Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 23.09.2023 15:43:36
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b348

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____/А.С. Соколов/
«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика жидкости и газа

Направление подготовки
16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль
Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

доцент каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.т.н., доцент  /О.В. Пирогова/

Согласовано:
Зав. каф. «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.т.н. /П.С. Громовых/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....4
3. Структура и содержание дисциплины....4
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость....4
3.2. Тематический план изучения дисциплины....6
3.3. Содержание дисциплины....7
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....7
4.1. Нормативные документы и ГОСТы....7
4.2. Основная литература....7
4.3. Дополнительная литература....7
4.4. Электронные образовательные ресурсы....8
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....8
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы....8
5. Материально-техническое обеспечение....8
6. Методические рекомендации....8
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....8
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....8
7. Фонд оценочных средств....9
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения....9
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения....9
7.3. Оценочные средства....9

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» следует отнести:

– формирование у студентов знаний важнейших физических законов движения жидкостей и газов;

– выработка у студентов навыков расчета и конструирования трубопроводных систем, гидравлических машин, необходимых для самостоятельного решения гидромеханических задач, возникающих при выборе и расчете компрессорных машин, используемых в народном хозяйстве;

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» следует отнести:

– приобретение теоретических знаний по механике жидкостей и газов, необходимых для изучения дисциплин профильной подготовки;

– освоение студентами навыков решения прикладных гидравлических задач;

– знакомство с экспериментальными способами измерения параметров состояния жидкости и характеристик потока.

Обучение по дисциплине «Механика жидкости и газа» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	ИОПК-1.1. Знает основы математики и физики ИОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Механика жидкости и газа» относится к обязательной части блока дисциплин (Б.1) основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Механика жидкости и газа» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части цикла (Б1):

– физика;

– компрессорные машины;

– термодинамика;

– тепломассообменные аппараты низкотемпературной техники.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	
1	**Аудиторные занятия**	**72**	**72**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**	
	В том числе:			
2.1	Подготовка к лабораторным работам			
2.2	Обработка экспериментальных данных и подготовка к защите лабораторных работ	36	36	
2.3	Подготовка и выполнение промежуточных и итоговых тестов	36	36	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	**экзамен**	
	Итого	**144**	**144**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение. Основные параметры движущегося потока. Режимы течения вязкой жидкости.**						
1.1	Тема 1. Предмет и задачи курса. Объекты изучения гидравлики. Гипотеза о сплошности среды. Основные параметры движущегося потока: сжимаемость, плотность, вязкость. Зависимость свойств	8	2	2			4

	жидкости и газа от давления и температуры. Механизм возникновения сил трения между слоями жидкости. Закон Ньютона для вязкого трения. Режимы течения вязкой жидкости. Число Рейнольдса. Определение числа Рейнольдса для канала произвольного сечения.						
2	**Раздел 2. Основные законы сохранения для сплошных сред**						
2.1	Тема 1. Напряженное состояние жидкости: силы, действующие в жидкости, свойства единичных поверхностных сил. Закон сохранения массы – уравнение неразрывности (сплошности) в дифференциальной форме. Закон сохранения количества движения – уравнения движения в напряжениях (уравнения Коши). Закон сохранения момента количества движения – симметрия тензора напряжений. Обобщенный закон Ньютона. Уравнения движения несжимаемых жидкостей и газов (уравнения Навье-Стокса).	8	2	2			4
3	**Раздел 3. Гидростатика**						
3.1	Тема 1. Абсолютный покой. Гидростатическое давление. Дифференциальное давление покоящейся жидкости. Закон распределения давления в несжимаемой жидкости (закон Паскаля). Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Явление гидростатического парадокса. Относительный покой жидкости во вращающемся сосуде.	8	2	2			4
4	**Раздел 4. Кинематика жидкости**						
4.1	Тема 1. Два метода описания движения жидкости. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Равномерное и неравномерное движение. Поле скоростей и его характеристики. Уравнение неразрывности в интегральной форме (уравнение постоянства расхода).	8	2	2			4

