

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 20.03.2024 13:13:18

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ Гравитационные методы обогащения

Закреплена за подразделением Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Направление подготовки

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Профиль

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 76

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:

экзамен 7

курсовая работа 7

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	76	76	76	76
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.тн, доцент, Николаев А.А.*

Рабочая программа

**Гравитационные методы обогащения**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - специалитет Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, 21.05.04-СГД-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья**

Протокол от 29.06.2023 г., №10

Руководитель подразделения Юшина Т.И.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Сформировать у студентов знания, умения и навыки по гравитационным методам обогащения полезных ископаемых.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.12.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения	
2.1.2	Маркшейдерское обеспечение недропользования	
2.1.3	Шахтное строительство	
2.1.4	Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Автоматизированный электропривод машин и установок	
2.2.2	Анализ точности маркшейдерских работ	
2.2.3	Городское подземное строительство	
2.2.4	Оценка условий труда	
2.2.5	Планирование и организация горных работ	
2.2.6	Системы позиционирования и методы дистанционного зондирования Земли	
2.2.7	Стационарные установки	
2.2.8	Управление качеством минерального сырья	
2.2.9	Электроснабжение горных предприятий	
2.2.10	Горные машины и оборудование подземных и открытых горных работ	
2.2.11	Комбинированная разработка месторождений полезных ископаемых	
2.2.12	Контроль технологических процессов обогащения	
2.2.13	Сдвигение и деформации породных массивов и земной поверхности	
2.2.14	Строительство выработок в сложных горно-геологических условиях	
2.2.15	Технологии горноспасательного дела	
2.2.16	Технологии обогащения и переработки полезных ископаемых	
2.2.17	Транспортная логистика горных предприятий	
2.2.18	Транспортные системы горных предприятий	
2.2.19	Вспомогательные процессы обогащения полезных ископаемых	
2.2.20	Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия	
2.2.21	Маркшейдерское обеспечение безопасности ведения горных работ	
2.2.22	Содержание, ремонт и реконструкция подземных сооружений	
2.2.23	Управление безопасностью труда	
2.2.24	Управление охраной окружающей среды	
2.2.25	Цифровое управление энергоэффективностью горных предприятий	
2.2.26	Беспилотные технологии в маркшейдерском деле	
2.2.27	Исследование обогатимости полезных ископаемых	
2.2.28	Комплексное освоение георесурсного потенциала месторождений	
2.2.29	Международные стандарты оценки запасов минерального сырья	
2.2.30	Планирование горных работ	
2.2.31	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.32	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.33	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.34	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.35	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.36	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.37	Преддипломная практика	
2.2.38	Преддипломная практика	
2.2.39	Преддипломная практика	
2.2.40	Преддипломная практика	

2.2.41	Преддипломная практика
2.2.42	Преддипломная практика
2.2.43	Технология машиностроения
2.2.44	Химия и технология флотационных реагентов

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

#### ПК-3: Способен решать производственно-технологические задачи в области профессиональной деятельности

##### Знать:

ПК-3-34 Основы конструирования и принцип работы основного оборудования для обогащения руд гравитационными методами

ПК-3-35 Основы технологий гравитационного обогащения руд (схемы, режимы)

ПК-3-33 Физические основы гравитационных методов обогащения руд. Факторы, влияющие на показатели обогащения руд гравитационными методами

ПК-3-31 Основные термины и определения гравитационных методов обогащения полезных ископаемых

ПК-3-32 Классификацию методов гравитационного обогащения руд

##### Уметь:

ПК-3-У3 Оценивать и выбирать технологические и технические решения по обогащению полезных ископаемых и использованием гравитационных методов обогащения

ПК-3-У4 Выбирать методы гравитационного обогащения руд, схемы и режимы

ПК-3-У1 Рассчитывать технологические показатели, материальный баланс и баланс по компоненту операций и схем гравитационного обогащения руд, анализировать результаты обогащения руд

ПК-3-У2 Выбирать и рассчитывать основное оборудование для гравитационных методов обогащения руд

