

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»**  
**в г. Апатиты**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.23 Гидромеханика**

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы**  
**по специальности**

**21.05.04 Горное дело**

**Направленность (профиль) Подземная разработка рудных месторождений**

(код и наименование направления подготовки  
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

**высшее образование – специалитет**

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**горный инженер (специалист)**

квалификация

**очная**

форма обучения

**2021**

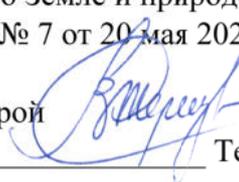
год набора

**Составитель:**

Бекетова Е.Б., к.т.н., доцент кафедры  
горного дела, наук о Земле и  
природообустройства

Утверждено на заседании кафедры горного  
дела, наук о Земле и природообустройства  
(протокол № 7 от 20 мая 2021 г.)

Зав. кафедрой



Терещенко С.В.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью изучения дисциплины «Гидромеханика» является формирование необходимой базы знаний студентов о законах равновесия и движения жидкостей, приобретение студентами навыков расчета сил, действующих на стенки резервуаров, гидравлического расчета трубопроводов для стационарных и нестационарных режимов течения жидкостей, законов истечения через отверстия и насадки, решения технологических задач в рамках подготовки по специальности 21.05.04 Горное дело.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ПК-1.</b> Способен применять фундаментальные законы и теории современной физики и химии и использовать их в профессиональной деятельности	<b>ПК-1.1.</b> Применяет основные законы естественных наук и математики в соответствии с профилем своей профессиональной деятельности. <b>ПК-1.2.</b> Применяет основные научные законы и методы для решения профессиональных задач в соответствии с профилем своей профессиональной деятельности. <b>ПК-1.3.</b> Представление базовых для профессиональной сферы физических процессов и явлений в виде математического(их) уравнения(й)	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– физические основы механики, молекулярной физики и фундаментальные основы механики жидкости и газа;</li><li>– основные критерии подобия в гидравлических и тепловых процессах.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов;</li><li>– применять знания в области теплотехники для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач;</li><li>– осмысленно выбирать и применять базовые теоретические знания в профессиональной деятельности.</li></ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– методами математического и физического моделирования гидродинамических процессов;</li><li>– навыками, необходимыми для постановки и решения задач, связанных с исследованием течений жидкости и газа в различных условиях;</li><li>– навыками физических исследований.</li></ul>

## 3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина (модуль) «Гидромеханика» относится к обязательной части программы блока Б1.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Теоретическая механика».

В свою очередь, «Гидромеханика» представляет собой методологическую базу для дисциплин, таких как: «Подземная геотехнология», «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело», «Открытая геотехнология», «Управление состоянием массива горных пород», «Строительная геотехнология», «Обогащение полезных ископаемых» и др.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы или 144 час.  
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивных формах	Кол-во часов на СРС		Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ			Общее количество	из них – на		
4	7	4	144	44	8	8	60	8	48	-	36	экзамен
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	<b>144</b>	<b>44</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>экзамен</b>

В интерактивной форме часы используются в виде устного опроса, заслушивания и обсуждения, подготовленных студентами практических (решение задач) работ по тематике дисциплины.

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
1	Введение. Свойства и параметры состояния жидкости	3	-	-	3		4	
2	Гидростатика	8	2	2	11	2	5	
3	Кинематика потенциальных и вихревых потоков	6	-	-	6		5	
4	Основные законы и уравнения статики и динамики идеальных и реальных жидкостей. Гидромеханика упругой невязкой жидкости	6	2	2	10	2	5	
5	Движение напорных потоков вязкой жидкости	4	2	2	7	2	5	
6	Гидравлические сопротивления	2	2	-	6	2	5	
7	Взаимодействие тел с потоком жидкости	4	-	2	6		5	
8	Основы теории фильтрации	2	-	-	2		5	
9	Моделирование гидравлических процессов	5	-	-	5		5	
10	Элементы теории размерностей	4	-	-	4		4	
	Экзамен							36