5	**Раздел 5. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости**						
5.1	Тема 1. Одномерное движение несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для линии тока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для линии тока вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Коэффициент Кориолиса. Примеры использования уравнения Бернулли в технике.	8	2	2			4
6	**Раздел 6. Движение жидкости по трубопроводу**						
6.1	Тема 1. Сопротивления течению жидкости в трубопроводе. Потери в местных сопротивлениях. Гидравлические потери по длине трубопровода при ламинарном течении. Закон Пуазейля и формула Дарси. Гидравлические потери по длине трубопровода при турбулентном режиме. Физическая интерпретация кривых Никурадзе. Обобщенная формула Дарси.	8	2	2			4
7	**Раздел 7. Истечение жидкости из отверстий и насадков**						
7.1	Тема 1. Истечение жидкости из отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты сжатия струи, скорости, расхода. Истечение жидкости из насадков при постоянном напоре. Типы насадков и их применение. Истечение при переменном напоре.	8	2	2			4
8	**Раздел 8. Гидравлические машины**						
8.1	Тема 1. Понятие гидравлической машины. Классификация насосов по энергетическому принципу. Эрлифты. Архимедов винт. Струйный насос. Основные параметры работы насосов. Потери мощности.	8	2	2			4
9	**Раздел 9. Насосная установка. Лопастные насосы**						
9.1	Тема 1. Насосная установка. Определение напора насоса по параметрам насосной установки. Определение напора насоса по показаниям приборов. Лопастные насосы. Центробежные насосы.	8	2	2			4

	Многоступенчатые центробежные насосы.						
9.2	Тема 2. Принцип действия центробежного насоса. Осевые насосы. Диагональные насосы. Вихревые насосы. Явление гидравлического удара в трубопроводе.	8	2	2			4
10	**Раздел 10. Движение жидкости в рабочем колесе центробежного насоса**						
10.1	Тема 1. Движение жидкости в рабочем колесе. Треугольник скоростей. Основное уравнение лопастных машин (уравнение Эйлера). Теоретический и действительный напор насоса.	8	2	2			4
11	**Раздел 11. Теоретические и действительные характеристики центробежных насосов**						
11.1	Тема 1. Зависимость теоретического напора от подачи. Зависимость теоретической мощности от подачи. Основные типы лопаток рабочих колес. Действительные характеристики центробежных насосов. Работа насоса на сеть. Совместная работа насосов.	8	2	2			4
12	**Раздел 12. Основы теории подобия лопастных насосов**						
12.1	Тема 1. Основное назначение теории подобия. Условия подобия. Связь между факторами геометрического и кинематического подобия. Законы пропорциональности. Коэффициент быстроходности.	8	2	2			4
13	**Раздел 13. Универсальная характеристика центробежных насосов. Регулирование центробежных насосов**						
13.1	Тема 1. Универсальная характеристика центробежного насоса. Расширение области применения лопастного насоса подрезкой колеса. Регулирование работы центробежных насосов.	8	2	2			4
14	**Раздел 14. Неустойчивая работа насосной установки. Помпаж. Кавитация.**						
14.1	Тема 1. Неустойчивая работа насосной установки. Помпаж. Кавитация. Определение максимальной высоты всасывания.	8	2	2			4
15	**Раздел 15. Объёмные насосы**						
15.1	Тема 1. Основные характеристики объёмных насосов. Алгоритм выбора	8	2	2			4

	насоса. Поршневые насосы, устройство, принцип действия. Классификация поршневых насосов. Подача поршневых насосов. Поршневой насос двойного действия. Поршневой насос тройного действия.						
16	**Раздел 16. Основные конструктивные типы роторных насосов**						
16.1	Тема 1. Принцип и особенности работы роторных насосов. Конструкции и особенности работы роторно-вращательных насосов. Шестеренные насосы. Многоступенчатые шестеренные насосы. Расчет основных параметров шестеренных насосов. Винтовые насосы.	8	2	2			4
17	**Раздел 17. Роторно-поступательные насосы**						
17.1	Тема1. Шиберные (пластинчатые) насосы. Пластинчатые насосы однократного действия. Расчет рабочего объёма пластинчатого насоса одинарного действия. Пластинчатые насосы двукратного действия. Расчет рабочего объёма пластинчатого насоса двойного действия. Роторно-плунжерные насосы. Радиально-поршневые насосы.	8	2	2			4
	Итого	**144**	**36**	**36**			**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные параметры движущегося потока. Режимы течения вязкой жидкости.

