

**«Национальный исследовательский технологический университет
«МИСИС»**

в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСИС»)

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
ГФ НИТУ «МИСИС»
от «28» июня 2024 г.
протокол № 6

Рабочая программа дисциплины Гидравлика

| | |
|------------------------|--|
| Закрепленная кафедра | <u>Кафедра горного дела</u> |
| Направление подготовки | 21.05.04 Горное дело |
| Специализация | Электротехнические системы, машины и оборудование горных предприятий |
| Квалификация | <u>Горный инженер (специалист)</u> |
| Форма обучения | <u>Очная</u> |
| Общая трудоемкость | 4 ЗЕТ |

| | |
|-------------------------|------------|
| Часов по учебному плану | <u>144</u> |
| в том числе: | |
| аудиторные занятия | <u>54</u> |
| самостоятельная работа | <u>54</u> |
| часов на контроль | <u>36</u> |
| Семестр(ы) изучения | <u>5</u> |

Формы контроля в семестре:
экзамен в 5 семестре
курсовая работа в 5 семестре

Распределение часов дисциплины по курсам

| Семестр | 5 | | Итого |
|-------------------|-----|-----|-------|
| | УП | РП | |
| Вид занятий | | | |
| Лекции | 18 | 18 | 18 |
| Практические | 18 | 18 | 18 |
| Лабораторные | 18 | 18 | 18 |
| Контактная работа | 54 | 54 | 54 |
| Сам. работа | 54 | 54 | 54 |
| Часы на контроль | 36 | 36 | 36 |
| Итого: | 144 | 144 | 144 |

Год набора 2024

Программу составил:
Терехин Евгений Петрович, доцент, к.т.н.
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью

подпись

Рабочая программа дисциплины
Гидравлика

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)

Выпуск 3:
от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2024 года набора:
21.05.04 Горное дело, Электротехнические системы, машины и оборудование горных предприятий, утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 28.06.2024 г., протокол №6.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
горного дела
наименование кафедры

Протокол от «13» июня 2024 г. № 13

Зав. кафедрой ГД

подпись

А.А. Казанцев
И.О. Фамилия

«13» июня 2024 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зав кафедрой ГД, к.т.н.
должность, уч.ст., уч.зв. – при наличии

подпись

А.А. Казанцев
И.О. Фамилия

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

Цель дисциплины – формирование умений и навыков, необходимых для усвоения разделов специальных дисциплин горного профиля, в которых изучаются соответствующие гидромеханические процессы горного производства, технические средства их реализации, методы управления ими и повышения их энергоэффективности и экологичности.

Задачи дисциплины:

1. Изучение основных законов статики и кинематики жидкостей и газов в приложении к решению конкретных инженерных задач гидростатики и динамики реальных (вязких) жидкостей в областях горного дела;
2. Приобретение навыков работы со справочной литературой;
3. Приобретение навыков расчета простых и сложных гидравлических сетей, а также фильтрационных задач, встречающихся в горном деле.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | | |
|--------------------------------------|--|---------|
| Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная) | | Базовая |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающихся | |
| 2.1.1 | Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика | |
| 2.1.2 | Физика 1 | |
| 2.1.3 | Физика 2 | |
| 2.1.4 | Физика 3 | |
| 2.1.5 | Математика1 | |
| 2.1.6 | Математика2 | |
| 2.1.7 | Математика3 | |
| 2.1.8 | Метрология, стандартизация и сертификация | |
| 2.1.9 | Теоретическая механика | |
| 2.1.10 | Технология конструкционных материалов | |
| 2.1.11 | Основы горного дела | |
| 2.2 | Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины как предшествующее | |
| 2.2.1 | Гидравлические машины и гидропривод | |
| 2.2.2 | Надежность и диагностика горных машин | |
| 2.2.3 | Водошламовое хозяйство | |
| 2.2.4 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.5 | Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 2 | |
| 2.2.6 | Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 3 | |
| 2.2.7 | Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 4 | |
| 2.2.8 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.9 | Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защите и процедуру защиты | |

