

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.44 Дифференциальные уравнения в горном деле

(шифр дисциплины и название в строгом соответствии
с федеральным государственным образовательным стандартом и 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

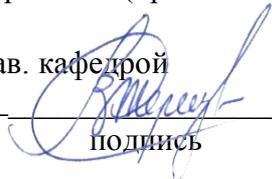
год набора

Составитель:

Терещенко С.В., д.т.н., зав. кафедрой
горного дела, наук о Земле и
природообустройства

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

Зав. кафедрой


_____ Терещенко С.В.

подпись

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью изучения дисциплины «Дифференциальные уравнения в горном деле» является изучение методов построения математических моделей различных естественнонаучных явлений и некоторых процессов горного производства с использованием основных положений теории уравнений дифференциальных уравнений (теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных).

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.
ОПК-6. Способен выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления	ОПК-6.1. Использует основные понятия и методы математики, основные законы и явления физики, химии, законы и методы информатики. ОПК-6.2. Применяет математические, физические методы и методы информационных технологий при решении естественнонаучных задач. ОПК-6.3. Выбирает методы расчета параметров технологического процесса и выбора оборудования и	Знать: – физические и химические свойства полезных ископаемых, их структурно-механические особенности; – методы сбора, обработки, анализа и создания единых баз данных при разработке интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, техническими средствами с высоким уровнем автоматизации. Уметь: – выбирать аппаратуру автоматизации и управления интегрированных технологических систем; – применять знания разработки интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления в

	автоматического управления интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления.	профессиональной сфере деятельности. Владеть: – навыками разработки интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления для решения конкретных профессиональных задач.
ОПК-7. Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-7.1. Анализирует горно-геологические условия, закономерности поведения состояния массива горных пород и управляет свойствами горных пород в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. ОПК-7.2. Использует методы рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр. ОПК-7.3. Обосновывает стратегию комплексного и эффективного освоения месторождений полезных ископаемых на основе анализа и оценки принципиальных технических решений с позиций их инновационности.	Знать: – методы и средства определения физических свойств горных пород и массивов, закономерности параметров взаимодействия горных пород и горных массивов с полями различной физической природы. Уметь: – выявлять закономерности параметров взаимодействия горных пород и горных массивов с полями различной физической природы. Владеть: – методами и средствами определения физических свойств горных пород и массивов.

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

Дисциплина (модуль) «Дифференциальные уравнения в горном деле» относится к обязательной части программы блока Б1.

Для освоения данной дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, которые они получили в процессе изучения дисциплин: «Физика», «Химия», «Геология», «Высшая математика», «Введение в специальность».

В свою очередь, дисциплина «Дифференциальные уравнения в горном деле» представляет собой методологическую базу для усвоения студентами содержания дисциплин «Подземная геотехнология», «Открытая геотехнология», «Переработка полезных ископаемых», «Горная квалиметрия и управление качеством руд при добыче» 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 3 зачетные единицы или 108 часов (из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС		Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ			Общее количество часов на СРС	из них – на курсовой проект		
2	3	1	36	16	16	-	32	4	4	-	-	зачет
2	4	2	72	16	16	-	32	4	40	-	-	зачет с оценкой
Итого:		5	108	32	32	-	64	8	44	-	-	зачет, зачет с оценкой

В интерактивной форме часы используются в виде заслушивания и обсуждения подготовленных студентами докладов по тематике дисциплины

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ В 3-ем СЕМЕСТРЕ

№ 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	Тема 1. Уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной <i>Основные понятия и определения. Уравнения с разделенными переменными и уравнения, приводящиеся к ним. Уравнения в полных дифференциалах. Формулировка задачи Коши.</i>	2	2	-	4	0,5	0,5	
2	Тема 2. Линейные уравнения первого порядка и уравнения, приводящиеся к ним. <i>Однородные и неоднородные линейные уравнения. Алгоритмы их решений: метод Лагранжа, метод Бернулли</i>	4	2	-	8	1	1	
3	Тема 3. Уравнения первого порядка, неразрешенные относительно производной. <i>Степенные уравнения. Неполные уравнения, уравнения Лагранжа и Клеро</i>	2	2	-	4	0,5	0,5	
4	Тема 4. Линейные уравнения высших порядков <i>Однородные линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Алгоритмы решения однородных уравнений. Правила нахождения общего решения однородного уравнения. Алгоритмы нахождения общего и частного решения неоднородного уравнения с</i>	6	6	-	12	1	1	

