

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**  
в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСИС»)

рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
НИТУ «МИСИС»  
от «28» июня 2024г.  
протокол № 6

## Рабочая программа дисциплины

# Моделирование обогатительных процессов и схем

Закрепленная кафедра	<b><u>Кафедра горного дела</u></b>
Направление подготовки	21.05.04 Горное дело
Специализация	Обогащение полезных ископаемых
Квалификация	<b><u>Горный инженер (специалист)</u></b>
Форма обучения	<b><u>Очная</u></b>
Общая трудоемкость	<b>6 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	<u>216</u>
аудиторные занятия	<u>36</u>
самостоятельная работа	<u>144</u>
часов на контроль	<u>236</u>
Семестр(ы) изучения	<u>9</u>

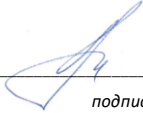
Формы контроля  
экзамен в 9 семестре

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	9	9	Итого
Вид занятий	УП	РП	
Лекции	54	54	54
Практические	54	54	54
Лабораторные	-	-	-
Контактная работа	108	108	108
Сам. работа	72	72	72
Часы на контроль	36	36	36
Итого:	216	216	216

Год набора 2024

Программу составил:  
Казанцев Антон Александрович, доцент, к.т.н.  
*Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью*



подпись

Рабочая программа дисциплины  
Моделирование обогатительных процессов и схем

разработана в соответствии с ОС ВО:  
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» апреля 2021 г. № 119 о.в.)

Выпуск 3:  
от 2 апреля 2021 г. № 119 о.в.

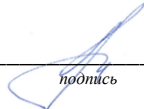
Составлена на основании учебного плана 2024 года набора:  
21.05.04 Горное дело, Обогащение полезных ископаемых, утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 28.06.2024 г., протокол №6.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
горного дела  
*наименование кафедры*

Протокол от «13» июня 2024 г. № 13

Зав.кафедрой ГД


«13» июня 2024 г.



подпись

А.А. Казанцев  
*И.О. Фамилия*

Руководитель ОПОП ВО  
Зав.кафедрой ГД, к.т.н.  
*должность, уч.ст., уч.зв. – при наличии*



подпись

А.А. Казанцев  
*И.О. Фамилия*

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

**Цель дисциплины** – формирование у студентов базовых знаний в овладении научной терминологией в области моделирования процессов обогащения и теории моделирования, классификации моделей и моделирования, теории динамики движения частиц в рабочих зонах обогатительных аппаратов, основ планирования эксперимента и построения регрессионных моделей для исследования обогатительных процессов и аппаратов, моделирование и построение технологических схем, обеспечивающих эффективность их работы.

**Задачи дисциплины:**

1. овладение практическими профессиональными знаниями по выбору этапов процесса моделирования; структуры теории и характеристики обогатительных процессов; модели процессов рудоподготовки; оптимизация схем рудоподготовки;
2. приобретение практических профессиональных знаний в области освоения модели сепарационных процессов; модели технологических схем обогащения; оптимальное проектирование технологических схем обогащения; критерии оптимальности обогатительных аппаратов и схем; оптимизация технологических схем;

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)		вариативная
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающихся</b>	
2.1.1	Основы горного дела	
2.1.2	Горные машины и оборудование	
2.1.3	Основы обогащения полезных ископаемых	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
2.2.1	Проектирование обогатительных фабрик	
2.2.2	Исследование руд на обогатимость	
2.2.3	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 3	
2.2.4	Производственная практика по получению профессиональных умений и навыков - 4	
2.2.5	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	

### 3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ПК-4 готов выполнять подготовительные, вспомогательные и специальные виды работ при открытой и подземной разработке полезных ископаемых, а также при процессах переработки минерального сырья	
Знать:	З-1 Теоретические основы моделирования обогатительных процессов в статике и динамике
Уметь:	У-1 Выделять значимые качества исследуемых процессов и систем
Владеть навыком:	Н-1 математического и оптимизационного моделирования процессов
ПК-6 способен анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород, выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, осуществлять моделирование обогатительных процессов, составлять необходимую документацию	
Знать:	З-1 Основные понятия и принципы моделирования обогатительных систем и методы моделирования
Уметь:	У-1 Создавать адекватные модели систем; выполнять исследование моделей систем
Владеть навыком:	Н-1 Моделирования процессов обогащения полезных ископаемых

