

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ

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

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

рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
ГФ НИТУ «МИСИС»  
от «26» июня 2026 г.  
протокол № 5

**Рабочая программа дисциплины**  
**Гидромеханика обогатительных процессов**

Закрепленная кафедра **Кафедра горного дела**  
Специальность/ Направление подготовки **21.05.04 Горное дело**  
Квалификация **Горный инженер (специалист)**  
Форма обучения **Очная**  
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**  
Часов по учебному плану 144  
в том числе:  
аудиторные занятия 54  
самостоятельная работа 54  
часов на контроль 36  
Семестр(ы) изучения 7

Формы контроля в семестре:  
экзамен в 7 семестре

**Распределение часов дисциплины по курсам**

| Семестр           | 7   |     | Итого |
|-------------------|-----|-----|-------|
| Вид занятий       | УП  | РП  |       |
| Лекции            | 18  | 18  | 18    |
| Практические      | 36  | 36  | 36    |
| Лабораторные      | -   | -   | -     |
| Контактная работа | 54  | 54  | 54    |
| Сам. работа       | 54  | 54  | 54    |
| Часы на контроль  | 36  | 36  | 36    |
| Итого:            | 144 | 144 | 144   |

Год набора 2026 г.

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

\_\_\_\_\_

*подпись*

Рабочая программа дисциплины  
Гидромеханика обогатительных процессов

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 2026года набора:  
21.05.04 Горное дело, утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 26.06.2026 г., протокол №5.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
горного дела

\_\_\_\_\_

*наименование кафедры*

Протокол от «18» июня 2026 г. № 8

Зав. кафедрой ГД

\_\_\_\_\_

*подпись*

Д.В. Ермолаев  
*И.О. Фамилия*

«18» июня 2026 г.

Руководитель ОПОП ВО  
Зав. кафедрой ГД, к.э.н, доцент

\_\_\_\_\_

*подпись*

Д.В. Ермолаев  
*И.О. Фамилия*

| <b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ</b>                                                                                                                                                                                 |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Цель дисциплины</b> – формирование умений и навыков, необходимых для усвоения разделов специальных дисциплин применительно к процессам и аппаратам для обогащения и переработки полезных ископаемых. |  |
| <b>Задачи дисциплины:</b>                                                                                                                                                                               |  |
| 1. Изучение основных законов статики жидкостей и газов в приложении к решению конкретных инженерных задач гидростатики реальных жидкостей в областях горного дела;                                      |  |
| 2. Изучение законов двухфазного течения в установках, применяемых в горной промышленности;                                                                                                              |  |
| 3. Приобретение навыков расчета гидравлических сетей, а также задач с процессами диффузии, фильтрации, гидравлического удара, кавитации, кипящего слоя и других.                                        |  |

| <b>2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> |                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)                  |                                                                                                                  |
| Базовая                                               |                                                                                                                  |
| <b>2.1</b>                                            | <b>Требования к предварительной подготовке обучающихся</b>                                                       |
| 2.1.1                                                 | Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика                                                      |
| 2.1.2                                                 | Математика                                                                                                       |
| 2.1.3                                                 | Физика                                                                                                           |
| 2.1.4                                                 | Гидравлика                                                                                                       |
| 2.1.5                                                 | Основы горного дела                                                                                              |
| <b>2.2</b>                                            | <b>Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины как предшествующее</b> |
| 2.2.1                                                 | Магнитные, электрические и специальные методы обогащения                                                         |
| 2.2.2                                                 | Гравитационные методы обогащения                                                                                 |
| 2.2.3                                                 | Флотационное обогащение полезных ископаемых                                                                      |
| 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               |

