

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Косенок Сергей Михайлович
Должность: ректор
Дата подписания: 11.06.2026 11:27:45
Уникальный программный ключ:
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

Гидравлика и нефтяная гидромеханика

3 семестр, 2 курс, магистратура

Код, направление подготовки	03.04.02 Физика
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	Очная
Кафедра-разработчик	Экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Экспериментальной физики

Типовые задания для контрольной работы

Перед проведением зачёта проводится контрольная работа с целью контроля усвоения студентами знаний лекционного курса, оценки знаний и навыков, приобретенных в ходе практических занятий, развивающие профессиональные способности в соответствии с требованиями квалификационной характеристики специалиста.

Контрольная работа проводится в виде заданий по расписанию в часы учебных занятий в объеме, предусмотренном рабочей программой по дисциплине и учебной нагрузкой преподавателя. Контрольная работа представляет собой основной вид самостоятельной работы обучающегося в межсессионный период. Выполнение контрольной работы направлено на систематическое изучение и достаточно полное изложение соответствующей темы учебной дисциплины.

Цели проведения контрольной работы:

- проверка и оценка знаний обучающихся,
- получение информации о характере их познавательной деятельности, уровне самостоятельности и активности, об эффективности форм и методов учебной деятельности.

Проверку (рецензирование) контрольных работ осуществляет преподаватель данной дисциплины. При проверке контрольной работы рукописного варианта допускаются замечания на полях контрольной работы и исправления в тексте. Исправления в тексте и замечания пишутся разборчивым почерком и ручкой с красными чернилами.

Результаты выполнения домашней контрольной работы оцениваются отметками «зачтено» или «не зачтено». Отметка, дата и подпись преподавателя выставляется на титульном листе контрольной работы.

3 семестр, 2 курс, магистратура

Варианты контрольной работы

Вариант 1.

1. Вода течёт в горизонтальной трубе диаметром 50 мм со скоростью 2 м/с. Определите объёмный расход жидкости (в л/с) и массовый расход (в кг/с), плотность воды 1000 кг/м³.
2. В трубе переменного сечения скорость воды на первом участке (диаметр 100 мм) равна 1,5 м/с, а давление — 200 кПа. Определите давление на втором участке, если диаметр трубы уменьшается до 50 мм.
3. Определите режим течения нефти ($\rho = 850 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 0,1 \text{ Ст}$) в трубе диаметром 0,1 м при скорости 0,5 м/с. Какое число Рейнольдса соответствует этому соответствующему?
4. Рассчитайте потери напора на трение в трубу длиной 100 м и диаметром 80 мм при ламинарном течении воды ($\mu = 0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$) с расходом 5 л/с.
5. Воздух ($\gamma = 12 \text{ Н/м}^3$) течёт в трубе с перепадом давления 10 кПа. Определите скорость воздуха, если потери энергии не учитывать.
6. Вода подаётся насосом в трубу диаметром 120 мм с расходом 20 л/с. Постройте пьезометрическую линию, если потери напора на 50 м составляют 6 м. Какое давление создаёт насос?
7. Определите скорость истечения воды через отверстие диаметром 30 мм, если уровень воды над отверстием составляет 3 м (коэффициент скорости $\phi = 0,98$).
8. В стальном трубопроводе (длина 500 м, диаметр 200 мм) внезапно останавливается поток воды, движущийся со скоростью 1,2 м/с. Оцените рост давления при гидравлическом ударе (модуль упругости воды $E_0 = 2 \text{ ГПа}$).
9. При турбулентном течении нефти ($\rho = 900 \text{ кг/м}^3$) в трубе диаметром 150 мм перепад давления составляет 40 кПа на 1 км. Определите коэффициент гидравлического трения λ , если расход равен 0, м³/с.
10. Опытный трубопровод $D_1 = 50 \text{ мм}$ с расходом $Q_1 = 0,5 \text{ л/с}$ моделируется увеличенным трубой $D_2 = 200 \text{ мм}$. Каков должен быть расход Q_2 , чтобы соблюдалось динамическое подобие?

Вариант 2.