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература	Примечание
<b>1</b>	<b>Раздел 1 Аудиторная работа</b>	<b>9</b>	<b>108</b>			
1.1	<b>Введение.</b> Ознакомление с содержанием курса, определениями и терминологией, моделирования и автоматизации обогатительных фабрик., обеспечивающих эффективность их работы. Цель	9	6	ПК-6, 3-1 ПК-4, 3-1	Л 1.1 Л 2.1	

	<p>получения качественных концентратов; снижение потерь ценных компонентов; сокращение расхода сырья, материалов, электроэнергии, обслуживающего персонала. Уровень и степень автоматизации. Состояние научно-технического производства. Целесообразность внедрения контроля, автоматизации и управления предприятиями с использованием современной вычислительной техники в отечественной практике и за рубежом. /Лекция/</p>					
1.2	<p><b>Моделирование и модели. Методы и технические средства математического моделирования</b>  Понятие моделирования и модели. Виды моделирования. Математическое моделирование как основное средство научных исследований и управления процессами обогащения. Методы и технические средства математического моделирования. Обзор типовых уравнений, используемых при моделировании; понятия о математических моделях, теоретический, экспериментальный и комбинированный пути исследования /Лекция/</p>	9	6	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	
1.3	<p><b>Фракционный состав минерального сырья и сепарационные характеристики</b>  Данные и функции. Матрицы, уравнения. Основные понятия и средства математической статистики. Корреляционный и регрессионный анализы /Лекция/</p>	9	6	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	
1.4	<p><b>Общая схема нахождения сепарационной характеристики обогатительного аппарата.</b>  Факторное планирование. Дисперсионный анализ. Методы оптимизации. Сущность и основные методы моделирования сепарации минерального сырья. Понятие о фракционном составе (функции распределения частиц) сырья и продуктов обогащения по физическим свойствам. Понятие об идеальном и неидеальном сепараторе по одному и нескольким физическим свойствам его сепарационной характеристики; понятие о рабочей точке разделения. Формулы для расчета технологических показателей обогащения для случая идеальной сепарации по одному физическому свойству.  Методы экспериментального определения характеристики фракционного состава проб сырья и продуктов обогащения /Лекция/</p>	9	6	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	
1.5	<p><b>Сепарационные характеристики обогатительных аппаратов</b>  Обзор технических средств моделирования. Простые модели типовых процессов транспортировки, перемещения сыпучих и пульпообразных материалов. /Лекция/</p>	9	6	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	
1.6	<p><b>Оптимизация процессов обогащения. Моделирование рудоподготовки.</b>  Моделирование процессов кинетики дробления и измельчения. Общее уравнение процессов с измельчением размера частиц. Сравнение уравнений кинетики измельчения; идея и физический смысл подхода А.И. Загустина. Учет разнородности материала. Экспериментальные методы изучения кинетики дробления и измельчения.  Математическое моделирование промышленных схем дробления. Составление уравнений разомкнутых и замкнутых схем дробления. Учет характеристик грохотов. Прогнозирующий расчет гранулометрических характеристик разомкнутых и замкнутых схем дробления. Динамика потока и запаса материала.  Математическое моделирование промышленных схем измельчения. Составление уравнений состояния замкнутой схемы измельчения с учетом кинетики процесса и точности классификации; экстремальные особенности схемы. Экстремальное определение технологических характеристик замкнутого</p>	9	12	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	