Тема 1. Предмет и задачи курса. Объекты изучения гидравлики. Гипотеза о сплошности среды. Основные параметры движущегося потока: сжимаемость, плотность, вязкость. Зависимость свойств жидкости и газа от давления и температуры. Механизм возникновения сил трения между слоями жидкости. Закон Ньютона для вязкого трения. Режимы течения вязкой жидкости. Число Рейнольдса. Определение числа Рейнольдса для канала произвольного сечения.

Раздел 2. Основные законы сохранения для сплошных сред.

Тема 1. Напряженное состояние жидкости: силы, действующие в жидкости, свойства единичных поверхностных сил. Закон сохранения массы – уравнение неразрывности (сплошности) в дифференциальной форме. Закон сохранения количества движения – уравнения движения в напряжениях (уравнения Коши). Закон сохранения момента

количества движения – симметрия тензора напряжений. Обобщенный закон Ньютона. Уравнения движения несжимаемых жидкостей и газов (уравнения Навье-Стокса).

Раздел 3. Гидростатика.

Тема 1. Абсолютный покой. Гидростатическое давление. Дифференциальное давление покоящейся жидкости. Закон распределения давления в несжимаемой жидкости (закон Паскаля). Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Явление гидростатического парадокса. Относительный покой жидкости во вращающемся сосуде.

Раздел 4. Кинематика жидкости.

Тема 1. Два метода описания движения жидкости. Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Равномерное и неравномерное движение. Поле скоростей и его характеристики. Уравнение неразрывности в интегральной форме (уравнение постоянства расхода).

Раздел 5. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.

Тема 1. Одномерное движение несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для линии тока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для линии тока вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости. Коэффициент Кориолиса. Примеры использования уравнения Бернулли в технике.

Раздел 6. Движение жидкости по трубопровод.

Тема 1. Сопротивления течению жидкости в трубопроводе. Потери в местных сопротивлениях. Гидравлические потери по длине трубопровода при ламинарном течении. Закон Пуазейля и формула Дарси. Гидравлические потери по длине трубопровода при турбулентном режиме. Физическая интерпретация кривых Никурадзе. Обобщенная формула Дарси.

Раздел 7. Истечение жидкости из отверстий и насадков.

Тема 1. Истечение жидкости из отверстия в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты сжатия струи, скорости, расхода. Истечение жидкости из насадков при постоянном напоре. Типы насадков и их применение. Истечение при переменном напоре.

Раздел 8. Гидравлические машины.

Тема 1. Понятие гидравлической машины. Классификация насосов по энергетическому принципу. Эрлифты. Архимедов винт. Струйный насос. Основные параметры работы насосов. Потери мощности.

Раздел 9. Насосная установка. Лопастные насосы.

Тема 1. Насосная установка. Определение напора насоса по параметрам насосной установки. Определение напора насоса по показаниям приборов. Лопастные насосы. Центробежные насосы. Многоступенчатые центробежные насосы.

Тема 2. Принцип действия центробежного насоса. Осевые насосы. Диагональные насосы. Вихревые насосы. Явление гидравлического удара в трубопроводе.

Раздел 10. Движение жидкости в рабочем колесе центробежного насоса.

Тема 1. Движение жидкости в рабочем колесе. Треугольник скоростей. Основное уравнение лопастных машин (уравнение Эйлера). Теоретический и действительный напор насоса.

Раздел 11. Теоретические и действительные характеристики центробежных насосов.

Тема 1. Зависимость теоретического напора от подачи. Зависимость теоретической мощности от подачи. Основные типы лопаток рабочих колес. Действительные характеристики центробежных насосов. Работа насоса на сеть. Совместная работа насосов.

Раздел 12. Основы теории подобия лопастных насосов.

Тема 1. Основное назначение теории подобия. Условия подобия. Связь между факторами геометрического и кинематического подобия. Законы пропорциональности. Коэффициент быстроходности.

Раздел 13. Универсальная характеристика центробежных насосов. Регулирование центробежных насосов.