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
	<b>Итого:</b>	44	8	8	<b>60</b>	8	<b>48</b>	<b>36</b>

### Содержание дисциплины:

*Тема №1. Введение. Свойства и параметры состояния жидкости.* Введение. Краткий исторический обзор. Гипотеза сплошной среды. Силы, действующие в жидкости. Основные физические свойства жидкости: сжимаемость, вязкость. Плотность, коэффициент объёмного сжатия, давление насыщенных паров жидкости. Касательные и нормальные напряжения. Гидростатическое давление и его свойства. Давление абсолютное, избыточное, вакуум. Жидкости несжимаемые, капельные, газообразные. Гетерогенные системы. Фазы. Компоненты и дисперсность сред. Концентрация. Плотность многофазных систем. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

*Тема №2. Гидростатика.* Силы, действующие в жидкости вязкость. Закон Ньютона для внутреннего трения в жидкости. Зависимость вязкости от температуры и давления. Вискозиметры. Гидростатическое давление. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Интеграл уравнений Эйлера для несжимаемой жидкости. Уравнение поверхности равного давления. Методы и приборы для измерения давления. Абсолютное и избыточное давление. Вакуум. Гидростатический напор и энергетический закон для жидкости, находящейся в равновесии. Основное уравнение гидростатики. Сила давления жидкости на плоскую стенку. Сила давления жидкости на криволинейные стенки. Прямолинейное равноускоренное движение сосуда с жидкостью. Равномерное вращение сосуда с жидкостью. Простые гидравлические машины. Гидравлический пресс. Гидравлический аккумулятор. Закон Архимеда.

*Тема №3. Кинематика потенциальных и вихревых потоков.* Основные кинематические понятия и определения. Два метода исследования движения жидкости. Траектории частиц и линии тока. Установившееся движение. Струйчатая модель движения жидкости. Трубка тока. Расход жидкости. Средняя скорость. Дифференциальные уравнения линий тока. Плоское движение. Функции тока. Вихревое и безвихревое потенциальное течение жидкости. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера в декартовой системе координат.

*Тема №4. Основные законы и уравнения статики и динамики идеальных и реальных жидкостей. Гидромеханика упругой невязкой жидкости.* Дифференциальные уравнения движения идеальной (невязкой) жидкости (уравнения Навье-Стокса). Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Графическая иллюстрация уравнения Бернулли для потока реальной жидкости. Практическое применение уравнения Бернулли. Трубка Прандтля. Трубка Вентури, сопло, диафрагма.

Установившееся движение. Безвихревое движение. Установившееся безвихревое движение. Ограничения, налагаемые на скорость. Формула Торричелли.

Вихревые движения идеальной жидкости: теорема Томсона, теорема Лагранжа, теоремы Гельмгольца

*Тема №5. Движение напорных потоков вязкой жидкости.* Анализ уравнений движения реальной жидкости в напряжениях. Уравнения Навье-Стокса. Физический и геометрический смысл уравнения Бернулли. Напор жидкости. Интеграл Бернулли для вязкой жидкости при установившемся движении. Коэффициент Кориолиса.

*Тема №6. Гидравлические сопротивления.* Применение метода анализа размерностей. Общие сведения о местных сопротивлениях. Внезапное расширение русла. Постепенное расширение русла. Сужение русла. Поворот русла. Местные сопротивления при ламинарном течении.

*Тема №7. Взаимодействие тел с потоком жидкости.* Кинематические условия в случае одного тела. Теория импульсов. Уравнения движения жидкости в системе координат, связанной с телом. Кинетическая энергия. Коэффициент присоединенной массы. Выражение для гидродинамических сил. Три постоянных направления движения; устойчивость. Возможные случаи установившегося движения. Движение от импульсивной пары. Гидрокинетическая симметрия. Движение тела вращения. Устойчивость движения, параллельного оси симметрии. Влияние вращения. Другие случаи установившегося движения. Движение винтовой поверхности. Коэффициент при соединенной массе жидкости, заключенной в движущейся твердой оболочке. Уравнения Лагранжа в обобщенных координатах. Принцип Гамильтона. Применение в гидродинамике. Движение сферы вблизи твердой стенки.