1. Основные понятия. Сжиженный газ плотностью 600 кг/м³ движется по горизонтальной трубе диаметром 40 мм со средней скоростью 3 м/с. Определите объёмный расход в литрах в секунду и массовый расход в кг/с.
2. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. В горизонтальной трубе на участке 1 диаметром 80 мм скорость потока 2 м/с и давление 150 кПа. Диаметр трубы уменьшается до 40 мм.
3. Найдите давление на участке 2, считая поток идеальным и трубу горизонтальной. Режимы движения жидкости. Масло ($\rho = 920 \text{ кг/м}^3$, кинематическая вязкость 0,5 Ст) течёт по трубе диаметром 50 мм со скоростью 0,8 м/с. Определите число Рейнольдса и установите, ламинарный или турбулентный режим.

4. Потери энергии при ламинарном течении. Вода ($\mu = 0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$) течёт ламинарно по трубе длиной 120 м и диаметром 60 мм при расходе 4 л/с. Рассчитайте потери напора на трение в метрах водяного столба.
5. Уравнение Бернулли для газа. Природный газ с удельным весом 8 Н/м^3 движется в трубе; перепад давления между двумя сечениями 6 кПа, потери энергии пренебрежимо малы. Определите скорость газа.
6. Расчёт трубопровода с построением пьезометрической линии. Насос подаёт воду расходом 15 л/с по трубе диаметром 100 мм. На участке длиной 40 м потери напора составляют 5 м. Постройте схематически пьезометрическую линию и определите, какое давление (в кПа) должен создавать насос.
7. Безнапорные потоки. Из открытого резервуара через отверстие диаметром 25 мм вода истекает при уровне 4 м над центром отверстия. Коэффициент скорости 0,97. Найдите расход истечения в л/с и скорость струи.
8. Гидравлический удар. В стальной трубе длиной 300 м и диаметром 150 мм вода движется со скоростью 1,5 м/с; клапан закрывается за 0,02 с. Оцените максимальное повышение давления по формуле Жуковского.
9. Течение в круглых трубах (турбулентный режим). Вода ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$) течёт по трубе диаметром 200 мм при расходе 50 л/с. На длине 800 м перепад давления 200 кПа. Определите коэффициент гидравлического трения λ .
10. Моделирование по теории подобия. Лабораторная модель трубы диаметром 75 мм испытывается при расходе 1,2 л/с. Натурная труба имеет диаметр 300 мм. Каким должен быть расход в натуре, чтобы соблюдалось динамическое подобие?

Вариант 3.

1. Основные понятия. Воздух плотностью $1,2 \text{ кг/м}^3$ движется по квадратному вентиляционному каналу $200 \times 200 \text{ мм}$ со скоростью 4 м/с. Определите объёмный расход в $\text{м}^3/\text{ч}$ и массовый расход в кг/с .
2. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. В горизонтальной трубе на участке 1 диаметром 60 мм скорость 1 м/с и давление 180 кПа. Диаметр уменьшается до 30 мм. Найдите давление в суженном сечении 2.
3. Режимы движения жидкости. Бензин ($\rho = 750 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 0,06 \text{ Ст}$) течёт по трубе диаметром 40 мм со скоростью 1,2 м/с. Вычислите число Рейнольдса и определите режим течения.
4. Потери энергии. Керосин ($\mu = 0,002 \text{ Па}\cdot\text{с}$) течёт по трубе длиной 80 м и диаметром 50 мм при расходе 3 л/с. Рассчитайте потери напора на трение в метрах.
5. Уравнение Бернулли для газа. Угарный газ с удельным весом 6 Н/м^3 движется в трубе; перепад давления 8 кПа, потери энергии не учитываются. Определите скорость газа.
6. Расчёт трубопровода с построением пьезометрической линии. Насос подаёт воду расходом 25 л/с по трубе диаметром 150 мм. На участке длиной 60 м потери напора 7 м. Постройте пьезометрическую линию и определите давление, создаваемое насосом.
7. Безнапорные потоки. Из открытого резервуара через отверстие диаметром 40 мм вода истекает при уровне 2,5 м над центром отверстия. Коэффициент скорости 0,96. Найдите расход истечения в л/с.

8. Гидравлический удар. В трубе длиной 400 м и диаметром 250 мм вода движется со скоростью 2 м/с; поток внезапно останавливается. Оцените максимальное давление.
9. Течение в круглых трубах (турбулентный режим). Нефть ($\rho = 850 \text{ кг/м}^3$) течёт по трубе диаметром 180 мм при расходе 60 л/с. На длине 1 км перепад давления 300 кПа. Определите коэффициент гидравлического трения λ .
10. Моделирование по теории подобия. Лабораторная труба диаметром 40 мм испытывается при расходе 0,8 л/с. Натурная труба имеет диаметр 160 мм. Каким должен быть расход в натуре для динамического подобия?