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| | |
|--|--|
| УК-2: способен собирать и интерпретировать данные и принимать решение в сложных ситуациях в рамках своей деятельности, умение обосновывать принятые решения, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла; | |
| Знать: | 3-1 законы статики и кинематики жидкостей и их взаимодействия с твердыми телами и оконтуривающими поверхностями; 3-2 методы решения базовых задач гидростатики и динамики реальных жидкостей; 3-3 методы расчета простых и сложных гидравлических сетей; |
| Уметь: | У-1 пользоваться технической и справочной литературой; У-2 «читать» технические чертежи, гидравлические схемы; У-3 рассчитывать гидравлические сети и решать базовые задачи гидравлики; |
| Владеть навыком: | Н-1 работы со справочной литературой при расчете гидравлических сетей; |
| ОПК- 16: способен участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов; | |
| Знать: | 3-1 основные методы расчета простейших фильтрационных задач; 3-2 закономерности процесса истечения жидкостей из отверстий и насадок; 3-3 методики определения силы давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности; |

| | |
|------------------|---|
| Уметь: | У-1 решать прямую и обратную задачи гидравлики; У-2 рассчитывать характеристики процесса истечения жидкостей из отверстий и насадок; У-3 применять уравнения статики жидкостей и газов для исследования распределения давления в неподвижных жидкостях и газах; |
| Владеть навыком: | Н-1 решения прикладных задач гидравлики, встречающихся в профессиональной сфере. |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ | | | | | | |
|---------------------------|--|----------|--------------|-------------------------------|---------------------------------|------------|
| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр | Кол-во часов | Компетенции | Литература | Примечание |
| 1 | Раздел 1. Гидростатика | 5 | 18 | | | |
| 1.1 | Краткая история развития механики жидкости и газа. Предмет гидравлика. Основные физические свойства жидкости. <i>/лекция/</i> | 5 | 2 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 1.2 | Определение параметров жидкости на основе ее физических свойств. <i>/практика /</i> | 5 | 2 | УК-2 У-1, У-2, У-3 Н-1 | Л1.1, Л3.4 | |
| 1.3 | Виртуальная ЛР по изучению относительного покоя жидкости при вращательном движении. <i>/лабораторная/</i> | 5 | 3 | УК-2 У-1, У-2, У-3, Н-1 | Л3.2, Л3.3 | |
| 1.4 | Гидростатическое давление и его свойства. Уравнения равновесия жидкости Эйлера. Основное уравнение гидростатики. <i>/лекция /</i> | 5 | 2 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 1.5 | Определение давления жидкости по закону Паскаля. <i>/практика/</i> | 5 | 2 | УК-2 У-1, У-2, У-3 Н-1 | Л1.1, Л3.4 | |
| 1.6 | ЛР на стенде «Гидравлика» по измерению давления и расхода, определению режима течения жидкости. <i>/лабораторная/</i> | 5 | 3 | УК-2 У-1, У-2, У-3, Н-1 | Л3.2, Л3.3 | |
| 1.7 | Передача силы через жидкость. Взаимодействие жидкости с твердым телом, погруженным в нее. Силы давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. <i>/лекция /</i> | 5 | 2 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 1.8 | Определение силы давления жидкости на наклонную плоскую стенку. <i>/практика/</i> | 5 | 2 | УК-2 У-1, У-2, У-3 Н-1 | Л1.1, Л3.4 | |
| 2 | Раздел 2. Гидродинамика | 5 | 22 | | | |
| 2.1 | Основы кинематики сплошной среды. Установившееся и неустановившееся движение сплошной среды. Расход. Уравнение неразрывности потока. <i>/ лекция/</i> | 5 | 2 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 2.2 | Виды движения жидкости. Основные гидравлические элементы потока. Уравнения Эйлера для движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для трубки тока идеальной жидкости. <i>/лекция/</i> | 5 | 2 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 2.3 | Применение уравнения Бернулли для гидравлических расчетов. <i>/практика/</i> | 5 | 2 | УК-2 У-1, У-2, У-3 Н-1 | Л1.1, Л3.4 | |
| 2.4 | ЛР на стенде «Гидравлика» по истолкованию уравнения Бернулли и построение пьезометрической и напорной линий. <i>/лабораторная/</i> | 5 | 2 | УК-2 У-1, У-2, У-3, Н-1 | Л3.2, Л3.3 | |
| 2.5 | Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнения Навье - Стокса). Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости. Режимы движения жидкости. <i>/лекция/</i> | 5 | 2 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |

