

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БОРИСОГЛЕБСКИЙ ФИЛИАЛ
(БФ ФГБОУ ВО «ВГУ»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
Механика жидкости и газа

1. Код и наименование направления подготовки:

15.03.01 Машиностроение

2. Профиль подготовки:

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавр

4. Форма обучения:

Очная, заочная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания

6. Составитель(и):

В. В. Благодарный, кандидат технических наук, доцент
Е. Н. Солодовникова, старший преподаватель кафедры прикладной математики, информатики, физики и методики их преподавания

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой дисциплины. Электронный вариант рабочей программы размещён на сайте БФ ВГУ. Следует обратить особое внимание на:

- основные цели и задачи дисциплины;
- перечень и содержание компетенций, на формирование которых направлена дисциплина;
- систему оценивания ваших учебных достижений;
- учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

В ходе лекций необходимо критически осмысливать предлагаемый материал, задавать вопросы, добиваться полного понимания изучаемых вопросов темы.

Приветствуются доклады с использованием презентаций, раздаточного материала, видеороликов и т.п.

Требования к оформлению рефератов и списка цитированных источников соответствуют требованиям к оформлению курсовых работ по кафедре ПМИФимП.

8. Методические материалы для обучающихся по освоению теоретических вопросов дисциплины

№ п/п	Тема лекции	Рассматриваемые вопросы
1	Введение в дисциплину	Предмет механики жидкости и газа. Примеры гидромеханических задач из различных отраслей техники. Краткие исторические сведения о развитии науки.
2	Свойства жидкости и газа	Строение жидкостей и газов. Сжимаемость, текучесть, вязкость, теплоемкость, теплопроводность жидкостей и газов. Гипотеза сплошности. Неньютоновские жидкости. Термические уравнения состояния. Растворимости газов в жидкостях, кипение, кавитация. Смеси. Особые свойства воды.
3	Основы кинематики жидкости и газа	Два метода описания движения жидкостей и газов. Понятие о линиях и трубках тока. Ускорение жидкой частицы. Расход элементарной струйки и расход через поверхность. Уравнение неразрывности. Вихревое и безвихревое (потенциальное) движения.
4	Общие законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов	Массовые и поверхностные силы. Напряжения поверхностных сил. Напряженное состояние. Уравнения движения в напряжениях. Уравнения гидростатики в форме Эйлера и их интегралы. Напряжения сил вязкости, обобщенная гипотеза Ньютона. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Уравнения Навье-Стокса, Бернулли. Основная формула гидростатики. Определение сил давления покоящейся среды на плоские и криволинейные стенки. Относительный покой жидкости. Относительное равновесие жидкости в ускоренно движущихся резервуарах.
5	Модель идеальной жидкости	Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Баротропные и бароклинные течения. Интегралы

№ п/п	Тема лекции	Рассматриваемые вопросы
		уравнения движения жидкости для разных случаев движения.
6	Теоремы об изменении интегралов движения	Закон изменения количества движения. Закон изменения момента количества движения. Силовое воздействие потока на ограничивающие его стенки. Потери энергии при движении жидкости и газа.
7	Подобие гидромеханических процессов	Понятие о методе размерностей. Числа и критерии подобия. Методы моделирования движения жидкости и газа. Методы аналогий.
8	Турбулентность и ее основные статистические характеристики	Возникновение турбулентности. Скорость, энергия и условия неразрывности при турбулентном течении. Турбулентные касательные напряжения и турбулентная вязкость. Уравнение Рейнольдса. Методы расчета турбулентности.
9	Численные методы в механике жидкости и газа	Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Одномерные стационарные задачи. Одномерные нестационарные задачи. Плоские и пространственные потоки.
10	Одномерные потоки жидкости и газа	Одномерная модель. Уравнение Бернулли. Гидравлические сопротивления, их физическая природа и классификация. Одномерное неустановившееся движение. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского.
11	Истечение жидкости и газа	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Насадки различных видов. Случаи малых ускорений – истечение из резервуаров при переменном напоре. Истечение газов из отверстий и сопел. Расходомеры.
12	Основы гидравлического расчета трубопроводов и газопроводов	Трубопроводы. Расчет кольцевых трубопроводных сетей. Уравнение Бернулли для установившегося потока газа Основы расчета газопровода. Нестационарные процессы в газопроводах.
13	Пневматические устройства	Газ как рабочее тело пневмопривода. Влажный воздух. Системы подготовки сжатого воздуха. Пневматические исполнительные устройства. Приводы с роторными и турбинными пневматическими двигателями. Распределительная и регулирующая арматура. Пневмоприводы транспортно-технологических машин. Средства пневмоавтоматики.
14	Гидравлические машины и передачи.	Гидромашины. Классификация насосов и гидродвигателей. Принцип действия динамических и объемных машин. Лопастные машины, их типы и характеристики. Назначение и области применения гидродинамических передач. Принцип действия и классификация. Объемные гидropередачи. Основные элементы гидropередач. Питающие установки. Нерегулируемые и регулируемые гидropередачи. Расчет и проектирование гидropередач. Схемы гидравлических и пневматических передач.

