

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 «27» июня 2025г.
протокол № 5

Рабочая программа дисциплины

Моделирование обогатительных процессов и схем

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

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 2025

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 2025 года набора:
21.05.04 Горное дело, Обогащение полезных ископаемых, утвержденного Ученым советом ГФ НИТУ «МИСИС» 27.06.2025г., протокол №5.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

горного дела

наименование кафедры

Протокол от «11» июня 2025 г. №7

Зам. зав. кафедрой ГД

подпись

Г.М.Тарасенко

И.О. Фамилия

«11» июня 2025 г.

Руководитель ОПОП ВО
Доцент кафедры горного дела, к.э.н.

подпись

Д.В.Ермолаев

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
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся
2.1.1	Основы горного дела
2.1.2	Горные машины и оборудование
2.1.3	Основы обогащения полезных ископаемых
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее
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
1	Раздел 1 Аудиторная работа	9	108			
1.1	Введение. 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	

	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/					
1.2	Моделирование и модели. Методы и технические средства математического моделирования 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/	9	6	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	
1.3	Фракционный состав минерального сырья и сепарационные характеристики Данные и функции. Матрицы, уравнения. Основные понятия и средства математической статистики. Корреляционный и регрессионный анализы /Лекция/	9	6	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	
1.4	Общая схема нахождения сепарационной характеристики обогатительного аппарата. 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/	9	6	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	
1.5	Сепарационные характеристики обогатительных аппаратов Обзор технических средств моделирования. Простые модели типовых процессов транспортировки, перемещения сыпучих и пульпообразных материалов. /Лекция/	9	6	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	
1.6	Оптимизация процессов обогащения. Моделирование рудоподготовки. 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	9	12	ПК-6, 3-1,	Л 1.1 Л 2.1	

	цикла измельчения; учет разноточности материалов. Прогнозирующий расчет производительности и гранхарактеристики продуктов. Энергетические аспекты рудоподготовки. Моделирование режимов дробления и измельчения с максимизацией энергетического КПД. /Лекция/					
1.7	Моделирование обогатительных процессов. 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	Автоматизация обогатительных процессов 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	
2	Самостоятельная работа студента	9	72			
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	
3	Контроль	9	36			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации

- Объясните назначение моделирования, перечислите основные этапы моделирования объекта.
- Опишите типы моделей - физические и математические, детерминированные и стохастические, состояния и функциональные.
- Дайте определение сепарации и в чем ее отличие от рудоподготовки?
- Какие процессы сепарации вы знаете?
- Какие процессы рудоподготовки вы знаете?
- Дайте определения функции фракционного состава, функции содержания, сепарационной характеристики.
- Перечислите характеристики сырья, характеристики процессов, характеристики схем.
- Дайте определения узкой фракции, элементарной фракции, признака разделения.
- Какова размерность функции фракционного состава?
- Выведите формулы для расчета выхода фракции и содержания металла во фракции.
- Дайте определение идеальной сепарации и сепарационной характеристики идеального сепаратора.
- В чем состоит отличие реальной сепарации от идеальной?
- Постройте сепарационную характеристику реального сепаратора, укажите, в чем отличие ее от идеальной.
- Чем характеризуется степень идеальности или неидеальности сепарационной характеристики?
- Перечислите основные методы определения фракционного состава, их достоинства и недостатки.
- Каким образом можно экспериментально определить фракционный состав флотируемого материала?
- Как рассчитать сепарационную характеристику аппарата по экспериментально определенному фракционному составу питания и концентрата.
- Дайте понятие популяционно-балансовой модели, и на чем она основана.
- Изобразите схематически последовательность составления Балансовой модели процесса рудоподготовки.
- Дайте определение функции отбора и функции разрушения.
- Почему в уравнении балансовой модели для процессов дробления и измельчения пределы интегрирования изменены по сравнению с общим случаем?
- Какой вид функции отбора оптимален в отношении максимизации производительности мельниц; минимизации переизмельчения?
- Предположите, каким образом можно воздействовать на вид функции отбора. С какой целью?
- Дайте понятие о стохастических и детерминированных силах, действующих в рабочей зоне сепаратора?
- Какие вы знаете детерминированные и стохастические силы?
- 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 флотомашин, изобразите графически.
30. Каким образом можно улучшить сепарационную характеристику флотомашин?
31. В чем отличия процессов, протекающих в глубоких и мелких флотомашин?
32. В чем отличия сепарационных характеристик глубоких и мелких флотомашин?
33. Зачем нужны развитые схемы обогащения?
34. Изобразите на одном графике сепарационную характеристику флотомашин, 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 пенного 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
∞	0,32	0,21	0,17	0,15	0,14	0,20	0,23	0,14	0,13	0,15

Извлечение в пенный 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
∞	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 ³	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 ³	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: https://www.iprbookshop.ru/64186.html	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: https://www.iprbookshop.ru/117867.html	Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 277 с. — ISBN 978-5-4497-1542-5

6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
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: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=100028	Москва : Горная книга, 2008.
6.1.3 Методические материалы				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1				
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	www.google.ru			
Э 2				
Э 3				
6.3. Перечень программного обеспечения				
6.3.1 Дополнительная техническая документация/информация				
П 1				
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1				
И 2				

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
7.1	Ауд. 113. Лаборатория «Обогащение полезных ископаемых» Помещение 1. Аудитория для проведения лабораторных работ. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Мельница шаровая МШЛ-1 (объем барабана 1 л) с комплектом шаров 2 кг – 1 шт.; 2. Анализатор ситовой вибрационный АСВ-200 (с комплектом сит 8 шт.) с таймером – 1 шт.; 3. Стол концентрационный 51КЦ – 1 шт.; 4. Машина флотационная ФМЛ-1 (объем камер: 0,5; 0,75; 1,0 л) – 1 шт. 5. Машина флотационная ФМЛ-3 – 1 шт. 6. Макет гидроциклона – 1 шт. 7. Дробилка щековая ДЩ 60х100 – 1 шт.; 8. Мельница лабораторная – 1 шт. 9. Ситовый анализатор Retsch – 1 шт.
7.2	Ауд. 115. Лаборатория «Обогащение полезных ископаемых» Помещение 2. Аудитория для проведения лабораторных работ. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Сепаратор электромагнитный ЭБМ-32/20 с пультом управления – 2 шт.; 2. Сократитель рифельный 934РМ – 1 шт.; 3. Сепаратор электростатический ЭЛКОР-1 – 1 шт.; 4. Анализатор гранулометрического состава ФСХ-5 – 1 шт. 5. Трубчатый магнитный анализатор 25-СТЭ – 1 шт. 6. Ультразвуковая мойка РК – 1 шт. 7. Коллекция руд; 8. Набор сит – 3 шт.; 9. Сушильный шкаф – 2 шт.; 10. Весы ВЛТЭ-500 – 1 шт.; 11. Весы ВТ-300 – 1 шт.; 12. Микроскоп рудный – 1 шт.; 13. Биноклярная лупа – 1 шт.; 14. Набор химической посуды – 2 шт.; 15. Центрифуга ЦЛК-1 – 1 шт.;

	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.