	<i>постоянными коэффициентами. Линейные уравнения Эйлера с переменными коэффициентами. Формулировка задачи Коши. Модель движения частиц горной массы по вибрирующей поверхности.</i>						
5	Тема 5. Системы дифференциальных уравнений. Динамические и автономно динамические линейные системы. Алгоритмы их решений. Определение устойчивости решений.	4	4	-	8	1	1
Итого:		16	16	-	32	4	4
Зачет							
6	Тема 1. Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка Уравнения с переменными коэффициентами. Решение задачи Коши.	2	2	-	4	0,5	0,5
7	Тема 2. Основные виды уравнений математической физики и их классификация Волновое уравнение. Уравнение теплопроводности и диффузии. Уравнение гидродинамики и другие. Начальные и граничные условия для уравнений в частных производных. Типы уравнений в частных производных – гиперболический, параболический и эллиптический. Приведение уравнений в частных производных к каноническому виду	4	4	-	8	1	1
8	Тема 3. Уравнения гиперболического типа. Волновое уравнение. Решение задачи Коши для волнового уравнения. Методы Даламбера и Тейлора. Решение граничных задач для волнового уравнения, описывающего свободные и вынужденные колебания методом Фурье. Задача о напряженном состоянии элемента долота режущего действия.	2	2	-	4	0,5	0,5
9	Тема 4. Уравнения параболического типа Уравнение теплопроводности. Решение задачи Коши методом Тейлора. Решение начально-граничной задачи. Методом Фурье без влияния внешних источников температуры и под их влиянием. Задача расчет глубины промерзания горных пород	6	4	-	12	1	1
10	Тема 5. Уравнения Эллиптического типа. Задачи, приводящие к уравнениям эллиптического типа. Уравнение Лапласа и его решение на плоскости и в пространстве. Граничные задачи Дирихле, Неймана и смешанная. Гармонические функции. Решение граничных задач для круга	4	4	-	8	1	1
Итого:		16	16	-	32	4	40
Зачет с оценкой							
Всего		32	32	-	64	8	44

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

3-й семестр

Основная литература:

1. Терещенко С.В. Дифференциальные уравнения в горном деле: курс лекций: учебное пособие ч.1. – Апатиты: Изд-во КФ ПетрГУ, 2013. – 190 с.
2. Эльсгольц, Л.Е. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление: учебное пособие для университетов/ Л.Е. Эльсгольц. - М.: УРСС, 1998. – 279с.
3. Агафонов, С.А. Дифференциальные уравнения: учеб. для вузов. 2-е изд./С.А.Агафонов, А.Д.Герман, Т.В.Муратова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. –348с.

Дополнительная литература:

1. Романко, В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления: учебное пособие для вузов. / В.К. Романко. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2000. -344с.
2. Матвеев, Н.М. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям: учебное пособие, 7-е изд., доп./ Н.М. Матвеев. -СПб.: Издательство «Лань», 2002.- 432 с.

4-й семестр

Основная литература:

1. Терещенко С.В. Дифференциальные уравнения в горном деле: курс лекций: учебное пособие ч.2. – Апатиты: Изд-во КФ ПетрГУ, 2013. – 185 с.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики: Учебное пособие для университетов.- М.: Наука, 1977 (1966). – 735с.
3. Мартинсон Л.К., Малов Ю.И.. Дифференциальные уравнения математической физики: Учебник для студентов вузов/ под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996.- (Сер. Математика в техническом университете; Вып. XII).

Дополнительная литература:

1. Кошляков Н.С. и др. Уравнения в частных производных математической физики: Учебное пособие для университетов. –М.: Высшая школа, 1970. –710с.
2. Булатов В.В. Глубинная геомеханика. –М.: Недра. 1990. -264 с.

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 информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета).

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
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.