*Тема №8. Основы теории фильтрации.* Основные уравнения динамики подземных вод. Законы фильтрации, коэффициенты фильтрации, водонасыщенность и водоотдача, уравнение Дарси. Уравнение неразрывности фильтрационного потока. Напорная и безнапорная фильтрация. Стационарные задачи фильтрации. Фильтрационный расход через прямоугольную перемычку. Приток воды к совершенному круглому одиночному колодцу. Приток воды к совершенному артезианскому колодцу. Дифференциальное уравнение нестационарной фильтрации. Приток воды к галерее, расположенной на водоупоре (нестационарная задача). Приток воды к совершенному колодцу, расположенному на водоупоре (нестационарная задача). Фильтрация в пласте в напорном и безнапорном случае. Водоприток к совершенным и несовершенным скважинам, депрессионные кривые, радиус влияния скважины.

*Тема №9. Моделирование гидравлических процессов.* Гидравлический расчет трубопроводов: назначение и классификация трубопроводов; расчет и проектирование трубопроводов; гидравлический расчет простого трубопровода; метод эквивалентных потерь; гидравлический расчет сложных трубопроводов; гидравлические характеристики трубопроводов; гидроэнергетический баланс насосной установки; сифонные трубопроводы; гидравлический удар в трубах; кавитация.

Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке. Истечение жидкости через большое отверстие. Истечение жидкости через затопленное отверстие. Истечение жидкости при переменном напоре. Истечение жидкости через насадки. Гидравлический расчет открытых русел. Взаимодействие потока и твердого тела.

Классификация водосливов. Гидравлический расчет водосливов.

*Тема №10. Элементы теории размерностей.* Подобие физических явлений. Анализ размерностей и П-теорема. Числа гидрогазодинамического подобия. Моделирование движения жидкости и газа.

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Основная литература:**

1. Винников В.А. Гидромеханика. Учебник для вузов. - М.: МГГУ, 2003. - 302 с.

### **Дополнительная литература:**

2. Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Подземная гидромеханика. Пособие для семинарских занятий. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2014.- 256 с.
3. Гидравлика и гидропривод : учебное пособие / Б.С. Маховиков, Е.М. Кривенко, Н.С. Гудилин, И.Л. Пастоев. - 4-е изд., стер. - М.: Горная книга, 2007. - 520 с. - [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83717>

4. Яблонский, В.С. Сборник задач по технической гидромеханике / В.С. Яблонский, В.П. Яблонская. - Москва ; Ленинград : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1951. - 198 с. - [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220651](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220651)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

– учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебная мебель, ПК, оборудование для демонстрации презентаций, наглядные пособия;

помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МАГУ;

– лаборатория физики горных пород и процессов горного производства.

### **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:**

#### **7.1.1. Лицензионное программное обеспечение отечественного производства:**

1. Microsoft Windows.

#### **7.1.2. Лицензионное программное обеспечение зарубежного производства:**

Не предусмотрено.

#### **7.1.3. Свободно распространяемое программное обеспечение отечественного производства:**

Не предусмотрено.

#### **7.1.4. Свободно распространяемое программное обеспечение зарубежного производства:**

Не предусмотрено.

### **7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ:**

1. "Образовательная платформа ЮРАЙТ" (ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ"); режим доступа: [www.urait.ru](http://www.urait.ru)

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" (ООО "НексМедиа"); режим доступа: [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

3. Коллекция "Информатика - Издательство Лань" ЭБС ЛАНЬ (ООО "Издательство ЛАНЬ"); режим доступа: [www.lanbook.com](http://www.lanbook.com)

### **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Информационно-аналитическая система SCIENCEINDEX.

2. Электронная база данных Scopus.

3. Базы данных компании CLARIVATEANALYTICS.

### **7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс <http://www.consultant.ru/>.

2. ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.

## **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрено.

## **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.