Тема 1. Универсальная характеристика центробежного насоса. Расширение области применения лопастного насоса подрезкой колеса. Регулирование работы центробежных насосов.

Раздел 14. Неустойчивая работа насосной установки. Помпаж. Кавитация.

Тема 1. Неустойчивая работа насосной установки. Помпаж. Кавитация. Определение максимальной высоты всасывания.

Раздел 15. Объёмные насосы.

Тема 1. Основные характеристики объёмных насосов. Алгоритм выбора насоса. Поршневые насосы, устройство, принцип действия. Классификация поршневых насосов. Подача поршневых насосов. Поршневой насос двойного действия. Поршневой насос тройного действия.

Раздел 16. Основные конструктивные типы роторных насосов.

Тема 1. Принцип и особенности работы роторных насосов. Конструкции и особенности работы роторно-вращательных насосов. Шестеренные насосы. Многоступенчатые шестеренные насосы. Расчет основных параметров шестеренных насосов. Винтовые насосы.

Раздел 17. Роторно-поступательные насосы.

Тема 1. Шиберные (пластинчатые) насосы. Пластинчатые насосы однократного действия. Расчет рабочего объёма пластинчатого насоса одинарного действия. Пластинчатые насосы двукратного действия. Расчет рабочего объёма пластинчатого насоса двойного действия. Роторно-плунжерные насосы. Радиально-поршневые насосы.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Определение плотности и вязкости жидкости и газа при различных температурах и давлениях.

Тема 2. Режимы течения вязкой жидкости. Число Рейнольдса.

Тема 3. Определение режимов течения вязкой жидкости в кожухотрубном теплообменнике.

Тема 4. Гидростатика. Распределение давления в покоящейся жидкости.

Тема 5. Гидростатика. Дифференциальный жидкостной манометр.

Тема 6. Контрольная работа по гидростатике.

Тема 7. Расчет простых трубопроводов. Прямая задача.

Тема 8. Расчет простых трубопроводов. Обратная задача.

Тема 9. Определение диаметра трубопровода.

Тема 10. Расчет сложного трубопровода.

Тема 11. Истечение жидкостей из отверстий при постоянном напоре.

Тема 12. Истечение жидкости из насадков при постоянном напоре.

Тема 13. Контрольная работа по расчету сложного трубопровода.

Тема 14. Определение напора, создаваемого насосом в насосной установке.

Тема 15. Расчет рабочего колеса.

Тема 16. Выбор насоса по каталогу.
Тема 17. Подобие лопастных насосов. Законы пропорциональности.
Тема 18. Поршневые насосы.

3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Тема курсовой работы: «Расчет центробежного насоса».
Задание включает в себя исходные данные и конкретно сформулированные отдельные задачи для полного расчёта:
1. Определить необходимый напор насоса.
2. Выбрать насос по каталогу и определить диаметр рабочего колеса, обеспечивающий получение требуемого напора.
3. Построить характеристику выбранного насоса.
4. Пересчитать характеристику насоса на частоты вращения, составляющие 80, 90 и 110% от расчетной частоты, и построить полученные характеристики.
5. Определить мощность электродвигателя и выбрать тип электродвигателя по каталогу.
6. Определить основные геометрические характеристики рабочего колеса и спиральной камеры выбранного насоса.
7. Определить допустимую высоту всасывания.
8. На листах формата А4 или А3 начертить общий вид рабочего колеса в двух проекциях и общий вид спиральной камеры.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 2.302-68. Единая система конструкторской документации Масштабы (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.302-68*
2. ГОСТ 2.304-81. Единая система конструкторской документации. Шрифты чертёжные (с Изменениями № 1, 2). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.304-81
3. ГОСТ 2.303-68. Единая система конструкторской документации. Линии (с Изменениями № 1, 2). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.303-68*
4. ГОСТ 2.306-68. Единая система конструкторской документации. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертёж. https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.306-68*
5. ГОСТ 2.307-68. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.307-68*
6. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы (с Изменениями № 1, 2, 3). https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.301-68*
7. ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации. Общие положения. https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_2.051-2013

4.2 Основная литература

1. Гусев, А. А. Механика жидкости и газа : учебник для вузов / А. А. Гусев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 232 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05485-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/468515 (дата обращения: 30.04.2023).

