

**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.Б.18 Гидромеханика**

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

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

**21.05.04 Горное дело**

**специализация №6 «Обогащение полезных ископаемых»**

(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

**2019**

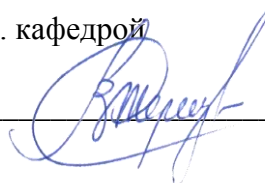
год набора

**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 № 9 от «30» мая 2019 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.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- свойства жидкостей, вывод основных уравнений гидравлики, условия их применения.

### **Уметь:**

- применять уравнения гидравлики для расчета и анализа равновесия жидкости и процессов течения;
- решать практические задачи гидравлики и использования справочной литературы при их решении.

### **Владеть:**

- методами расчета и анализа процессов течения, проектирования и эксплуатации гидравлических систем;
- методами теории подобия и размерностей в процессах движения жидкости и газа и основ моделирования гидромеханических явлений.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

- готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (ОПК-4).

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

Данная дисциплина относится к базовой части образовательной программы по специальности 21.05.04 «Горное дело» специализация №6 «Обогащение полезных ископаемых».

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

В свою очередь, «Гидромеханика» представляет собой методологическую базу для дисциплин, таких как «Аэрология горных предприятий», «Гидрогеология», «Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело», «Очистка сточных вод и оборотное водоснабжение», «Окускование, пиро- и гидрометаллургическая переработка руд и концентратов», «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 зачетных единиц или 144 час.

(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоёмкость в ЗЕТ	Общая трудоёмкость (час)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивных формах	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
4	7	4	144	44	8	8	60	8	48	-	36	экзамен
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	<b>144</b>	44	8	8	<b>60</b>	8	<b>48</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		4	
4	Основные законы и уравнения статики и динамики идеальных и реальных жидкостей. Гидромеханика упругой невязкой жидкости	6	2	2	10	2	6	
5	Движение напорных потоков вязкой жидкости	4	2	2	7	2	4	
6	Гидравлические сопротивления	2	2	-	6	2	6	
7	Взаимодействие тел с потоком жидкости	4	-	2	6		5	
8	Основы теории фильтрации	2	-	-	2		4	
9	Моделирование гидравлических процессов	5	-	-	5		5	
10	Элементы теории размерностей	4	-	-	4		5	
	Экзамен							36
	<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

объемного 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: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83717](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 занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);

– помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

– помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);

– лаборатория гравитации (оснащена: стол концентрационный СКО-0,5Д, машина отсадочная диафрагмовая МОД-0,2, коврик резиновый большой-4 шт., коврик резиновый малый, мельница шаровая лабораторная, ведро оцинкованное, комплект размольных шаров, столик лабораторный).

## **7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

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

1. ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

### **7.3 СОВРЕМЕННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ:**

1. Электронная база данных Scopus;
2. «Университетская библиотека online» – электронная библиотечная система – <http://biblioclub.ru/>
3. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" – <http://window.edu.ru/>;
4. Информационный портал "Студенту вуза" – <http://studentu-vuza.ru/>;

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

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