

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.40 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**

**21.05.04 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

**2020**

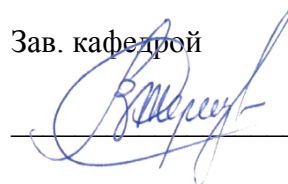
год набора

**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 № 10 от 11 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой



Терещенко С.В.

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**– при изучении процессов горного производства таких, как отбойка горной массы, ее перемещение по технологической цепи, промерзание горных пород, износ деталей бурового оборудования, оценка качества руды, определение геометрических параметров горных выработок, и других процессов, изменяющихся во времени и пространстве, очень часто не удается найти законы, связывающие непосредственно величины, характеризующие исследуемые явления. Однако при этом достаточно легко устанавливается взаимосвязь между этими величинами и их производными или дифференциалами, следовательно, в этом случае, для математического описания процессов горного производства используются математические модели на основе дифференциальных уравнений.

Целями и задачами курса являются:

– знакомство с методами 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);

– изучение основных методов нахождения решений дифференциальных уравнений, описывающих процессы горного производства.

В результате освоения дисциплины студент должен

**знать:**

- основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных;

- методы и алгоритмы нахождения общих решений дифференциальных уравнений и решений начальных и граничных задач;

**уметь:**

- формулировать начальные и граничные условия для конкретных задач, возникающих при изучении естественнонаучных явлений и процессов горного производства;

- находить решения уравнений в частных производных с учетом начальных и граничных условий.

**владеть:**

- основными приемами при решении задач горного производства;

- навыками, анализа и использования информации, необходимой для построения математических моделей с использованием дифференциальных уравнений.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

- готовностью осуществлять техническое руководство горными и взрывными работами, при добыче полезных ископаемых и строительстве подземных сооружений, непосредственно управлять технологическими процессами на производственных объектах (ПК-4);

## **3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.**

Дисциплина «Дифференциальные уравнения в горном деле» относится к обязательным дисциплинам вариативной части 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», «Физика горных пород».

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».

**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 3 зачетные единицы или **108** часа (из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интер-активной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
2	3	1	36	16	16	-	32	6	4	-	-	зачет
2	4	2	72	16	16	-	32	6	32	-	36	зачет с оценкой
<b>Итого:</b>		<b>5</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>52</b>	<b>-</b>	<b>68</b>	<b>14</b>	<b>76</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>зачет, зачет с оценкой</b>

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-м СЕМЕСТРЕ**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1	<b>Тема 1.</b> 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	<b>Тема 2.</b> ЛИНЕЙНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА И УРАВНЕНИЯ, ПРИВОДЯЩИЕСЯ К НИМ. <i>Однородные и неоднородные линейные уравнения. Алгоритмы их решений: метод Лагранжа, метод Бернулли</i>	4	4	-	8	1	1
3	<b>Тема 3.</b> УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО ПОРЯДКА, НЕРАЗРЕШЕННЫЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОИЗВОДНОЙ. <i>Степенные уравнения. Неполные уравнения, уравнения Лагранжа и Клеро</i>	2	2	-	4	0,5	0,5
4	<b>Тема 4.</b> 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 постоянными коэффициентами. Линейные уравнения Эйлера с переменными коэффициентами. Формулировка задачи Коши. Модель движения частиц горной массы по вибрирующей поверхности.</i>	6	6	-	12	1	1
5	<b>Тема 5.</b> Системы дифференциальных уравнений. <i>Динамические и автономно динамические линейные системы. Алгоритмы их решений. Определение устойчивости решений.</i>	4	4	-	8	1	1
	<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>Зачет</b>						

**СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ В 4-ом СЕМЕСТРЕ**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1	<b>Тема 1.</b> Линейные и квазилинейные уравнения в частных производных первого порядка <i>Уравнения с переменными коэффициентами. Решение задачи Коши.</i>	2	2	-	4	0,5	0,5
2	<b>Тема 2.</b> Основные виды уравнений математической физики и их классификация <i>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</i>	4	4	-	8	1	1
3	<b>Тема 3.</b> 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
4	<b>Тема 4.</b> Уравнения параболического типа <i>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</i>	6	6	-	12	1	1
5	<b>Тема 5.</b> Уравнения Эллиптического типа. <i>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</i>	4	4	-	8	1	1
	<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
	<b>Зачет</b>						

## **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 занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций;

учебно-наглядные пособия обеспечивающие тематические иллюстрации и аудиторная мебель (столы, стулья, доска аудиторная);

- 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.

### **7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. MicrosoftWindows.
2. MicrosoftOffice / LibreOffice.

### **7.2. ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

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 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Электронная база данных Scopus.

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

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

2. Электронный справочник "Информио" для высших учебных заведений <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.