	цикла измельчения; учет разнопрочности материалов. Прогнозирующий расчет производительности и гранхарактеристики продуктов. Энергетические аспекты рудоподготовки. Моделирование режимов дробления и измельчения с максимизацией энергетического КПД. /Лекция/					
1.7	<b>Моделирование обогатительных процессов.</b> Общая схема нахождения сепарационной характеристики любого обогатительного аппарата теоретическим путем. Законы сохранения и баланса сил любой узкой фракции. Уравнение сепарации и его роль для предсказания фракционного состава. Моделирование сепарации по крупности полидисперсных смесей в вертикальном потоке среды и сепарационной характеристики классифицирующих аппаратов. Моделирование сепарации по плотности в аппаратах гравитационного обогащения со стесненным движением частиц. Моделирование сепарации частиц по их флотуемости и сепарационные характеристики флотационных машин. Моделирование сепарации частиц по их магнитной восприимчивости и сепарационные характеристики магнитных сепараторов. Уравнения сепарации и сепарационных характеристик электрических сепараторов. Экспериментальное определение сепарационных характеристик для основных типов аппаратов. Сепарационные характеристики схем обогащения. Расчет показателей обогащения для произвольных схем с учетом распределения частиц сырья по физическим свойствам и сепарационным характеристикам аппаратов. Оптимизация сепарационных процессов /Лекция/	9	4	ПК-6, 3-1, ПК-4, У-1	Л 1.1 Л 2.1	
1.8	<b>Автоматизация обогатительных процессов</b> Технические средства автоматизации. Автоматизация процессов рудоподготовки, основных обогатительных процессов, обезвоживания и сушки. /Лекция/	9	8	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	
1.9	Построение модели подготовительных процессов /практика/	9	8	ПК-6, У-1, Н-1 ПК-4, У-1, Н-1	Л 1.2 Л 2.1	
1.10	Построение модели магнитного обогащения /практика/	9	8	ПК-6, У-1, Н-1 ПК-4, У-1, Н-1	Л 1.2 Л 2.1	
1.11	Построение флотационной модели /практика/	9	8	ПК-6, У-1, Н-1 ПК-4, У-1, Н-1	Л 1.2 Л 2.1	
1.12	Построение модели гравитационного обогащения /практика/	9	8	ПК-6, У-1, Н-1 ПК-4, У-1, Н-1	Л 1.2 Л 2.1	
1.13	Построение модели процесса обезвоживания /практика/	9	6	ПК-6, У-1, Н-1 ПК-4, У-1, Н-1	Л 1.2 Л 2.1	
1.14	Построения модели обогащения строительных горных пород /практика/	9	4	ПК-6, У-1, Н-1 ПК-4, У-1, Н-1	Л 1.2 Л 2.1	
1.15	Построения модели обогащения энергетических и коксующихся углей /практика/	9	4	ПК-6, У-1, Н-1 ПК-4, У-1, Н-1	Л 1.2 Л 2.1	
<b>2</b>	<b>Самостоятельная работа студента</b>	<b>9</b>	<b>72</b>			
2.1	Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам лекций	9	36	ПК-6, 3-1, ПК-4, 3-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
2.2	Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку: 1. Основные понятия и средства математической статистики. Корреляционный и регрессионный	9	18	ПК-6, 3-1, ПК-4, У-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	

	анализы. 2. Полный факторный эксперимент. Метод линейного программирования. 3. Расчет сепарационных характеристик обогащительных процессов. 4. расчеты технологических показателей обогащения с помощью ЭВМ. 5. Обработка кривых кинетики измельчения для интенсификации математических моделей измельчения					
2.3	Выполнение контрольных работ: 1. Расчет сепарационных характеристик обогащительных процессов, расчет технологических показателей обогащения с помощью ЭВМ 2. Анализ полученных моделей, оценка возможности их использования для прогнозирования деятельности обогащительной фабрики или управления технологическим процессом или оборудованием	9	18	ПК-6, У-1, Н-1 ПК-4, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
2.4	Выполнение домашнего задания	9	18	ПК-6, У-1, Н-1 ПК-4, У-1, Н-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1	
<b>3</b>	<b>Контроль</b>	<b>9</b>	<b>36</b>			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации

1. Объясните назначение моделирования, перечислите основные этапы моделирования объекта.
2. Опишите типы моделей - физические и математические, детерминированные и стохастические, состояния и функциональные.
3. Дайте определение сепарации и в чем ее отличие от рудоподготовки?
4. Какие процессы сепарации вы знаете?
5. Какие процессы рудоподготовки вы знаете?
6. Дайте определения функции фракционного состава, функции содержания, сепарационной характеристики.
7. Перечислите характеристики сырья, характеристики процессов, характеристики схем.
8. Дайте определения узкой фракции, элементарной фракции, признака разделения.
9. Какова размерность функции фракционного состава?
10. Выведите формулы для расчета выхода фракции и содержания металла во фракции.
11. Дайте определение идеальной сепарации и сепарационной характеристики идеального сепаратора.
12. В чем состоит отличие реальной сепарации от идеальной?
13. Постройте сепарационную характеристику реального сепаратора, укажите, в чем отличие ее от идеальной.
14. Чем характеризуется степень идеальности или неидеальности сепарационной характеристики?
15. Перечислите основные методы определения фракционного состава, их достоинства и недостатки.
16. Каким образом можно экспериментально определить фракционный состав флотуемого материала?
17. Как рассчитать сепарационную характеристику аппарата по экспериментально определенному фракционному составу питания и концентрата.
18. Дайте понятие популяционно-балансовой модели, и на чем она основана.
19. Изобразите схематически последовательность составления Балансовой модели процесса рудоподготовки.
20. Дайте определение функции отбора и функции разрушения.
21. Почему в уравнении балансовой модели для процессов дробления и измельчения пределы интегрирования изменены по сравнению с общим случаем?
22. Какой вид функции отбора оптимален в отношении максимизации производительности мельниц; минимизации переизмельчения?
23. Предположите, каким образом можно воздействовать на вид функции отбора. С какой целью?
24. Дайте понятие о стохастических и детерминированных силах, действующих в рабочей зоне сепаратора?
25. Какие вы знаете детерминированные и стохастические силы?
26. Какие силы ответственны за направленный перенос вещества в рабочей зоне сепаратора?

27. Какая сила ответственна за «диффузию» вещества в рабочей зоне сепаратора?
28. Как изменяется сепарационная характеристика сепаратора, если увеличивается коэффициент макродиффузии, а коэффициент переноса уменьшается.
29. Запишите выражение для сепарационной характеристики флотомашины, изобразите графически.
30. Каким образом можно улучшить сепарационную характеристику флотомашины?
31. В чем отличия процессов, протекающих в глубоких и мелких флотомашинах?
32. В чем отличия сепарационных характеристик глубоких и мелких флотомашин?
33. Зачем нужны развитые схемы обогащения?
34. Изобразите на одном графике сепарационную характеристику флотомашины, флотационной схемы и идеальную сепарационную характеристику. В чем отличия?
35. Дайте определение канонических и полуканонических, симметричных, сбалансированных схем.
36. В симметричной сбалансированной схеме увеличено число операций одновременно в контрольной ветви и ветви перичисток. Как изменятся при этом граница разделения и крутизна сепарационной характеристики?
37. В симметричной сбалансированной схеме увеличено число операций в ветви перечистки. Как изменятся при этом граница разделения и крутизна сепарационной характеристики?
38. В симметричной сбалансированной схеме увеличено число операций в контрольной ветви. Как изменятся при этом граница разделения и крутизна сепарационной характеристики?
39. Как можно увеличить крутизну сепарационной характеристики в несимметричной несбалансированной схеме обогащения?
40. Какой вид имеют сепарационные характеристики концентрата и оборотных продуктов? В чем отличия?
41. Схема обогащения была изменена так, что сепарационные характеристики оборотных продуктов сместились в сторону от границы разделения. Как это скажется на виде сепарационной характеристики?
42. Что понимается под эквивалентными схемами обогащения?
43. Дайте понятие критерия оптимальности и особенностей экономических и технологических критериев.
44. Дайте определение критерия минимальной машиноемкости.
45. Опишите последовательность оптимального проектирования принципиальной схемы обогащения.
46. В чем сущность методов граничного содержания и перебора концентратных фракций?
47. Как выглядит граница разделения принципиальной схемы с двумя признаками разделения?
48. По каким критериям оптимизируется схема цикла обогащения?
49. Опишите последовательность оптимального проектирования схемы цикла обогащения.
50. Приведите приближенные формулы для расчета оптимального числа перечистных и контрольных операций в цикле.