Вариант 4.

1. Основные понятия. Солянка плотностью 840 кг/м³ течёт по горизонтальной трубе диаметром 25 мм со скоростью 1,8 м/с. Определите объёмный расход в л/с и массовый расход в кг/с.
2. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. В горизонтальной трубе на участке 1 диаметром 100 мм скорость 0,8 м/с и давление 220 кПа. Диаметр уменьшается до 50 мм. Найдите давление в суженном сечении 2.
3. Режимы движения жидкости. Глицерин ($\rho = 1260 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 1,2 \text{ Ст}$) течёт по трубе диаметром 30 мм со скоростью 0,3 м/с. Вычислите число Рейнольдса и определите режим течения.
4. Потери энергии при ламинарном течении. Масло ($\mu = 0,08 \text{ Па}\cdot\text{с}$) течёт ламинарно по трубе длиной 50 м и диаметром 35 мм при расходе 1,5 л/с. Рассчитайте потери напора на трение в метрах.
5. Уравнение Бернулли для газа. Водород с удельным весом 1,2 Н/м³ движется в трубе; перепад давления 5 кПа, потери не учитываются. Определите скорость газа.
6. Расчёт трубопровода с построением пьезометрической линии. Насос подаёт воду расходом 18 л/с по трубе диаметром 110 мм. На участке длиной 55 м потери напора 6 м. Постройте пьезометрическую линию и определите давление насоса.
7. Безнапорные потоки. Из открытого резервуара через отверстие диаметром 20 мм вода истекает при уровне 5 м над центром отверстия. Коэффициент скорости 0,98. Найдите расход истечения в л/с и дальность горизонтальной струи при выходе в атмосферу.
8. Гидравлический удар. В трубе длиной 600 м и диаметром 300 мм вода движется со скоростью 1 м/с; поток внезапно останавливается. Оцените максимальное давление.
9. Течение в круглых трубах (турбулентный режим). Вода течёт по трубе диаметром 250 мм при расходе 100 л/с. На длине 1 км перепад давления 150 кПа. Определите коэффициент гидравлического трения λ .
10. Моделирование по теории подобия. Лабораторная труба диаметром 60 мм испытывается при расходе 1,5 л/с. Натурная труба имеет диаметр 240 мм. Каким должен быть расход в натуре для динамического подобия?

Типовые вопросы к зачёту

**

Задание для показателя оценивания дескрипторов: «Знает»	Вид задания
<ol style="list-style-type: none">1. Охарактеризуйте основные понятия гидравлики в контексте нефтяной гидромеханики и их значение для расчётов в нефтяной отрасли.2. Постройте уравнение Бернулли для идеальной жидкости и объясните его использование при моделировании процессов добычи нефти и транспорта.3. Какие дополнительные члены включаются в уравнение Бернулли для реальных нефтяных жидкостей и почему?4. Определите условия перехода потока из ламинарного в турбулентный режим при транспортировке нефти по трубопроводам; как влияет число Рейнольдса?5. Постройте зависимости режима течения нефти в трубопроводе от числа Рейнольдса и определите границы перехода между режимами.6. Объясните основные принципы гидродинамического подобия в нефтяной гидромеханике и как их применять при масштабном моделировании.7. Какие параметры необходимо соблюдать для обеспечения подобия при проектировании гидросистем нефтяного транспортирования?8. Расчёт расходов нефти и энергозатрат при её движении по трубопроводу с учетом гидравлических сопротивлений.9. Используя уравнение Бернулли, решите задачу по расчету давления и скорости нефти в трубопроводе сложной конфигурации.10. Какие критерии определяют переход нефтяного потока из ламинарного в турбулентный режим, и как это влияет на потери энергии?11. Проведите расчет потерь напора при транспортировке вязкой нефтяной жидкости в трубопроводе с учетом гидравлического сопротивления.12. Обоснуйте особенности применения уравнения Бернулли для расчета потоков газа в нефтяных системах: ограничения и особенности.13. Какие параметры характеризуют сжимаемость газа в трубопроводах и как учесть их при расчёте потоков в нефтегазовой гидромеханике?	теоретический