| | | | | | | |
|----------|--|----------|-----------|--|---------------------------------|--|
| 2.6 | Гидравлические сопротивления. Линейные и местные потери напора (давления). Гидравлический расчет трубопроводов. <i>/лекция/</i> | 5 | 2 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 2.7 | Определение сопротивлений в гидротрубопроводах. Расчёт и построение напорной и пьезометрической линий. <i>/практика/</i> | 5 | 2 | УК-2 У-1, У-2, У-3 Н-1 | Л1.1, Л3.4 | |
| 2.8 | Гидравлический расчёт сложного трубопровода. <i>/практика/</i> | 5 | 4 | УК-2 У-1, У-2, У-3 Н-1 | Л1.1, Л3.4 | |
| 2.9 | ЛР на стенде «Гидравлика» по определению гидравлического коэффициента трения в напорном трубопроводе. <i>/лабораторная/</i> | 5 | 2 | УК-2 У-1, У-2, У-3, Н-1 | Л3.2, Л3.3 | |
| 2.10 | ЛР на стенде «Гидравлика» по исследованию зависимости коэффициента гидравлического трения (λ) от числа Рейнольдса (Re). <i>/лабораторная/</i> | 5 | 2 | УК-2 У-1, У-2, У-3, Н-1 | Л3.2, Л3.3 | |
| 3 | Раздел 3. Прикладная гидравлика | 5 | 14 | | | |
| 3.1 | Истечение жидкости из отверстий и насадков. Гидравлический удар в напорном трубопроводе. Безнапорное движение жидкости. Фильтрация. <i>/лекция/</i> | 5 | 2 | ОПК-16 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 3.2 | Определение параметров при истечении жидкости из отверстий и насадков различной формы. <i>/практика/</i> | 5 | 2 | ОПК-16 У-1, У-2, У-3 Н-1 | Л1.1, Л3.4 | |
| 3.3 | Виртуальная ЛР по экспериментальному изучению прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе. <i>/лабораторная/</i> | 5 | 3 | УК-2 У-1, У-2, У-3, Н-1 | Л3.2, Л3.3 | |
| 3.4 | Виртуальная ЛР по изучению фильтрации в песчаном грунте на установке Дарси. <i>/лабораторная/</i> | 5 | 3 | УК-2 У-1, У-2, У-3, Н-1 | Л3.2, Л3.3 | |
| 3.5 | Теория гидродинамического подобия и моделирования. <i>/лекция/</i> | 5 | 2 | ОПК-16 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 3.6 | Применение теории подобия к решению практических задач. <i>/практика/</i> | 5 | 2 | ОПК-16 У-1, У-2, У-3 Н-1 | Л1.1, Л3.4 | |
| 4 | Самостоятельная работа студента | 5 | 54 | | | |
| 4.1 | Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса. | 5 | 5 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 ОПК-16 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 4.2 | Тема для самостоятельной проработки: Особенности строения жидкостей и газов. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. | 5 | 4 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 ОПК-16 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 4.3 | Тема для самостоятельной проработки: Особенности турбулентного движения. Распределение осредненных скоростей по сечению. | 5 | 4 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 4.4 | Тема для самостоятельной проработки: Графики Никурадзе и Мурина. | 5 | 4 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 4.5 | Тема для самостоятельной проработки: Конечнo-разностные формы уравнения Навье-Стокса. | 5 | 4 | УК-2 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 4.6 | Тема для самостоятельной проработки: Принципы физического моделирования. | 5 | 4 | ОПК-16 3-1, 3-2, 3-3 | Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2 | |
| 4.7 | Подготовка и защита ЛР №1,2 по первому периоду текущего контроля. | 5 | 5 | УК-2 3-1.49, 3-2, 3-3, | Л3.2, Л3.3 | |

| | | | | | | |
|------|--|---|----|--|---------------|--|
| | | | | У-1, У-2, У-3, Н-1 | | |
| 4.8 | Подготовка и защита ЛР №3-5 по последнему периоду текущего контроля. | 5 | 5 | УК-2 3-1.49, 3-2, 3-3, У-1, У-2, У-3, Н-1 | ЛЗ.2, ЛЗ.3 | |
| 4.9 | Подготовка и защита ЛР №6-7 по последнему периоду текущего контроля. | 5 | 5 | УК-2 3-1.49, 3-2, 3-3, У-1, У-2, У-3, Н-1 | ЛЗ.2, ЛЗ.3 | |
| 4.10 | Выполнение курсовой работы. | 5 | 14 | УК-2 У-1, У-2, Н-1 ОПК-16 У-1, У-3, Н-1 | Л 3.1 | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей и промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации (материалы для оценки знаний УК-2 3-1, 3-2, 3-3; ОПК-16 3-1, 3-2, 3-3)