##### Владеть:

ПК-3-В1 Методами лабораторных исследований по гравитационному обогащению полезных ископаемых

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Закономерности движения частиц в водной и воздушной средах. Классические представления</b>							
1.1	Закономерности движения частиц в водной и воздушной средах. Классические представления /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-33	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
1.2	Расчет физических сил и гидродинамических режимов движения минеральных зерен /Пр/	7	2	ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.6		КМ1,К М3	Р1
1.3	Изучение свободного падения минеральных зерен /Лаб/	7	2	ПК-3-У3 ПК-3-В1	Л1.1 Л2.2 Л2.3Л2.6Л3.1 Э2 Э4		КМ3	
1.4	Подготовка к выполнению практических занятий, контрольных работ. Проработка лекционного материала /Ср/	7	6	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-У1	Л1.1Л2.2 Л2.3 Л2.6Л3.1 Э1 Э4		КМ1,К М3	
	<b>Раздел 2. Гидравлическая классификация</b>							

2.1	Гидравлическая классификация. Гидравлические классификаторы /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
2.2	Гидравлическая и пневматическая классификация. Седиментация /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
2.3	Расчет конечной скорости свободного и стесненного падения зерен. Расчет равнопадаемости. Расчет эффективности гидравлической классификации /Пр/	7	4	ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3	Л1.1Л2.2 Л2.5 Л2.6		КМ1,КМ3	Р1
2.4	Изучение работы гидроциклона /Лаб/	7	5	ПК-3-У3 ПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.6 Э4	Мякота, О. С. Гравитационные методы обогащения : лаб. практикум / О. С. Мякота ; МГГУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГГУ], 2012 . – 62 с. : табл., рис. – URL: <a href="http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145">http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145</a>	КМ3	
2.5	Курсовая работа "Расчет шкалы гидравлической классификации. Определение классов равнопадаемости. Выбор и расчет классифицирующего аппарата" /Ср/	7	20	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л2.3Л2.2 Л2.6Л3.1 Э1 Э2 Э3		КМ3	Р1
2.6	Подготовка к выполнению лабораторных, практических занятий, контрольных работ. Проработка лекционного материала /Ср/	7	4	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.5 Л2.6		КМ1,КМ3	
	<b>Раздел 3. Промывка песков</b>							
3.1	Промывка песков /Лек/	7	4	ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.4 Л2.6		КМ3	
3.2	Промывка песков. Схемы дезинтеграции и промывки /Пр/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-34 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3	Л1.1Л2.2 Л2.4 Л2.6		КМ1,КМ3	

3.3	Подготовка к выполнению практических занятий, контрольных работ. Проработка лекционного материала /Ср/	7	2	ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.4 Л2.6		КМ1,К М3	
<b>Раздел 4. Обогащение в тяжелых суспензиях</b>								
4.1	Основы обогащения в тяжелых суспензиях /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33	Л1.1Л2.2 Л2.4 Л2.6		КМ3	
4.2	Оборудование для обогащения в тяжелых суспензиях /Лек/	7	2	ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.4 Л2.6		КМ3	
4.3	Технология обогащения в тяжелых суспензиях /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-У3	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
4.4	Обогащение в аэросуспензиях /Лек/	7	1	ПК-3-31 ПК-3-33	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
4.5	Магнитогидростатическая и магнитогидродинамическая сепарация /Лек/	7	1	ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
4.6	Расчет характеристик тяжелых суспензий. Расчет фракционного состава. Технологические схемы обогащения в тяжелых суспензиях /Пр/	7	4	ПК-3-33 ПК-3-35 ПК-3-У1 ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-У4	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ2,К М3	Р1
4.7	Подготовка к выполнению практических занятий, контрольных работ. Проработка лекционного материала /Ср/	7	8	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л3.1Л1.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6		КМ2,К М3	
<b>Раздел 5. Отсадка</b>								
5.1	Отсадка. Общие сведения. Факторы, влияющие на показатели обогащения полезных ископаемых отсадкой /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
5.2	Отсадочные машины /Лек/	7	2	ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
5.3	Технологии обогащения полезных ископаемых в отсадочной машине /Лаб/	7	4	ПК-3-У3 ПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.6 Э4	Мякота, О. С. Гравитационные методы обогащения : лаб. практикум / О. С. Мякота ; МГГУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГГУ], 2012 . – 62 с. : табл., рис. – URL: <a href="http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145">http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145</a>	КМ3	