| <b>3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2: способен решать проектные задачи в области профессиональной деятельности;                       |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Знать:                                                                                                | 3-1 связь между физическими свойствами минералов и гидродинамическими режимами их разделительного массопереноса в обогатительных аппаратах;<br>3-2 методы расчета основных параметров двухфазной системы и уметь их применять для решения задач обогащения;                 |
| Уметь:                                                                                                | У-1 использовать законы гидромеханики для расчета параметров основных и вспомогательных процессов обогащения, аэро- и гидротранспорта, обезвоживания и пылеулавливания;<br>У-2 рассчитывать гидромеханические режимы сепарации и конструировать соответствующие устройства; |
| Владеть навыком:                                                                                      | Н-1 решения прикладных задач гидродинамики двухфазных потоков, встречающихся в горном деле;                                                                                                                                                                                 |
| ПК-3: способен решать производственно-технологические задачи в области профессиональной деятельности; |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Знать:                                                                                                | 3-1 основы процессов обогащения полезных ископаемых;<br>3-2 закономерности процесса истечения жидкостей из отверстий и насадок, алгоритм решения фильтрационных задач;                                                                                                      |
| Уметь:                                                                                                | У-1 применять законы гидроаэромеханики для объяснения процессов и выполнения расчетов;<br>У-2 рассчитывать параметры двухфазных систем в подготовительных процессах к обогащению и в обогатительных аппаратах;                                                              |
| Владеть навыком:                                                                                      | Н-1 технико-экономического обоснования эффективности работы установок, применяемых в горной промышленности с двухфазными системами.                                                                                                                                         |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ |                                                                                                                                                                                                                                                            |          |              |                                            |                                               |            |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------|
| Код занятия               | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                                  | Семестр  | Кол-во часов | Компетенции                                | Литература                                    | Примечание |
| <b>1</b>                  | <b>Раздел 1. Основы гидростатики</b>                                                                                                                                                                                                                       | <b>7</b> | <b>14</b>    |                                            |                                               |            |
| 1.1                       | Краткая история развития механики жидкости и газа и роль в ней российских ученых. Виды дисперсных смесей: суспензии, эмульсии, газовзвеси или аэровзвеси, пузырьковые среды. Гранулометрический состав. Гидравлическая крупность. Виды плотности. /лекция/ | 7        | 2            | ПК-2<br>3-1, 3-2<br>ПК-3<br>3-1, 3-2       | Л1.1, Л1.2,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3 |            |
| 1.2                       | Определение параметров жидкости на основе ее физических свойств. /практика /                                                                                                                                                                               | 7        | 2            | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л3.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |            |
| 1.3                       | Гидроаэромеханические процессы обогащения полезных ископаемых. /практика/                                                                                                                                                                                  | 7        | 2            | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л3.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |            |
| 1.4                       | Гидростатическое давление и его измерение. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера. Практическое применение этого уравнения в процессах горного производства. /лекция /                                                                               | 7        | 2            | ПК-2<br>3-1, 3-2<br>ПК-3<br>3-1, 3-2       | Л1.1, Л1.2,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3 |            |
| 1.5                       | Методы измерения давления и расхода. Определение давления жидкости по закону Паскаля. /практика/                                                                                                                                                           | 7        | 2            | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л3.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |            |
| 1.6                       | Силы, действующие в жидкости. Передача силы через жидкость. Законы Архимеда и Паскаля применительно к обогащению. Капиллярные силы. /лекция /                                                                                                              | 7        | 2            | ПК-2<br>3-1, 3-2<br>ПК-3<br>3-1, 3-2       | Л1.1, Л1.2,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3 |            |
| 1.7                       | Определение силы давления жидкости на наклонную плоскую и криволинейную стенку. /практика/                                                                                                                                                                 | 7        | 2            | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л3.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |            |
| <b>2</b>                  | <b>Раздел 2. Гидродинамика</b>                                                                                                                                                                                                                             | <b>7</b> | <b>18</b>    |                                            |                                               |            |
| 2.1                       | Основные уравнения динамики: Эйлера, Бернулли, Навье-Стокса. Особенности течения вязких жидкостей. Пограничный слой. Движение дисперсных частиц в реальной жидкости. / лекция/                                                                             | 7        | 2            | ПК-2<br>3-1, 3-2<br>ПК-3<br>3-1, 3-2       | Л2.1,Л2.2<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3   |            |
| 2.2                       | Методы измерения скорости жидкости и газа. Напряжение сдвига, формула Ньютона. Определение параметров Пограничного слоя. /практика/                                                                                                                        | 7        | 4            | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л3.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |            |
| 2.3                       | Применение уравнения Бернулли для гидравлических расчетов движения пульпы в процессах обогащения. /практика/                                                                                                                                               | 7        | 4            | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л3.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |            |
| 2.4                       | Виды и режимы движения жидкости. Основные гидравлические элементы потока. Типы аппаратов, в которых присутствует ансамбль сферических частиц. Равномерное движение жидкости в открытых руслах, лотках и безнапорных трубах. /лекция/                       | 7        | 2            | ПК-2<br>3-1, 3-2<br>ПК-3<br>3-1, 3-2       | Л2.1,Л2.2<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3   |            |
| 2.5                       | Определение параметров безнапорного движения жидкости. Гидродинамическое движение двухфазного потока в дешламаторах и сгустителях. /практика/                                                                                                              | 7        | 6            | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л3.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |            |
| <b>3</b>                  | <b>Раздел 3. Гидродинамические сопротивления</b>                                                                                                                                                                                                           | <b>7</b> | <b>12</b>    |                                            |                                               |            |
| 3.1                       | Основы теории гидродинамических сопротивлений. Гидродинамика плотного слоя. Псевдоожиженный слой. /лекция/                                                                                                                                                 | 7        | 2            | ПК-2<br>3-1, 3-2<br>ПК-3<br>3-1, 3-2       | Л2.1,Л2.2<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3   |            |