1. Структура и особенности жидкого и газообразного состояния. Гипотеза сплошности. Предмет и методы гидравлики.
2. Основные физические свойства жидкости и газа (Текучесть, плотность, сжимаемость, температурное расширение, поверхностное натяжение).
3. Закон вязкого трения И. Ньютона. Вязкость. Свойства газов.
4. Понятие об идеальной жидкости. Какие жидкости относятся к аномальным? В чем отличие аномальных жидкостей от ньютоновских?
5. Что характеризует испаряемость жидкости? От чего зависит растворимость газов в жидкости? Коэффициент растворимости?
6. Закон Архимеда? Что такое остойчивость плавающего тела?
7. Основы кинематики и динамики жидкости. Классификация движений.
8. Уравнение неразрывности для сжимаемой и несжимаемой жидкости. Средняя скорость.
9. Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Давление абсолютное, избыточное и разрежение.
10. Равновесие жидкости под действием силы тяжести. Распределение давления по глубине.
11. Измерение давления высотой столба жидкости. Приборы для измерения давления.
12. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса и его критические значения.
13. Основные гидравлические элементы потока: живое сечение, средняя скорость, гидравлический радиус, смоченный периметр, расход.
14. Вывод уравнения Эйлера для движения идеальной жидкости. Уравнение Эйлера как выражение закона сохранения импульса (или принципа Д. Аламбера) для движущейся сплошной невязкой среды.
15. Уравнение Д. Бернулли для идеальной жидкости. Энергетический и гидравлический смысл.
16. Уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости. Энергетический и гидравлический смысл.
17. Уравнение Д. Бернулли в единицах давления. Правила применения уравнения Бернулли.
18. Методы и приборы для измерения скорости и расхода, их классификация.
19. Потери энергии при движении жидкости.
20. Потери давления по длине и на местных сопротивлениях.
21. Ламинарный режим движения жидкости. Распределение скорости и потери давления при ламинарном движении.
22. Турбулентный режим движения жидкости. Распределение скорости и потери давления при турбулентном режиме. Коэффициент трения. Эквивалентная шероховатость.
23. Графики Никурадзе и Мурина.
24. Истечение жидкости при постоянном напоре из отверстия с острыми кромками.
25. Истечение жидкости из насадок и сопел.
26. Назовите область применения цилиндрических насадков и дайте им краткую характеристику.
27. Назовите область применения конических насадков и дайте им краткую характеристику.
28. Особенности истечения газов.
29. Классификация трубопроводов.
30. Система уравнений и задачи гидравлического расчета трубопроводов.
31. Метод расчета простых трубопроводов.
32. Методы расчета сложных трубопроводов.
33. Значение теории подобия. Понятие о физическом подобии и моделировании.

34. Основная теорема теории подобия.
35. Движение грунтовых вод. Основные понятия движения грунтовых вод.
36. Скорость фильтрации. Формула Дарси. Коэффициент фильтрации и методы его определения.
37. Ламинарная и турбулентная фильтрация.
38. Фильтрация через однородную земляную среду.
39. Гидравлический удар в напорном трубопроводе. Причины и методы предотвращения.
40. Понятие прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе.
41. Формула Н. Е. Жуковского для определения повышения давления при прямом гидравлическом ударе.

Вопросы для проверки умений и навыков:

1. Коэффициент объемного сжатия определяется по формуле

а) $\beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}$; б) $\beta_V = -\frac{1}{V} \frac{dV}{dP}$;

в) $\beta_V = \frac{1}{V} \frac{dP}{dV}$; г) $\beta_V = -\frac{1}{P} \frac{dP}{dV}$. (УК-2 У-3, Н-1)

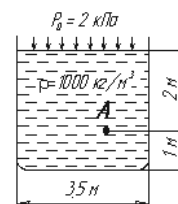
2. Чему равно гидростатическое давление в точке А ?

