ударом. Гидравлический таран.
27. Общие сведения о местных сопротивлениях. Внезапное расширение проточной части. Внезапное сужение трубопровода.
28. Диафрагма в трубе постоянного сечения. Диффузор. Оптимальный угол уширения диффузора. Конфузор. Потери напора, связанные с изменением направления потока. Зависимость коэффициентов местных сопротивлений от числа Рейнольдса.
29. Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Инверсия струи.
30. Истечение жидкости через насадки.
31. Истечение при переменном напоре.
32. Истечение газов из отверстий.
33. Гидравлический расчет простых трубопроводов.
34. Три основные задачи по расчету трубопроводов.
35. Последовательное соединение трубопроводов. Параллельное соединение трубопроводов. Разветвлённое соединение трубопроводов.
36. Расчет сложных трубопроводов.
37. Трубопроводы с насосной подачей жидкости. Рабочая точка

- 38.Классификация насосов. Центробежный насос. Принцип действия, характеристики.
- 39.Классификация насосов. Поршневые насосы. Шестерённый насос. Принцип действия, характеристики.
- 40.Классификация насосов. Пластинчатый насос. Принцип действия, характеристики.
- 41.Объёмные гидродвигатели.
- 42.Гидроаппаратура. Гидрораспределители. Гидроклапаны. Объёмный гидропривод.
- 43.Регулирование объёмного гидропривода.

Гидравлическое и пневматическое оборудование для аварийно-спасательных служб МЧС.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 21 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в механику жидкости и газа	ОК-9, ОК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
2	Гидростатика	ОК-9, ОК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Динамика установившихся напорных потоков жидкости и газа	ОК-9, ОК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
4	Местные гидравлические сопро-	ОК-9, ОК-10	Тест, контрольная

	тивления. Истечение жидкости через отверстия и насадки		работа, защита лабораторных работ
5	Гидравлический расчет трубопроводов	ОК-9, ОК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ
6	Гидропривод оборудования для спасательных работ в чрезвычайных ситуациях	ОК-9, ОК-10	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература

1. Муравьев А. М. Газодинамика: учебное пособие / А. М. Муравьев, Н. Н. Кожухов, И. Г. Дроздов; Министерство науки и высшего образования РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный технический университет". - Воронеж: Воронежский гос. технический ун-т, 2018. - 313 с.

Дополнительная литература

1. Скоморохов Г.И. Гидравлика ракетных двигателей: учеб. пособие / Г.И. Скоморохов, И.Г. Дроздов. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2011. – Ч. 1. 214 с.

2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: Учебник для машиностроительных вузов /Т. М. Башта, С. С. Руднев, Б. Б. Некрасов и др. - 4-е изд., стереотипное, перепечатка со второго издания 1982 г. – 423 с. - М: «Издательский дом Альянс», 2010. - 423 с.

3. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, 2003. 840 с.

4. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Газовая динамика» по специальности 160700.65, 24.05.02 «Проектирование авиационных и ракетных двигателей» очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; Сост. И.Г. Дроздов, Д.П. Шматов, К.В. Кружаев, М.А. Любинецкий, И.В. Винокуров Воронеж, 2015. 28 с. (382-2015)

5. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Гидрогазодинамика» для студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (профиль подготовки – «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность обращения с отходами») очной и заочной формы обучения/ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Г.И. Скоморохов, Д.П. Шматов. [Электронный ресурс] Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. Ч.1, 38 с.

6. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Гидрогазодинамика» для студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (профиль подготовки – «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», «Защита в чрезвычайных ситуациях», «Безопасность обращения с отходами») очной и заочной формы обучения/ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Г.И. Скоморохов, Д.П. Шматов. [Электронный ресурс] Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2019. Ч.2, 40 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Microsoft Office Word 2013/2007
- Microsoft Office Excel 2013/2007
- Microsoft Office Power Point 2013/2007
- Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (Лицензионный договор от 27.04.2020 № 6685/20 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks (неисключительная лицензия) с ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»

(Доступ к ЭБС IPRbooks. Тематические коллекции и адаптированные технологии для лиц с ОВЗ). Лицензионный договор от 28.08.2020 № 6941/20 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks (неисключительная лицензия) (Доступ к ЭБС IPRbooks))

- Электронно-библиотечная система «Лань» (Договор от 16.03.2020 № 124 с ООО «ЭБС ЛАНЬ»)
- Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (Договор от 06.03.2020 № 32-02/20 об оказании информационных услуг с ООО «НексМедиа»).

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

9.1	Специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
9.2	Специализированный лабораторный стенд: - «Основы гидравлики»
9.3	Лаборатория компьютерного моделирования (ауд. 134/40). Компьютерная лаборатория по разделу гидромеханики реализована в виде исполняемого программного файла “HYDLAB 1.EXE” под операционную систему DOS6. Компьютерная лаборатория гидравлических машин и гидроприводов реализована в виде исполняемого файла “HYMLAB 2.EXE” под операционную систему DOS6.
9.4	Натурные образцы гидравлических узлов и агрегатов
9.5	Плакаты по основным разделам дисциплины

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Гидрогазодинамика» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей,

	справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	