|          |                                                                                                                                                              |          |           |                                            |                                               |  |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|
| 3.2      | Определение параметров гидротранспорта, гидроциклонов, гидромониторов. Расчет процессов в аппаратах с плотным и псевдооживленным слоем.<br><b>/практика/</b> | 7        | 4         | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | ЛЗ.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |  |
| 3.3      | Истечение жидкости через отверстия, насадки и водосливы. Применении смесей (суспензий) при обогащении гравитационным методом.<br><b>/лекция/</b>             | 7        | 2         | ПК-2<br>3-1, 3-2<br>ПК-3<br>3-1, 3-2       | Л2.1,Л2.2<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3   |  |
| 3.4      | Принципы расчета схем водоснабжения и водно-шламовых схем с учетом линейных и местных сопротивлений.<br><b>/практика/</b>                                    | 7        | 4         | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | ЛЗ.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |  |
| <b>4</b> | <b>Раздел 4. Теория массопереноса в гидромеханике. Моделирование гидромеханических процессов на принципах подобия.</b>                                       | <b>7</b> | <b>10</b> |                                            |                                               |  |
| 4.1      | Массоперенос в гидромеханике. Процессы диффузии, фильтрации, гидравлического удара, кавитации, кипящего слоя и др.<br><b>/лекция/</b>                        | 7        | 2         | ПК-2<br>3-1, 3-2<br>ПК-3<br>3-1, 3-2       | Л2.1,Л2.2<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3   |  |
| 4.2      | Гидромеханические методы разделения. Осаждение. Фильтрация. Центрифугирование. Перемешивание в жидкой среде.<br><b>/практика/</b>                            | 7        | 4         | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | ЛЗ.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |  |
| 4.3      | Принцип подобия и основы теории размерности, как способы моделирования гидромеханических процессов.<br><b>/лекция/</b>                                       | 7        | 2         | ПК-2<br>3-1, 3-2<br>ПК-3<br>3-1, 3-2       | Л1.1, Л1.2,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3 |  |
| 4.4      | Применение теории подобия к решению практических задач.<br><b>/практика/</b>                                                                                 | 7        | 2         | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | ЛЗ.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |  |
| <b>5</b> | <b>Самостоятельная работа студента</b>                                                                                                                       | <b>7</b> | <b>54</b> |                                            |                                               |  |
| 5.1      | Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации при подготовке к практическим занятиям.                         | 7        | 9         | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л2.1,Л2.2<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3   |  |
| 5.2      | Подготовка к тестированию по первому периоду текущего контроля.                                                                                              | 7        | 15        | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л1.1, Л1.2,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3 |  |
| 5.3      | Подготовка к тестированию по второму периоду текущего контроля.                                                                                              | 7        | 15        | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | Л1.1, Л1.2,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3 |  |
| 5.4      | Выполнение расчетно-графического задания.                                                                                                                    | 7        | 15        | ПК-2(У-1, У-2, Н-1)<br>ПК-3(У-1, У-2, Н-1) | ЛЗ.1,<br>Э1,Э2,<br>П1,П2,<br>И1, И2, И3       |  |