- 14.** Определите критические параметры для сжатия газов в нефтегазовых трубопроводах и безопасность эксплуатации.
- 15.** Постройте пьезометрические линии для нефтяных потоков и объясните их важность в гидравлических расчетах.
- 16.** Продемонстрируйте геометрическую и энергетическую интерпретацию уравнения Бернулли на примере транспортировки нефти и газа.
- 17.** Какие локальные сопротивления возникают при движении нефти в трубах, и как их учитывать при гидравлических расчетах?
- 18.** Рассчитайте параметры гидравлического удара в нефтепроводе с помощью формулы Жуковского, и объясните его опасность для систем.
- 19.** Проанализируйте влияние кавитации в насосах нефтеперекачки и методы её предотвращения, основываясь на характеристиках насосных машин.
- 20.** Объясните принцип действия центробежных насосов для нефтяных систем, уравнение Эйлера и их энергетические характеристики.
- 21.** Проведите расчет рабочих параметров насосов в системах нефтеперекачки, исходя из требований технологического процесса.
- 22.** Какие методы регулирования подачи нефти применяются в нефтяных насосных, и как они влияют на эксплуатацию?
- 23.** Постройте и интерпретируйте индикаторную диаграмму поршневого насоса для нефтяных систем.
- 24.** Различия между динамическими и объемными насосами при транспортировке нефтепродуктов: принципы и особенности эксплуатации.
- 25.** Каким образом выбрать тип насоса для перекачки нефти: критерии, обусловленные гидравлическими и технологическими требованиями?
- 26.** Используя законы гидравлического подобия, осуществите пересчет характеристик насосов для различных условий эксплуатации.
- 27.** Рассчитайте кавитационный запас в насосной установке в нефтедобыче по формуле Руднева и обоснуйте его значение.
- 28.** Постройте гидравлическую характеристику насосной станции для нефтяной системы и определите оптимальный режим работы.
- 29.** В чем разница между напорами и гидравлическими потерями в нефтеперекачивающих системах?
- 30.** Почему важно учитывать потери энергии при гидравлическом проектировании нефтепродуктопроводов?

31. Как реализуется фильтрация нефти в пористых средах при перекачке – уравнение Дарси и практическое применение.
32. Проведите расчет давления и дебита в нефтяном трубопроводе с учетом локальных сопротивлений и изменений диаметра.
33. Расположите этапы гидравлического расчета разветвленных и кольцевых нефтепроводов, учитывая сопротивления.
34. Какие методы применяются для определения критических и резких сопротивлений в системах нефтеперекачки?
35. На основе анализа гидравлических сопротивлений определить параметры насосного оборудования для нефтепровода.
36. Проведите расчет потерь напора в нефтепроводе с переменным диаметром и определите характер графиков напора.
37. В чем заключается учет сопротивлений из-за изменения геометрии при гидравлическом моделировании нефтяных трубопроводов?
38. Проведите расчет гидравлических сопротивлений при проектировании разветвленных систем транспортировки нефти.
39. Рассмотрите классификацию гидравлических машин по типу энергии и их применение в нефтяной гидромеханике.
40. Какие особенности имеют динамические и объемные насосы при транспортировке нефти и нефтепродуктов?
41. Обоснуйте опасность кавитации в нефтяных насосах и методы её предупреждения на основе характеристик оборудования.
42. Выполните расчет кавитационного запаса по формуле Руднева для оборудования нефтяной промышленности.
43. Постройте характеристику центробежного нефтяного насоса и определите его режимы работы.
44. Какие принципы используются для регулировки подачи в нефтяных насосных и как это влияет на устойчивость системы?
45. Проведите проектирование параметров поршневого и плунжерного насосов для нефтяных технологий.
46. Выполните гидравлический расчет параметров насосного оборудования, ориентируясь на требования нефтегазовой отрасли.
47. Оцените зоны кавитации в нефтяных насосах и методы их исключения при проектировании.
48. Какие параметры влияют на энергоэффективность насосных систем при транспортировке нефтепродуктов?
49. Проведите расчет гидравлических потерь и давления при транспортировке в трубопроводных системах нефти и газа.
50. Обобщите ключевые этапы гидравлического проектирования и эксплуатации нефтегазовых гидросистем.