- а) 19,62кПа; б) 31,43кПа; в) 21,62кПа; г) 103кПа. (УК-2 У-3, Н-1)

3. Основное уравнение гидростатического давления записывается в виде

а) $P = P_{атм} + \rho gh$; б) $P = P_0 - \rho gh$;

в) $P = P_0 + \rho gh$; г) $P = P_0 + \rho \gamma h$. (УК-2 У-3, Н-1)



4. Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту $H = 15$ см. Чему равна скорость жидкости в трубопроводе

- а) 2,94м/с; б) 17,2м/с; в) 1,72м/с; г) 8,64 м/с. (УК-2 У-3, Н-1)

5. Уравнение неразрывности течений (соотношение скоростей и площадей сечения) имеет вида

а) $\omega_1 v_2 = \omega_2 v_1 = \text{const}$; б) $\omega_1 v_1 = \omega_2 v_2 = \text{const}$; в) $\omega_1 \omega_2 = v_1 v_2 = \text{const}$; г) $\omega_1 / v_1 = \omega_2 / v_2 = \text{const}$ (УК-2 У-3, Н-1)

6. При $Re < 2300$ режим движения жидкости (УК-2 У-3, Н-1)

- а) кавитационный; б) турбулентный; в) переходный; г) ламинарный.

7. При $2300 < Re < 4000$ режим движения жидкости (УК-2 У-3, Н-1)

- а) кавитационный; б) турбулентный; в) переходный; г) ламинарный.

8. Диаметр отверстия в резервуаре равен 10 мм, а диаметр истекающей через это отверстие струи равен 8 мм. Чему равен коэффициент сжатия струи?

- а) 1,08; б) 1,25; в) 0,08; г) 0,8. (ОПК-16 У-1, У-2, Н-1)

9. Из резервуара через отверстие происходит истечение жидкости с турбулентным режимом. Напор $H = 38$ см, коэффициент сопротивления отверстия $\xi = 0,6$. Чему равна скорость истечения жидкости?

- а) 4,62м/с; б) 1,69м/с; в) 4,4м/с.; г) 0,34 м/с. (ОПК-16 У-1, У-2, У-3, Н-1)

10. При подаче жидкости по разветвленным трубопроводам 1, 2, и 3 расход жидкости (см. ниже)

11. При подаче жидкости по параллельно соединенным трубопроводам 1, 2, и 3 расход жидкости в них

а) $Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$;

б) $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$;

в) $Q_1 > Q_2 > Q_3$;

г) $Q_1 < Q_2 < Q_3$. (ОПК-16 У-1, У-2, У-3, Н-1)

Формирование умений и навыков УК-2 У-1, У-2, У-3, Н-1 проверяется также при защите лабораторных работ и материалов курсового проекта.

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Курсовая работа на тему «Гидравлический расчёт сложного трубопровода» (по вариантам). Для выполнения графической части и оформления пояснительной записки рекомендуется использовать программное обеспечение Компас-3D (П1) и Microsoft Office (П2). Объем курсовой работы 10-15 листов формата А4.

Подготовка и защита ЛР №1-7. Лабораторные работы выполняются в лаборатории группой во время занятий, а расчеты, оформление и подготовка к защите – самостоятельно. Защита всех ЛР является допуском к экзамену.

Перечень тем лабораторных работ:

1. Виртуальная ЛР по изучению относительного покоя жидкости при вращательном движении.
2. ЛР на стенде «Гидравлика» по измерению давления и расхода, определению режима течения жидкости.
3. ЛР на стенде «Гидравлика» по истолкованию уравнения Бернулли и построение пьезометрической и напорной линий.
4. ЛР на стенде «Гидравлика» по определению гидравлического коэффициента трения в напорном трубопроводе.
5. ЛР на стенде «Гидравлика» по исследованию зависимости коэффициента гидравлического трения (λ) от числа Рейнольдса (Re).