| <b>5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей и промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| <b>Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации (материалы для оценки знаний ПК-2 3-1, 3-2; ПК-3 3-1, 3-2)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидромеханика и прикладная гидромеханика (гидравлика).</li> <li>2. Основные физические величины сред.</li> <li>3. Основные уравнения гидростатики.</li> <li>4. Основные уравнения гидродинамики: Эйлера, Бернулли, Навье-Стокса.</li> <li>5. Уравнение Бернулли для вязких жидкостей в интегральной форме.</li> <li>6. Основные критерии гидродинамического подобия.</li> <li>7. Гидродинамический режим движения вязкой жидкости (ламинарный, переходный и</li> </ol> |  |

турбулентный).

8. Трубка Прандтля. Трубка Вентури, сопло, диафрагма.

9. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Уравнения Вейсбаха и Дарси.

10. Движение жидкости через неподвижные пористые и зернистые слои.

11. Основные закономерности гидродинамики псевдоожиженного слоя.

12. Рекомендуемые скорости течения в трубопроводах  $t$  для жидкости, газа и пара?

13. Классификация гетерогенных систем.

14. Материальный баланс гидромеханических процессов

15. Виды дисперсных смесей: суспензии, эмульсии, газовзвеси или аэровзвеси, пузырьковые среды.

16. Способы приготовления суспензий и эмульсий.

17. Режимы отставания и расчеты скорости осаждения.

18. Типы отстойников, сгустителей, дешламаторов.

19. Процесс фильтрации. Расчет фильтрации при постоянной разности давлений и постоянной скорости фильтрации.

20. Основные конструкции газовых и жидкостных фильтров.

21. Способы центробежного разделения сред.

22. Центрифуги периодического и непрерывного действия. Фактор разделения, индекс производительности.

23. Мокрая и сухая очистка газов. Циклоны, скрубберы, эксгаустеры, электрофильтры.

24. Рабочий процесс гидроциклонов. Батарейные гидроциклоны.

25. Эффективность классификации в гидроциклонах.

26. Принцип и режимы флотации. Флотационные машины.

27. Способы и основные характеристики перемешивания.

28. Типы механических мешалок.

29. Классификация гидротранспортных установок.

30. Расчет гидротранспортных установок. Критическая скорость движения пульпы.

31. Гидравлические расчеты напорных и безнапорных пульпопроводов.

32. Уравнение напорной характеристики объемного насоса. Мощность приводного двигателя объемного насоса.

#### Вопросы для проверки умений и навыков (ПК-2(У-1, У-2, Н-1); ПК-3(У-1, У-2, Н-1):

1. Коэффициент объемного сжатия определяется по формуле

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

в)  $\beta_V = \frac{1}{V} \frac{dP}{dV}$ ; г)  $\beta_V = -\frac{1}{P} \frac{dP}{dV}$ .

2. Чему равно гидростатическое давление в точке А ?

а) 19,62 кПа; б) 31,43 кПа; в) 21,62 кПа; г) 103 кПа.

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)  $P = P_0 + \rho \gamma h$ .

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

а) 2,94 м/с; б) 17,2 м/с; в) 1,72 м/с; г) 8,64 м/с.

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)  $\omega_1 / v_1 = \omega_2 / v_2 = \text{const}$

6. При  $Re < 2300$  режим движения жидкости

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

7. При  $2300 < Re < 4000$  режим движения жидкости

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.

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) 4,62 м/с; б) 1,69 м/с; в) 4,4 м/с.; г) 0,34 м/с.