2. Гидравлика : учебник и практикум для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, А. Г. Коваленко, И. В. Кудинов ; под редакцией В. А. Кудинова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 386 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01120-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/469256 (дата обращения: 30.04.2023).

4.3 Дополнительная литература

1. Леонтьев В.К., Барашева М.А. Насосы и насосные установки: расчет насосной установки: учебное пособие для вузов - 2-е изд. - М.: ЮРАЙТ, 2021. 142 с. https://urait.ru/book/nasosy-i-nasosnye-ustanovki-raschet-nasosnoy-ustanovki-476813

2. Тарасова Л.А., Терехов М.А. Центробежные насосы. Конструкции и рабочие характеристики: учебное пособие. М.: МГУИЭ, 2005. 85с.

3. Щерба В.Е. Теория, расчет и конструирование поршневых компрессоров объемного действия: учебное издание для вузов – 2 изд., доп. – М.: ЮРАЙТ, 2021, 323 с. https://urait.ru/book/teoriya-raschet-i-konstruirovanie-porshnevyh-kompressorov-obemnogo-deystviya-474941

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Механика жидкости и газа https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7823

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. ИСС Гарант https://www.garant.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная, лабораторная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, лабораторные работы консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу необходимо продумать план его проведения, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены. В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам по вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в

ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать

необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Механика жидкости и газа»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Самостоятельные и контрольные работы	Оценка в соответствии со шкалой в пункте 7.2.1.
Тестирование (промежуточное и итоговое)	Оценка в соответствии со шкалой в пункте 7.2.2.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Шкала оценивания самостоятельных и контрольных работ

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Задача правильно решена и оформлена.
Хорошо	Задача решена правильно, но допущены незначительные ошибки в расчетах.
Удовлетворительно	Имеются ошибки в расчетах, но частично задача решена.
Неудовлетворительно	Задача решена неправильно.

7.2.2. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 86% до 100%
хорошо	от 73% до 85%
удовлетворительно	от 60% до 72%
неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.2.3. Шкала оценивания промежуточной аттестации (экзамен)

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Студент демонстрирует знания, умения, навыки, оперирует

	приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, либо им допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Студент демонстрирует знания, в которых освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

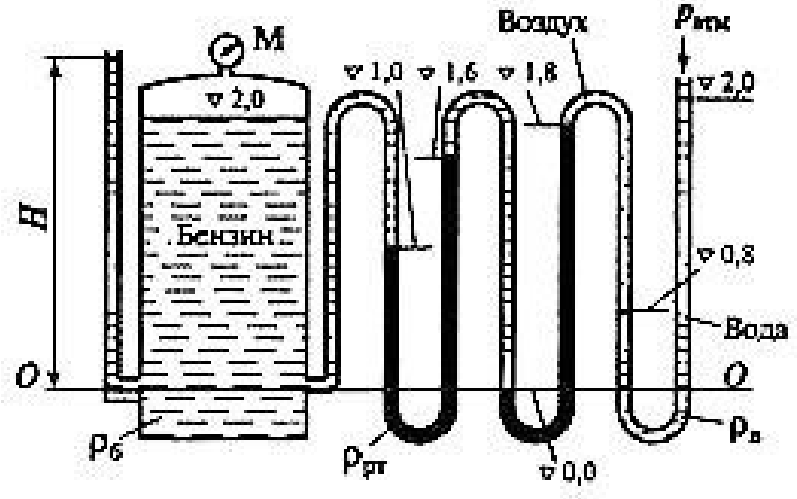
7.3.1.1. Пример заданий к самостоятельным и контрольным р