| |
|--|
| <p>6. Виртуальная ЛР по экспериментальному изучению прямого гидравлического удара в напорном трубопроводе.</p> <p>7. Виртуальная ЛР по изучению фильтрации в песчаном грунте на установке Дарси.</p> <p>Перечень тем практических занятий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определение параметров жидкости на основе ее физических свойств. 2. Определение давления жидкости по закону Паскаля. 3. Определение силы давления жидкости на наклонную плоскую стенку. 4. Применение уравнения Бернулли для гидравлических расчетов. 5. Определение сопротивлений в гидролиниях. Расчёт и построение напорной и пьезометрической линий. 6. Определение параметров при истечении жидкости из отверстий и насадков различной формы. 7. Применение теории подобия к решению практических задач. |
| Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена |
| <p>Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 практический вопрос (задачу) из установленного перечня.</p> <p>Билеты хранятся на кафедре и утверждены заведующим кафедрой</p> |
| Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР) |
| <ul style="list-style-type: none"> • Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: экзамен в 5-м семестре, курсовая работа в 5-м семестре. • Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости - балльно-рейтинговая: <ul style="list-style-type: none"> - посещение лекций – 1 балл за 1 час занятия (всего 18 час занятий), итого не более 18 баллов; - выполнение практических работ – по 2 балла за ПЗ (всего 7 тем занятий), итого не более 14 баллов; - подготовка и защита ЛР №1-7– 21 балл (3 балла за ЛР); - подготовка доклада на студенческую конференцию в рамках материала изучаемого курса с очным выступлением – 7 баллов <p>ИТОГО не более 60 баллов в семестре.</p> • Условие допуска к экзамену по дисциплине – наличие не менее 35 баллов семестровой работы с обязательной защитой всех ЛР. • Методика расчета оценки на экзамене. <p>Ответ на экзамене оценивается в 40 баллов: до 30 баллов за ответ на теоретические вопросы и до 10 баллов за ответ на практическое задание. Критерии определения оценок на экзамене изложены в разделе 5 Положения о промежуточной аттестации студентов ФГАОУ ВО НИТУ «МИСиС» (П 239.09-14)</p> • Условие допуска к защите курсовой работы – наличие законченной курсовой работы – 60 баллов. • Оценка за защиту курсовой работы. <p>Ответы на вопросы при защите курсовой работы оцениваются в 40 баллов. Задается не менее 4 вопросов</p> |

| 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | | | | |
|---|---|---|--|--|
| 6.1. Рекомендуемая литература | | | | |
| 6.1.1 Основная литература | | | | |
| Обозначение | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
| Л 1.1 | <u>Гейер В.Г.</u> , <u>Дулин В.С.</u> , <u>Боруменский А.Г.</u> , <u>Заря А.Н.</u> | Гидравлика и гидропривод: Учебник для вузов | ГФ НИТУ «МИСИС» | М. : Недра, 1981 . – 295 с. |
| Л 1.2 | Гроховский Д. В. | Основы гидравлики и гидропривод: учебное пособие. | Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/135127.html | Санкт-Петербург: Политехника, 2024. — 237 с. — ISBN 978-5-7325-1201-4. |
| 6.1.2 Дополнительная литература | | | | |

| Обозначение | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|---|--|---|--|---|
| Л 2.1 | Зуйков А.Л. | Гидравлика: учебник в 2 томах | Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/95543.html | М.: Издательство МИСИ – МГСУ, 2019— .ISBN978-5-7264-1817-9 Т.1: Основы механики жидкости. 2019.— 544с. ISBN 978-5-7264-1818-6 (т. 1) |
| Л 2.2 | Шейпак А.А. | Гидравлика и гидропневмопривод. Ч.1: Основы механики жидкости и газа : Учеб. пособ. | ГФ НИТУ «МИСиС» | М.: МГИУ, 2003 . – 192 с. |
| 6.1.3 Методические материалы | | | | |
| Обозначение | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
| Л 3.1 | Терехин Е.П. | Гидравлика/ Методические указания к выполнению курсовой работы | Платформа LMS Canvas «МИСИС» URL: https://lms.misis.ru/enroll/P46JM | ГФ НИТУ «МИСиС», 2022 (электронный ресурс) |
| Л 3.2 | Коноплев Е.Н., Образцов И.В, Яблонев А.Л. | Виртуальный лабораторный практикум по напорной гидравлике и гидромашинам: учебное пособие | Электронная версия. URL: https://gdterm.ru/wp-content/uploads/2020/02/virtualnyj-laboratornyj-praktikum_color.pdf?ysclid=1xdg0pt89e811676450 (дата обращения: 13.06.2024) | Тверь : ТГТУ, 2020. 108 с. |
| Л 3.3 | Терехин Е.П. | Гидравлика/ Лабораторный практикум | Платформа LMS Canvas «МИСИС» URL: https://lms.misis.ru/enroll/P46JM | ГФ НИТУ «МИСиС», 2022 (электронный ресурс) |
| Л 3.4 | Крестин Е.А. | Задачник по гидравлике с примерами расчетов | Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/20500.html | Самара:СГАСУ ,2012. 360с. |
| 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» | | | | |
| Э 1 | www.google.ru | | | |
| Э 2 | | | | |
| 6.3. Перечень программного обеспечения | | | | |
| П 1 | Office Professional Plus 2016 | | | |
| П2 | WINHOME 10 RUS | | | |
| 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных | | | | |
| И 1 | ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» (Договор №P97-2023/780 от 05.12.2023 г.) | | | |
| И 2 | ЭБС «Университетская библиотека онлайн biblioclub.ru» (Договор №P97-2023/718 от 21.11.2023 г.) | | | |
| И 3 | ЭБС ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа iprbookshop.ru» (Договор №P97-2023/439 от 23.08.2023 | | | |

