

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

21.05.05 Физические процессы горного или нефтегазового производства
направленность (профиль) «Физические процессы горного производства»

(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
ОПК-3. Способен применять методы фундаментальных и прикладных наук при оценке экологически безопасного состояния окружающей среды при добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов	ОПК-3.1. Применяет основные законы развития общества, естественных наук и математики в соответствии с профилем своей профессиональной деятельности. ОПК-3.2. Применяет основные научные законы и методы для решения экологических задач в соответствии с профилем своей профессиональной деятельности. ОПК-3.3. Владеет основными методами оценки экологического состояния окружающей среды.	Знать: – основные закономерности и направления развития состояния окружающей среды в сфере функционирования производств при добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов; – методы сбора, обработки и анализа данных об экологическом состоянии окружающей среды при добыче и переработке полезных ископаемых. Уметь: – применять знания фундаментальных и прикладных наук при оценке экологического состояния окружающей среды при добыче и переработке полезных ископаемых в профессиональной сфере деятельности. Владеть: – навыками использования фундаментальных и прикладных наук при оценке экологически безопасного состояния окружающей среды при добыче и переработке полезных ископаемых для решения конкретных профессиональных задач; – основными методами оценки экологического состояния и мерами по ликвидации аварийных ситуаций.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
<p>ОПК-15. Способен осуществлять техническое руководство технологическими лабораториями на горных или нефтегазоводобывающих производствах с целью контроля параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных сооружений</p>	<p>ОПК-15.1. Проводит работу технологических лабораторий на горных или нефтегазоводобывающих производствах, проводить исследования качества продукции с целью контроля параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных сооружений.</p> <p>ОПК-15.2. Использует научно-техническую информацию для контроля соответствия качества выпускаемой продукции требованиям стандартов.</p> <p>ОПК-15.3. Разрабатывает, согласовывает и утверждает в установленном порядке технические, методические и иные документы, регламентирующие порядок ведения технологического контроля над качеством выпускаемой продукции.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы сбора, обработки, анализа, получения и применения нормативно-инструктивных, аккредитационно-разрешительных документов и материалов работы технологических лабораторий на горных или нефтегазоводобывающих производствах по контролю параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных сооружений; – основные этапы проведения научных исследований. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – адаптировать типовые технологические решения к конкретным горно-геологическим условиям; – применять знания технического руководства технологическими лабораториями на горных или нефтегазоводобывающих производствах с целью контроля параметров процессов добычи и переработки полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных сооружений. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками интерпретации данных геологической базы; – навыками написания научно-технических отчетов; – навыками организации технических и экспериментальных научных исследований в области горного дела.
<p>ОПК-16. Способен использовать технические средства для оценки свойств горных пород и состояния массива, а также их влияния на параметры процессов добычи, переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений</p>	<p>ОПК-16.1. Эксплуатирует технические средства для оценки свойств горных пород и состояния массива, а также их влияния на параметры процессов добычи, переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений.</p> <p>ОПК-16.2. Устанавливает значения физико-технических параметров пород, необходимых для расчета режимов работы горного оборудования в процессах добычи, переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений.</p> <p>ОПК-16.3. Демонстрирует умения использовать технические средства для оценки свойств горных пород и состояния массива, а также их влияния на параметры процессов добычи, переработки минерального сырья, строительства и эксплуатации подземных сооружений</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – технические средства для оценки свойств горных пород и состояния массива; – прогрессивные технологические схемы разработки месторождений полезных ископаемых; передовые методы эксплуатации средств механизации горных работ. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обрабатывать, анализировать, интерпретировать и систематизировать результаты экспериментов и испытаний; – использовать технические средства опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий при добыче, переработки минерального сырья, строительстве и эксплуатации подземных сооружений. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методами анализа технико-экономических показателей опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий и разработки мероприятий для улучшения этих показателей.

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: «Аэрология предприятий горнопромышленного комплекса», «Физико-технический контроль и мониторинг массива горных пород и процессов горного производства», «Метрология, стандартизация и сертификация в горном деле» 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 6 зачетных единиц или 216 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 часов на СРС	Из них – на курсовую работу		
4	7	6	216	44	8	8	60	8	120	-	36	экзамен
Итого:		6	216	44	8	8	60	8	120	-	36	экзамен

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	12	
3	Кинематика потенциальных и вихревых потоков	6	-	-	6		16	
4	Основные законы и уравнения статики и	6	2	2	10	2	12	

№ 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				
	динамики идеальных и реальных жидкостей. Гидромеханика упругой невязкой жидкости							
5	Движение напорных потоков вязкой жидкости	4	2	2	7	2	12	
6	Гидравлические сопротивления	2	2	-	6	2	12	
7	Взаимодействие тел с потоком жидкости	4	-	2	6		12	
8	Основы теории фильтрации	2	-	-	2		12	
9	Моделирование гидравлических процессов	5	-	-	5		16	
10	Элементы теории размерностей	4	-	-	4		12	
	Экзамен							36
	Итого:	44	8	8	60	8	120	36

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: [//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 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.uraity.ru
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" (ООО "НексМедиа"); режим доступа: www.biblioclub.ru
3. Коллекция "Информатика - Издательство Лань" ЭБС ЛАНЬ (ООО "Издательство ЛАНЬ"); режим доступа: 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.