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

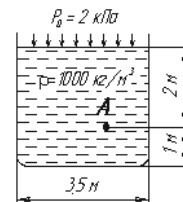
11. При подаче жидкости по параллельно соединенным трубопроводам 1, 2, и 3 расход жидкости в них

а)  $Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$ ;

б)  $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ ;

в)  $Q_1 > Q_2 > Q_3$ ;

г)  $Q_1 < Q_2 < Q_3$ .



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| <b>Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |  |
| <p>1. Домашнее задание (расчетно-графическая работа) выполняется на тему «Определение режимных параметров насоса для перекачки технологической воды» (по вариантам). Объем домашнего задания 8-10 листов формата А4 расчетов и построение расчетной схемы насосной станции.</p> <p>2. Выполнение практических заданий</p> <p>Перечень тем практических занятий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение параметров жидкости на основе ее физических свойств.</li> <li>2. Гидроаэромеханические процессы обогащения полезных ископаемых.</li> <li>3. Методы измерения давления и расхода. Определение давления жидкости по закону Паскаля.</li> <li>4. Определение силы давления жидкости на наклонную плоскую и криволинейную стенку.</li> <li>5. Гидростатическое давление и его измерение. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера. Практическое применение этого уравнения в процессах горного производства.</li> <li>6. Методы измерения скорости жидкости и газа. Напряжение сдвига, формула Ньютона. Определение параметров пограничного слоя.</li> <li>7. Применение уравнения Бернулли для гидравлических расчетов движения пульпы в процессах обогащения.</li> <li>8. Определение параметров безнапорного движения жидкости. Гидродинамическое движение двухфазного потока в дешламаторах и сгустителях.</li> <li>9. Определение параметров гидротранспорта, гидроциклонов, гидромониторов. Расчет процессов в аппаратах с плотным и псевдооживленным слоем.</li> <li>10. Принципы расчета схем водоснабжения и водно-шламовых схем с учетом линейных и местных сопротивлений.</li> <li>11. Гидромеханические методы разделения. Осаждение. Фильтрация. Центрифугирование. Перемешивание в жидкой среде.</li> <li>12. Применение теории подобия к решению практических задач.</li> </ol> <p>3. Тестирование 1,2,3 по Разделам 1,2,3. Тестирование осуществляется в целях текущего контроля студентов рамках занятий с ограничением по времени не более 45 минут.</p> |  |  |  |  |
| <b>Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |  |
| <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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |  |
| <b>Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: экзамен в 7-м семестре.</li> <li>• Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости - балльно-рейтинговая: <ul style="list-style-type: none"> <li>- посещение лекций – 1 балл за 1 час занятия (всего 18 час занятий), итого не более 18 баллов;</li> <li>- выполнение практических работ – по 2 балла за ПЗ (всего 12 тем занятий), итого не более 24 баллов;</li> <li>- выполнение домашнего задания (расч - граф работы) – 18 баллов;</li> </ul> <p>ИТОГО не более 60 баллов в семестре.</p> </li> <li>• Условие допуска к экзамену по дисциплине – наличие не менее 35 баллов семестровой работы с обязательной защитой расчетно - графической работы.</li> <li>• Методика расчета оценки на экзамене.</li> </ul> <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> <p>ИТОГО: не более 100 баллов в семестре.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |  |  |  |

| <b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> |                                             |                                            |                                                                                                                                                           |                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>6.1. Рекомендуемая литература</b>                                  |                                             |                                            |                                                                                                                                                           |                                                       |
| <b>6.1.1 Основная литература</b>                                      |                                             |                                            |                                                                                                                                                           |                                                       |
| Обозначение                                                           | Авторы, составители                         | Заглавие                                   | Библиотека                                                                                                                                                | Издательство, год                                     |
| Л 1.1                                                                 | Грицук И.И., Синиченко Е.К., Пономарев Н.К. | Основы механики жидкости : учебное пособие | Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/9">https://www.iprbookshop.ru/9</a> | Москва : Российский университет дружбы народов, 2018. |