| | |
|--|-----|
| | г.) |
|--|-----|

| 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР) | |
|--|--|
| 7.1 | <p>Ауд. 114. Лекционная аудитория. Аудитория для практических занятий. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Комплект мультимедийной аппаратуры: <ul style="list-style-type: none"> – системный блок и монитор; – мультимедиа-проектор BENQ и экран. 2. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест. |
| 7.2 | <p>Ауд. 114а. Аудитория для проведения лабораторных работ. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лабораторный стенд «Гидравлика»; 2. Лабораторный стенд «Гидравлические машины и гидроприводы»; 3. Комплект мультимедийной аппаратуры: <ul style="list-style-type: none"> – системный блок; – мультимедиа-проектор NEC NP100 4. Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест. |

| 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|--|--|
| | <p>Успешному изучению дисциплины предшествует знание курсов механики и физики. К моменту изучения гидравлики студенты должны освоить полный курс следующих дисциплин: физика, математика, теоретическая механика, необходимые знания по которым следует восстановить и освежить.</p> <p>Самостоятельная работа студента по дисциплине является одним из основных видов учебной работы, которая включает в себя следующие элементы: проработка лекционного материала, работа с рекомендуемыми учебниками и учебными пособиями, выполнение домашнего задания (расчетно-графического задания учебной дисциплины), проведение и защита лабораторных работ, подготовка и сдача экзамена.</p> <p>Проработку лекционного материала и методических указаний можно проводить при выполнении домашнего задания. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину. Не следует стремиться к механическому запоминанию формулировок приведенных определений и положений, если требования к Вам прямо не указывают на это. Вполне эффективной может оказаться попытка понять суть явления, выработать свое отношение к нему, опираясь на материал, содержащийся в рекомендованной литературе. Завершая работы по теме, при ответе на контрольные вопросы необходимо стремиться к краткому и четкому изложению мыслей, используя правильную терминологию. Сталкиваясь с той или иной расчетной формулой или характеристикой, описывающих гидравлическое явление, работу гидромашин или гидропередачи студент должен понять сущность и закономерность, которые они отражают, а также проанализировать размерности входящих в них величин.</p> <p>Если после проработки лекционного материала и выполнения лабораторных работ остались неосвещенные вопросы для самостоятельной работы, их следует изучить при подготовке к экзамену. Как правило, преподаватель основное внимание уделяет освещению теоретических вопросов и расчетов, выведению зависимостей и составлению схем, которые представляют определенные сложности при самостоятельном изучении. Конструктивные особенности гидроустановок и вспомогательного оборудования студент должен изучить самостоятельно, а знания этих тонкостей позволяют преподавателю судить о глубине его подготовки. Не возбраняется при этом пользование плакатами, схемами и рисунками из учебников и интернета на экзамене при освещении сложных вопросов. Студент с хорошей подготовкой по предмету должен свободно читать простые гидросхемы, производить простые инженерные расчеты напорного трубопровода без справочника и владеть методикой полного расчета.</p> <p>Для проработки лекционного материала и подготовки к защите лабораторных работ студенты могут пополнить знания по теме самостоятельно из рекомендуемой литературы. Особое внимание следует уделить вопросам, которые мало освещаются в лекциях и лабораторных работах: особенности строения жидкостей и газов; Ньютоновские и неньютоновские жидкости; особенности турбулентного движения; распределение осредненных скоростей по сечению. графики Никурадзе и Мурина; конечно-разностные формы уравнения Навье-Стокса; принципы физического моделирования.</p> <p>При подготовке к экзамену студенту кроме лекций необходимо иметь один из литературных источников. В первую очередь это поможет ему разобраться с той информацией, которая в конспекте лекций дана не полно, либо зафиксирована неверно из-за невнимательности. С другой стороны в этих источниках графически представлены конструкции стендов и аппаратов, схемы гидравлического горного оборудования, вопросы по которым обязательно есть в экзаменационных билетах.</p> <p>Кроме того, первые лабораторные работы проводятся до проработки материала на лекциях, а теоретическая</p> |