Темы домашних заданий

1. Расчет фракционного состава и функции содержания руды по результатам флотации.

Выход ценного продукта при флотации, *д.е.*

Время флотации, мин	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,11	0,09	0,09	0,08	0,07	0,12	0,13	0,06	0,07	0,06
2	0,17	0,13	0,13	0,11	0,10	0,16	0,18	0,09	0,10	0,09
$\infty$	0,32	0,21	0,17	0,15	0,14	0,20	0,23	0,14	0,13	0,15

Извлечение в ценный продукт при флотации, *д.е.*

Время флотации, мин	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0,40	0,53	0,53	0,55	0,55	0,51	0,41	0,36	0,34	0,41
2	0,59	0,7	0,69	0,72	0,72	0,70	0,61	0,51	0,52	0,59
$\infty$	0,85	0,81	0,79	0,82	0,83	0,88	0,85	0,69	0,82	0,88

2. Расчет сепарационной характеристики сепаратора.

Содержание металла по узким фракциям, %

Фракция, г/см <sup>3</sup>	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,6 – 3,0	0	0	0,2	0,1	0,6	0,05	0,3	0,4	0,2	0,3
3,0 – 3,4	1	2	2,5	1,5	3,0	0,5	1,8	2,1	2,6	1,9
3,4 – 3,8	2	2,5	4,8	6,0	3,3	1,2	2,4	3,1	4,2	2,8
3,8 – 4,2	4	5,1	6,3	8,2	4,9	3,1	4,6	5,1	7,2	4,3
4,2 – 4,6	10	14	16	20	11	13	14	15	17	18
4,6 – 5,0	52	50	48	51	52	49	50	51	47	52

## Выход узких фракций исходной руды, д.е.

Фракция, г/см <sup>3</sup>	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,6 – 3,0	0.36	0.35	0.21	0.2	0.185	0.41	0.28	0.45	0.34	0.39
3,0 – 3,4	0.135	0.235	0.235	0.235	0.344	0.168	0.168	0.11	0.22	0.18
3,4 – 3,8	0.082	0.175	0.175	0.238	0.238	0.09	0.16	0.126	0.126	0.21
3,8 – 4,2	0.162	0.101	0.101	0.156	0.05	0.05	0.124	0.188	0.112	0.1
4,2 – 4,6	0.156	0.118	0.211	0.132	0.092	0.092	0.092	0.092	0.106	0.04
4,6 – 5,0	0.105	0.021	0.068	0.039	0.091	0.19	0.176	0.034	0.096	0.08

**Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)**

1. Практические работы в семестре
2. Домашнее задание

**Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена**

Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса из установленного перечня по темам, изложенным в 4 разделе данной РПД.

Билеты хранятся на кафедре и утверждены заведующим кафедрой

**Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)**

- Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: экзамен в 9 семестре.
- Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости в 9 семестре - балльно-рейтинговая:
  - посещение занятий – 1 балл за 1 занятие (всего 18 лекционных занятий), итого не более 18 баллов;
  - выполнение практических работ, всего 7 работ в семестре по 3 балла, итого не более 21 баллов;
  - выполнение контрольных работ, всего 2 работы в семестре по 6 баллов, итого не более 12 баллов;
  - выполнение домашнего задания – до 9 баллов
 ИТОГО не более 60 баллов в семестре.
- Условие допуска к экзамену по дисциплине – наличие не менее 33 баллов семестровой работы.
- Методика расчета оценки на экзамене.
- Ответ на экзамене оценивается в 40 баллов. Критерии определения оценок на экзамене изложены в разделе 5 Положения о промежуточной аттестации студентов ФГАОУ ВО НИТУ «МИСИС» (П 239.09-14)