|                                                                              |                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                              |                                                                                                                                                     |                                                                                                            | 1038.html                                                                                                                                                                     | — 136 с. — ISBN 978-5-209-08311-5.                                                                                 |
| Л 1.2                                                                        | Гусев В. П., Гусева Ж. А.                                                                                                                           | Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика: учебное пособие                                                   | Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/147246.html">https://www.iprbookshop.ru/147246.html</a> | Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 221 с. — ISBN 978-5-4497-1307-0.                                                  |
| 6.1.2 Дополнительная литература                                              |                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
| Обозначение                                                                  | Авторы, составители                                                                                                                                 | Заглавие                                                                                                   | Библиотека                                                                                                                                                                    | Издательство, год                                                                                                  |
| Л 2.1                                                                        | Юшина Т. И., Николаев А. А., Николаева Т. С., Думов А. М.. —                                                                                        | Обогащение полезных ископаемых : учебно-методические указания                                              | Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/117138.html">https://www.iprbookshop.ru/117138.html</a> | Москва : Издательский Дом МИСиС, 2019. — 64 с.                                                                     |
| Л 2.2                                                                        | ИТС 25-2017                                                                                                                                         | Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям "Добыча и обогащение железных руд" | Электронный ресурс, в свободном доступе                                                                                                                                       | Москва, Бюро НТД, 2017                                                                                             |
| 6.1.3 Методические материалы                                                 |                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
| Обозначение                                                                  | Авторы, составители                                                                                                                                 | Заглавие                                                                                                   | Библиотека                                                                                                                                                                    | Издательство, год                                                                                                  |
| Л 3.1                                                                        | Куповых Г. В., Тимошенко Д. В.                                                                                                                      | Основы гидромеханики: учебное пособие                                                                      | Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/87737.html">https://www.iprbookshop.ru/87737.html</a>   | Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. — 143 с. — ISBN 978-5-9275-2920-9. |
| 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»    |                                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
| Э 1                                                                          | <a href="http://www.google.ru">www.google.ru</a>                                                                                                    |                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
| Э 2                                                                          | ms.misis.ru – LMS Moodle НИТУ «МИСИС»                                                                                                               |                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
| 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                                                                          | Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» Договор № P97-2025/499 от 18.11.2025г. (НЭБ (ООО))                                                     |                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
| И 2                                                                          | Электронно-библиотечная система «IPRSMART» Лицензионный договор № 13053/25П/86 от 19.09.2025г. (ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»)                      |                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |
| И 3                                                                          | Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE. Договор № P97-2025/471 от 06.11.2025г. (ООО «Современные цифровые технологии») |                                                                                                            |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                    |

| <b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.1                                                                              | Ауд. 114. Лекционная аудитория. Аудитория для практических занятий.<br>Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:<br>1. Комплект мультимедийной аппаратуры:<br>– системный блок и монитор;<br>– мультимедиа-проектор BENQ и экран.<br>2. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест. |
| 7.2                                                                              | Ауд. 114а. Аудитория для проведения практических прикладных работ.<br>Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:                                                                                                                                                                        |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 1. Лабораторный стенд «Гидравлика»;<br>2. Лабораторный стенд «Гидравлические машины и гидроприводы»;<br>3. Комплект мультимедийной аппаратуры:<br>– системный блок;<br>– мультимедиа-проектор NEC NP100<br>4. Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест. |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешному изучению дисциплины предшествует знание курсов механики и физики. К моменту изучения гидромеханики обогатительных процессов студенты должны освоить полный курс следующих дисциплин: физика, математика, теоретическая механика, гидравлика необходимые знания по которым следует восстановить и освежить.

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), подготовка и сдача экзамена.

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.

Если после проработки лекционного материала 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 по обогащению 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.

Для проработки лекционного материала и подготовки к защите расчетно-графической работы студенты могут пополнить знания по теме самостоятельно из рекомендуемой литературы. Особое внимание следует уделить вопросам, которые мало освещаются в лекциях и практических 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.

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 станков и аппаратов, схемы гидравлического горного оборудования, вопросы по которым обязательно есть в экзаменационных билетах.

Знание гидромеханики обогатительных процессов позволит студентам в дальнейшем сознательно перейти к изучению специальных дисциплин, связанных с горными карьерными и подземными машинами, строительно-дорожной техникой, машинами для обогащения полезных ископаемых.

Учитывая прикладной характер основных законов гидромеханики 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.