Вопросы к зачёту с оценкой по дисциплине

1. Физическое определение понятий: вес, масса, сила тяжести, тяготение, ускорение свободного падения.
2. Силы, действующие на жидкость при движении. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости.
3. Практическое применение уравнения Бернулли: диафрагмы, расходомеры, трубки полного и скоростного напоров.
4. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Полная энергия, её составляющие.
5. Силы, действующие на покоящуюся жидкость. Гидростатическое давление и его свойства. Единицы измерения давления.
6. Уравнения равновесия неподвижной жидкости; физический смысл уравнений. Поверхности равного давления и их свойства.
7. Закон распределения давления в жидкости, находящейся под действием силы тяжести. Эпюры давлений.
8. Законы гидростатического давления.
9. Абсолютное и избыточное давления, вакуум. Приборы для измерения давлений.
10. Передача жидкостью внешнего давления. Закон Паскаля и его технические приложения.
11. Равновесие твёрдого тела в жидкости, гидростатическая подъёмная сила.
12. Основное уравнение гидростатики, поверхности равного давления.
13. Коэффициенты сопротивления, скорости, сжатия и расхода при истечении жидкости через отверстия и насадки.
14. Давление жидкости на плоскую стенку и днище сосуда.
15. Гидростатический напор, эпюра гидростатического давления.
16. Структура турбулентного потока в трубе. Понятия – пограничный слой и ламинарный слой.
17. Характеристика турбулентного движения. Коэффициент гидравлического трения λ , шероховатость.
18. Гидравлический удар в трубах, явление фазы удара. Способы снижения ударного давления.
19. Характеристики ламинарного движения жидкости в трубе.
20. Уравнение Бернулли для струйки.
21. Истечение жидкости из отверстий при постоянном напоре.
22. Основное уравнение гидростатики.
23. Пьезометрический и гидростатический напоры.
24. Приборы для измерения давления.
25. Гидростатическое давление, внешние и внутренние силы, действующие на объем жидкости.
26. Давление жидкости на криволинейные стенки.
27. Жидкость и ее физические свойства.
28. Вязкость жидкости: Закон Ньютона для жидкостного трения.
29. Общая схема насосной установки, принцип её работы. Полный напор.
30. Кинематическая вязкость, зависимость от температуры. Вязкость смеси газов.
31. Испарение, кипение жидкостей. Растворение газов в жидкости
32. Режимы движения жидкостей, основные виды их движения.
33. Особенности движения жидкостей, определяющие критерии.
34. Основные задачи и методы исследования вопросов гидродинамики. Местные скорости, линии и трубки тока, их свойства.
35. Потери напора на трение и местные сопротивления.
36. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.
37. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке.

38. Сообщающиеся сосуды.
39. Истечение жидкости через насадки.
40. Общие характеристики центробежного насоса.
41. Местные сопротивления при внезапном расширении и при внезапном сужении потока.
42. Основное уравнение равномерного движения жидкости.
43. Как определить расход жидкости с помощью расходомера Вентури.
44. Что такое гидравлический и пьезометрический уклоны?
45. Потери напора на трение при движении жидкости в трубах, влияние шероховатостей на коэффициент трения λ .
46. Определение равнодействующей силы давления жидкости на плоскую стенку. Величина равнодействующей, центр давления.
47. Потери напора по длине при турбулентном движении жидкости.
48. Режимы движения жидкостей.
49. Термодинамические свойства газов; уравнение Бернулли для потоков газов.
50. Устройство и принцип действия центробежных и осевых вентиляторов.

9. Методические материалы для обучающихся по подготовке к практическим/лабораторным занятиям

Типовые задания для организации индивидуальной работы (индивидуальные задания)

Темы 1-3.

1. Основные физические свойства жидкостей и газов.
2. Физическое строение жидкостей и газов.
3. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.
4. Гипотеза сплошности.
5. Смеси.
6. Особые свойства воды.
7. Основная формула гидростатики.

Темы 4-11.

1. Понятие о линиях и трубках тока.
2. Уравнение неразрывности (сплошности) в разных формах.
3. Массовые и поверхностные силы.
4. Ускорение жидкой частицы.
5. Вихревое и безвихревое (потенциальное) движения.
6. Обобщенная гипотеза Ньютона.
7. Напряжения сил вязкости.
8. Модель идеальной (невязкой) жидкости.
9. Уравнения Эйлера.
10. Силовое воздействие потока на ограничивающие его стенки.
11. Подобие гидромеханических процессов.
12. Общее уравнение энергии.
13. Турбулентность.
14. Одномерные потоки жидкостей и газов.
15. Обобщение уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости.
16. Гидравлические сопротивления, их физическая природа и классификация.