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1 Основная литература**

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	В. В. Морозов, Т. С. Николаева	Моделирование и автоматизация обогатительных процессов. Методы автоматизированного управления технологическим и процессами обогащения : учебное пособие	Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/64186.html">https://www.iprbookshop.ru/64186.html</a>	Москва : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 66 с. — ISBN 978-5-87623-962-4
Л 1.2	Е. Ф. Цыпин	Информационные методы обогащения полезных ископаемых : учебник	Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/117867.html">https://www.iprbookshop.ru/117867.html</a>	Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 277 с. — ISBN 978-5-4497-1542-5



<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
<b>Обозначение</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Библиотека</b>	<b>Издательство, год</b>
Л 2.1	Авдохин, В.М.	Основы обогащения полезных ископаемых: учебник для вузов : в 2-х т. Т. 1. Обогащение полезных ископаемых	Университетская библиотека ONLINE URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=100028">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=100028</a>	Москва : Горная книга, 2008.
<b>6.1.3 Методические материалы</b>				
<b>Обозначение</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Библиотека</b>	<b>Издательство, год</b>
Л 3.1				
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э 1	<a href="http://www.google.ru">www.google.ru</a>			
Э 2				
Э 3				
<b>6.3. Перечень программного обеспечения</b>				
<b>6.3.1 Дополнительная техническая документация/информация</b>				
П 1				
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И 1				
И 2				

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
7.1	<p>Ауд. 113. Лаборатория «Обогащение полезных ископаемых» Помещение 1. Аудитория для проведения лабораторных работ.</p> <p>Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мельница шаровая МШЛ-1 (объем барабана 1 л) с комплектом шаров 2 кг – 1 шт.;</li> <li>2. Анализатор ситовой вибрационный АСВ-200 (с комплектом сит 8 шт.) с таймером – 1 шт.;</li> <li>3. Стол концентрационный 51КЦ – 1 шт.;</li> <li>4. Машина флотационная ФМЛ-1 (объем камер: 0,5; 075; 1,0 л) – 1 шт.</li> <li>5. Машина флотационная ФМЛ-3 – 1 шт.</li> <li>6. Макет гидроциклона – 1 шт.</li> <li>7. Дробилка щековая ДЩ 60х100 – 1 шт.;</li> <li>8. Мельница лабораторная – 1 шт.</li> <li>9. Ситовый анализатор Retsch – 1 шт.</li> </ol>
7.2	<p>Ауд. 115. Лаборатория «Обогащение полезных ископаемых» Помещение 2. Аудитория для проведения лабораторных работ.</p> <p>Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сепаратор электромагнитный ЭБМ-32/20 с пультом управления – 2 шт.;</li> <li>2. Сократитель рифельный 934PM – 1 шт.;</li> <li>3. Сепаратор электростатический ЭЛКОР-1 – 1 шт.;</li> <li>4. Анализатор гранулометрического состава ФСХ-5 – 1 шт.</li> <li>5. Трубчатый магнитный анализатор 25-СТЭ – 1 шт.</li> <li>6. Ультразвуковая мойка RK – 1 шт.</li> <li>7. Коллекция руд;</li> <li>8. Набор сит – 3 шт.;</li> <li>9. Сушильный шкаф – 2 шт.;</li> <li>10. Весы ВЛГЭ-500 – 1 шт.;</li> <li>11. Весы ВТ-300 – 1 шт.;</li> <li>12. Микроскоп рудный – 1 шт.;</li> <li>13. Биноклярная лупа – 1 шт.;</li> <li>14. Набор химической посуды – 2 шт.;</li> <li>15. Центрифуга ЦЛК-1 – 1 шт.;</li> </ol>

- |  |
|--|
| 16. Эксикатор – 4 шт.;                             |
| 17. Набор колб V=250; 0,5; 1 л.                    |
| 18. Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест. |

#### **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы.

Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий.

Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты и презентации. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.