**

<p align="center">Задание для показателя оценивания дескрипторов: «Умеет»</p>	<p align="center">Вид задания</p>
<p>1. Вода $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ течёт со скоростью 2 м/с в трубе $d = 50 \text{ мм}$. Найти объёмный и массовый расходы.</p> <p>2. Давление на глубине 6 м в воде.</p> <p>3. Число Рейнольдса для воды ($\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) при $v = 1,2 \text{ м/с}$ и $d = 40 \text{ мм}$. Определить режим.</p> <p>4. Потери напора за 100 м при ламинарном течении воды ($Q = 3 \text{ л/с}$, $d = 60 \text{ мм}$, $\mu = 0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$).</p> <p>5. Давление в сужении ($d_1 = 80 \text{ мм} \rightarrow d_2 = 40 \text{ мм}$, $v_1 = 1 \text{ м/с}$, $p_1 = 200 \text{ кПа}$).</p> <p>6. Расход истечения воды из отверстия $d = 30 \text{ мм}$ при $H = 3 \text{ м}$, $\varphi = 0,97$.</p> <p>7. Скорость водорода при $\Delta p = 3 \text{ кПа}$, $\gamma = 1,2 \text{ Н/м}^3$.</p> <p>8. Масштабный расход при геометрическом подобии 1:4, если в модели $Q = 0,5 \text{ л/с}$.</p> <p>9. Насос подает воду на высоту 15 м через трубу $d = 100 \text{ мм}$, $L = 200 \text{ м}$, $\lambda = 0,025$, $Q = 10 \text{ л/с}$. Найти мощность насоса ($\eta = 0,75$).</p> <p>10. Два последовательных сужения: $d_1 \rightarrow d_2 \rightarrow d_3$. Известны v_1 и p_1. Найти p_3.</p> <p>11. Определить диаметр трубы, при котором потери на трение за 500 м не превышают 10 м при $Q = 30 \text{ л/с}$ ($\lambda = 0,02$).</p> <p>12. Горизонтальный трубопровод с отверстием-переливом. Найти расход перелива при $H = 1,5 \text{ м}$.</p> <p>13. Гидроудар в стальной трубе $L = 400 \text{ м}$, $d = 200 \text{ мм}$, $v = 1,8 \text{ м/с}$, закрытие за 0,03 с. Оценить Δp.</p> <p>14. Водослив прямоугольный шириной 2 м, глубина 0,4 м. Расход по формуле Базена.</p> <p>15. Найти критическую скорость и критический расход для перехода ламинарного в турбулентный режим в трубе $d = 60 \text{ мм}$ ($\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$).</p> <p>16. Потери в клапане $\zeta = 4,5$ при $Q = 8 \text{ л/с}$, $d = 50 \text{ мм}$. Определить потери напора в метрах.</p> <p>17. Подбор диаметра трубы для заданного Q и допустимых потерь $\leq 5 \text{ м/км}$ ($t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, $L = 1 \text{ км}$).</p> <p>18. Система «насос–труба–сопло»: найти оптимальный диаметр сопла для максимальной дальности струи.</p> <p>19. Турбулентное течение нефти ($\nu = 5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$) по трубе $d = 150 \text{ мм}$, $Q = 40 \text{ л/с}$. Использовать формулу Коулбрука–Уайта, найти λ и потери за 1 км.</p>	<p align="center">теоретический / практический</p>

- | | |
|---|--|
| <p>20. Сравнение двух маршрутов трубы: короткий со штуцерами и длинный без них. Выбрать экономичный.</p> <p>21. Гидроудар с учётом упругости трубы ($E = 2 \cdot 10^{11}$ Па, $\delta = 10$ мм). Найти фактическую скорость волны и Δp.</p> <p>22. Моделирование водослива по Фрудру: масштаб 1:10. Найти расход в модели, если в натуре $Q = 12$ м³/с.</p> <p>23. Смешанная система: насос подает воду на два этажа через разные диаметры. Определить расходы и давления на каждом этаже при заданной характеристике насоса.</p> <p>24. Труба переменного диаметра с локальными сопротивлениями и нагревом (изменение ν). Построить профиль давления.</p> <p>25. Транзит нефтепродукта через горный перевал: учесть изменение высоты, температуры, парциального разрежения. Рассчитать необходимое число промежуточных насосных станций.</p> | |
|---|--|