17. Основная формула равномерного движения.
18. Сопротивления по длине для напорных и безнапорных потоков.
19. Данные о гидравлическом коэффициенте трения.
20. Зоны сопротивления.
21. Местные гидравлические сопротивления, основная формула.
22. Виды местных сопротивлений.
23. Расчеты одномерных стационарных напорных и безнапорных потоков.
24. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки.
25. Истечение жидкости через «малые» отверстия в тонкой стенке: средняя скорость, расход, траектория струи жидкости; истечение через затопленные отверстия.
26. Особенности истечения через внешний цилиндрический насадок.
27. Одномерное неустановившееся движение, основное уравнение, инерционный напор.
28. Случаи малых ускорений – истечение из резервуаров при переменном напоре.
29. Гидравлический удар в трубах, формула Жуковского.
30. Основы теории лопастных насосов.
31. Центробежные насосы, схема проточной части, кинематика потока.
32. Уравнение Эйлера.
33. Теоретический напор, влияние конструктивных и режимных параметров.
34. Полезный напор.
35. Баланс энергии.
36. Коэффициенты полезного действия.
37. Характеристики центробежных насосов.
38. Основы теории подобия и формулы пересчета.
39. Коэффициент быстроходности и типы лопастных насосов.
40. Основные сведения об осевых насосах.
41. Насосные установки.
42. Регулирование подачи.
43. Последовательное и параллельное соединение насосов.
44. Кавитация в лопастных насосах.

Тема 12-14.

1. Уравнение Бернулли для установившегося потока газа.
2. Основы расчета газопровода.
3. Нестационарные процессы в газопроводах.
4. Истечение газа из резервуара.
5. Истечение газа из неограниченного резервуара.
6. Истечение газа из ограниченного резервуара.
7. Докритический и сверхкритический режимы истечения.
8. Одномерные потоки газа, основные уравнения.
9. Параметры торможения и критическая скорость.
10. Внешние воздействия на поток и условия перехода через критическое состояние.
11. Прямой скачок уплотнения.
12. Общие уравнения плоского потенциального течения газа.
13. Распространение в газе малых возмущений.
14. Понятие о методе малых возмущений при дозвуковых течениях.
15. Лопастные машины.
16. Основы теории лопастных вентиляторов.
17. Центробежные вентиляторы, схема проточной части, кинематика потока.
18. Теоретический напор, влияние конструктивных и режимных параметров.

19. Полезный напор.
20. Коэффициенты полезного действия.

10. Тематика рефератов/докладов/эссе, методические рекомендации по выполнению контрольных и курсовых работ, иные материалы

Примерные темы для подготовки докладов и подготовки к зачёту с оценкой по дисциплине:

1. Основные физические свойства жидкостей и газов.
2. Физическое строение жидкостей и газов.
3. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред.
4. Гипотеза сплошности.
5. Основная формула гидростатики.
6. Понятие о линиях и трубках тока.
7. Уравнение неразрывности (сплошности) в разных формах.
8. Массовые и поверхностные силы.
9. Вихревое и безвихревое (потенциальное) движения.
10. Обобщенная гипотеза Ньютона.
11. Напряжения сил вязкости.
12. Модель идеальной (невязкой) жидкости.
13. Уравнения Эйлера.
14. Подобие гидромеханических процессов.
15. Общее уравнение энергии.
16. Турбулентность.
17. Уравнения Навье-Стокса и Рейнольдса.
18. Одномерные потоки жидкостей и газов.
19. Обобщение уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости.
20. Гидравлические сопротивления, их физическая природа и классификация.
21. Основная формула равномерного движения.
22. Сопротивления по длине для напорных и безнапорных потоков.
23. Местные гидравлические сопротивления, основная формула.
24. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки.
25. Одномерное неустановившееся движение, основное уравнение.
26. Лопастные машины.
27. Основы теории лопастных насосов.
28. Центробежные насосы, схема проточной части, кинематика потока.
29. Характеристики центробежных насосов.
30. Основы теории подобия и формулы пересчета.
31. Насосные установки.
32. Последовательное и параллельное соединение насосов.
33. Кавитация в лопастных насосах.
34. Свойства газов, модели газов.
35. Уравнение Бернулли для установившегося потока газа.
36. Основы расчета газопровода.
37. Нестационарные процессы в газопроводах.
38. Истечение газа из резервуара.
39. Истечение газа из неограниченного резервуара.
40. Истечение газа из ограниченного резервуара.
41. Докритический и сверхкритический режимы истечения.
42. Одномерные потоки газа, основные уравнения.

43. Параметры торможения и критическая скорость.
44. Газодинамические функции.
45. Внешние воздействия на поток и условия перехода через критическое состояние.
46. Прямой скачок уплотнения.
47. Общие уравнения плоского потенциального течения газа.
48. Основы теории лопастных вентиляторов.
49. Центробежные вентиляторы, схема проточной части, кинематика потока.
50. Теоретический напор, влияние конструктивных и режимных параметров.