Самостоятельная работа №1

Билет № 1 1. Определить кинематическую вязкость жидкости: рабочая жидкость - аммиак температура жидкости – T = 10°C. 2. Определить кинематическую вязкость газа: рабочий газ - воздух температура газа – T = 200°C, давление газа – P = 9 кгс/см^2	Билет № 2 1. Определить кинематическую вязкость жидкости: рабочая жидкость - анилин температура жидкости – T = 50°C. 2. Определить кинематическую вязкость газа: рабочий газ - азот температура газа – T = 500°C, давление газа – P = 800 мм.рт.ст
Билет № 3 1. Определить кинематическую вязкость жидкости: рабочая жидкость - ацетон температура жидкости – T = 25°C. 2. Определить кинематическую вязкость газа: рабочий газ - метан температура газа – T = 100°C, давление газа – P = 15 атм	Билет № 4 1. Определить кинематическую вязкость жидкости: рабочая жидкость - бензол температура жидкости – T = 10°C. 2. Определить кинематическую вязкость газа: рабочий газ - кислород температура газа – T = 250°C, давление газа – P = 25 кгс/см^2

Самостоятельная работа №2

1. Пьезометр и два жидкостных манометра присоединены к резервуару (см. рис.), наполненному бензином до отметки 2 м ($\rho_б$= 700 кг/м3). Определить показания манометра $P_м$ и пьезометра Н для уровней воды, ртути, указанных на рисунке в метрах. Плотностью воздуха можно пренебречь.



Самостоятельная работа №3

Билет №1	
Дан горизонтальный трубопровод, имеющий следующие параметры	
Диаметр трубопровода *d*, мм	150
Длина трубопровода *l*, м	200
Шероховатость *Δ*, мм	0,5
Рабочая жидкость	анилин
Температура рабочей жидкости *t*, ^{0}C	30
Вентиль нормальный, шт.	3
Плавный поворот *d/R*=1,2, шт.	3
Внезапное сужение, *f2/f1*	0,3
Перепад давления *ΔP*, атм	3
Определить расход жидкости?	
Билет №2	
Дан горизонтальный трубопровод, имеющий следующие параметры	
Диаметр трубопровода *d*, мм	200
Длина трубопровода *l*, м	500
Шероховатость *Δ*, мм	0,5
Рабочая жидкость	бензол
Температура рабочей жидкости *t*, 0_C	40
Вентиль нормальный, шт.	4
Плавный поворот *d/R*=1,6, шт.	2

Внезапное сужение, *f2/f1*	0
Перепад давления *ΔP*, атм	1,5
Определить расход жидкости?	

7.3.1.2. Вопросы для подготовки к электронному тестированию (экзамену)

1. Основные свойства жидкости
2. Понятие плотности. Определение плотности для жидкости и газа.
3. Закон Ньютона для вязкого трения.
4. Зависимость Вязкости от температуры для разных рабочих сред.
5. Определение вязкости для жидкости и газа.
6. Приборы для определения вязкости. Принцип их действия.
7. Режимы течения.
8. Критерий оценки режима течения
9. Физический смысл критерия Рейнольдса.
10. Определение Рейнольдса для произвольного сечения.
11. Силы, действующие в жидкости.
12. Уравнение Коши в напряжениях.
13. Уравнения неразрывности в дифференциальной форме.
14. Уравнения Эйлера для идеальной жидкости.
15. Понятие абсолютного покоя.
16. Понятие относительного покоя.
17. Силы, действующие в покоящейся жидкости.
18. Основное уравнение гидростатики в дифференциальной форме.
19. Явление гидростатического парадокса.
20. Два метода решения задач гидродинамики.
21. Определение поля скоростей и его характеристики.
22. Понятие линий тока. Трубки тока, траектории движения.
23. Дифференциальные уравнения линии тока и траектории движения.
24. Одномерное течение. Дифференциальное уравнение установившегося одномерного движения идеальной жидкости.
25. Уравнение неразрывности в интегральной форме (уравнение постоянства расходов).
26. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
27. Физический смысл составляющих уравнения Бернулли. Дифференциальное уравнение установившегося одномерного
28. Формулировка уравнения Бернулли.
29. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости.
30. Эпюры скоростей для различных режимов течения.
31. Коэффициент Корриолиса.
32. Кривые Никурадзе.
33. Закон Пуазейля.
34. Формула Дарси.
35. Определение коэффициента гидравлического сопротивления.
36. Физическая интерпретация зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от режимов течения.