часть методических указаний недостаточна для глубокого осмысливания задач, поставленных в лабораторных работах. Вот здесь и понадобится учебная литература для более полной подготовки к первым лабораторным работам. При оформлении отчетов по лабораторным работам могут возникнуть вопросы по гидравлическим характеристикам, размерностям к масштабной сетке. В методических указаниях специально показаны только виды зависимостей без указания размерностей для того, что бы при изображении графиков студент самостоятельно выбрал масштаб и указал размерность величин.

Лабораторный стенд «Гидравлика и гидропривод» - современный аппарат с большим диапазоном действия. Для успешного освоения курса гидравлики студент обязан ознакомиться с его устройством и возможностями.

Стенд является сложной машиной, поэтому управление им доверяется только преподавателю либо лаборанту, а группа студентов (3-5 человек) заносит показания приборов в таблицу. Каждую лабораторную работу эта группа меняет, поэтому при проведении полного курса каждый студент сможет непосредственно поучаствовать в снятие показаний. Во время проведения работы остальная часть учебной группы записывает показания со слов непосредственных участников. После снятия показаний студенты проводят расчеты и строят характеристики. Как правило, заканчивать лабораторную работу студенту приходится самостоятельно дома, потому что в аудитории всё время сконцентрировано на получении параметров, а обработка результатов и оформление занимает достаточно много времени.

Если студент пассивно участвует в проведении лабораторной работы и просто переписывает её у других, при защите её у него наверняка появятся трудности, т.к. опытный преподаватель по определенным признакам определит это сразу.

Современный стенд даёт возможность студенту ознакомиться с азами прикладной части курса, связать теорию с практикой для получения целостной картины знаний. Поэтому студент должен серьезно относиться к проведению работ и защите отчетов по лабораторным работам, состоящих из пунктов:

1. Задачи и цель исследования; 2. Схема и краткое описание стенда; 3. Таблица измерений и результаты расчетов; 4. Графики и выводы по работе. Защита лабораторных работ должна производиться равномерно в течении всего семестра, а не в зачетную неделю.

В настоящее время гидравлические системы используют в водоснабжении и мелиорации, машиностроении и металлургии, на всех видах транспорта и в строительстве. Особо важную роль в развитии современной техники играют гидравлические и пневматические приводы как основное средство механизации и автоматизации технологических процессов и процессов управления различными объектами. В качестве исполнительных устройств такие приводы применяются в станках и автоматических линиях, роботах и манипуляторах, системах управления автомобилем, самолётом и т. п. Поэтому при изучении курса для развития технического кругозора студенты должны самостоятельно следить за достижениями в различных отраслях техники, которые используют гидропривод. Полученную информацию следует доводить до сокурсников и обсуждать её с преподавателем.

Знание гидравлики позволит студентам в дальнейшем сознательно перейти к изучению гидропривода, специальных дисциплин, связанных с горными карьерными и подземными машинами, строительной дорожной техникой, машинами для обогащения полезных ископаемых, а также с предприятиями для их ремонта и обслуживания.

Учитывая прикладной характер основных законов гидравлики и широкое применение их в различных отраслях техники, настоятельно рекомендуется студенту овладеть изучаемым предметом, что поможет ему стать квалифицированным горным инженером, либо применить свои знания в иных сферах инженерной деятельности.