37. Потери в местных сопротивлениях. Типы местных сопротивлений.
38. Приборы для определения расхода.
39. Способы определения скорости потока. Приборы для определения скорости потока.
40. Понятие простого трубопровода Прямая задача при расчете простого трубопровода.
41. Обратная задача при расчете простого трубопровода.
42. Определение диаметра трубопровода.
43. Расчет сложного трубопровода.
44. Истечение через малое отверстие в тонкой стенке в атмосферу.
45. Истечение через малое отверстие в тонкой стенке под уровень
46. Истечение через малое отверстия в тонкой стенке в закрытом аппарате.
47. Основные типы насадков.
48. Истечение через насадки в атмосферу.
49. Истечение через насадки под уровень.
50. Истечение через насадки в закрытом аппарате.
51. Истечение через систему трубопроводов в атмосферу.
52. Истечение через систему трубопроводов под уровень.
53. Истечение через систему трубопроводов в закрытом аппарате.
54. Истечение жидкости при переменном напоре.
55. Явление гидравлического удара в трубопроводе.
56. Уравнение Н.Е. Жуковского.
57. Способы предотвращения гидроудара.
58. Понятие гидравлической машины.
59. Классификация насосов по энергетическому принципу.
60. Основные параметры работы насосов.
61. Типы потерь в гидравлических машинах.
62. Понятие насосной установки.
63. Определение напора гидравлической машины.
64. Принципиальная схема центробежного насоса.
65. Основные элементы центробежного насоса.
66. Основное назначение подводящего устройства.
67. Принцип действия центробежного насоса (ЦН).
68. Классификации рабочих колес.
69. Движение жидкости в рабочем колесе.
70. Понятие угла атаки и угла отставания потока.
71. Основное назначение отводного устройства.
72. Основные типы рабочих колес.
73. Действительные характеристики ЦН.
74. Уравнение Эйлера для ЦН.
75. Действительный напор ступени.
76. Статическая и динамическая составляющие полного напора.
77. Влияние угла выхода потока на величину напора.
78. Совместная работа насоса и сети.
79. Характеристика сети.
80. Работа двух насосов на сеть.
81. Последовательное соединение компрессоров.
82. Параллельное соединение компрессоров.

83. Теорию подобия лопастных машин.
84. Три условия подобия.
85. Универсальная характеристика насоса.
86. Парабола подрезки. Применение, построение.
87. Определение диаметра подрезанного колеса.
88. Регулирование работы лопастных машин.
89. Суть метода дросселирования.
90. Что такое кавитация для лопастных машин.
91. Выбор насоса по каталогу.
92. Понятие осевой силы.
93. Принцип работы кривошипно-шатунного механизма.
94. Законы и графики подач для многоцилиндровых насосов.
95. Степень неравномерности подач поршневых насосов.
96. Индикаторная диаграмма, определение рабочей точки.
97. Регулирование поршневого насоса.
98. Клапаны, основные типы.
99. Принцип и особенности работы роторных насосов.
100. Характеристики роторных насосов.
101. Степень неравномерности подачи роторных насосов.
102. Конструкции шестеренчатых насосов.
103. Определение подачи и основных геометрических размеров шестеренчатых насосов.
104. Конструкции роторно-пластинчатых насосов.
105. Определение подачи и основных геометрических размеров роторно-пластинчатых насосов.
106. Определение основных геометрических размеров винтовых насосов

7.3.2. Промежуточная аттестация

Примеры экзаменационных билетов

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина *Механика жидкости и газа*
Образовательная программа ***16.03.03***
Курс **2**, семестр **3**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основные свойства жидкостей и газов.
2. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости (вывод).

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Механика жидкости и газа***
Образовательная программа ***16.03.03***
Курс **2**, семестр **3**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Режимы течения. Критерий оценки режима течения.
2. Определение потерь по длине трубопровода для ламинарного режима течения.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых/

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Механика жидкости и газа***
Образовательная программа ***16.03.03***
Курс **2**, семестр **3**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Силы, действующие в жидкости.
2. Приборы для определения расхода и скорости.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Институт/факультет **ХТиБ**, кафедра\центр **ПАХТ**
Дисциплина ***Механика жидкости и газа***
Образовательная программа ***16.03.03***
Курс **2**, семестр **3**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4

1. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме.
2. Кривые Никурадзе.

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Зав. кафедрой (директор центра) _____ / П.С. Громовых /