5.4	Технологические схемы и режимы обогащения полезных ископаемых отсадкой /Пр/	7	2	ПК-3-33 ПК-3-У3	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ2,К М3	Р1
5.5	Подготовка к выполнению лабораторных, практических занятий, контрольных работ. Проработка лекционного материала /Ср/	7	10	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6 Э1 Э2 Э4		КМ2,К М3	
	<b>Раздел 6. Обогащение в потоках текущих по наклонной плоскости</b>							
6.1	Физические основы процесса обогащения в наклонных потоках /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-33	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ2,К М3	
6.2	Обогащение на концентрационных столах /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-34 ПК-3-У1	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
6.3	Обогащение на концентрационных шлюзах /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
6.4	Обогащение на винтовых сепараторах и винтовых шлюзах /Лек/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
6.5	Обогащение полезных ископаемых на концентрационном столе /Лаб/	7	4	ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6 Э4	Мякота, О. С. Гравитационные методы обогащения : лаб. практикум / О. С. Мякота ; МГГУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГГУ], 2012 . – 62 с. : табл., рис. – URL: <a href="http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145">http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145</a>	КМ3	

6.6	Обогащение полезных ископаемых на винтовом сепараторе /Лаб/	7	2	ПК-3-У2 ПК-3-У3 ПК-3-В1	Л1.1Л2.2 Л2.6 Э4	Мякота, О. С. Гравитационные методы обогащения : лаб. практикум / О. С. Мякота ; МГГУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГГУ], 2012 . – 62 с. : табл., рис. – URL: <a href="http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145">http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145</a>	КМ3	
6.7	Технологические схемы и режимы обогащения полезных ископаемых в аппаратах, использующих принцип разделения в потоках текущих по наклонной плоскости /Пр/	7	2	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ2,КМ3	Р1
6.8	Подготовка к выполнению лабораторных, практических занятий, контрольных работ. Проработка лекционного материала. Выполнение курсовой работы /Ср/	7	16	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.6 Э1 Э2 Э4		КМ3	
	<b>Раздел 7. Обогащение в криволинейных потоках</b>							
7.1	Обогащение в центробежных концентраторах /Лек/	7	4	ПК-3-31 ПК-3-33 ПК-3-34 ПК-3-У1	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ3	
7.2	Выбор и расчет оборудования для гидравлической классификации /Пр/	7	1	ПК-3-31 ПК-3-У2	Л1.1Л2.2 Л2.6		КМ1,КМ2,КМ3	Р1
7.3	Подготовка к выполнению практических занятий, контрольных работ. Проработка лекционного материала. Выполнение курсовой работы /Ср/	7	10	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-34	Л1.1Л2.2 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2 Э4		КМ3	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа 1	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-33;ПК-3-У1;ПК-3-У3;ПК-3-	1. Дайте определение гравитационным методам обогащения. Опишите характеристики минералов и сред, используемых при гравитационном обогащении полезных ископаемых. Необходимые



		У4	<p>условия для гравитационного обогащения минералов.</p> <p>2. Характеристика гравитационных методов обогащения и их классификация. Значение гравитационных процессов обогащения полезных ископаемых и их место среди других процессов обогащения.</p> <p>3. Общие принципы построения схем гравитационного обогащения.</p> <p>4. Характеристика сырья, требующего дезинтеграции и промывки для раскрытия и обогащения.</p> <p>5. Промывка песков. Принципы процессов дезинтеграции и промывки.</p> <p>6. Конструкции аппаратов для дезинтеграции и промывки, принцип их работы.</p> <p>7. Схемы дезинтеграции и промывки, типичные технологические показатели дезинтеграции и промывки.</p> <p>8. Седиментационный и фракционный анализ.</p> <p>9. Расчет фракционного состава продуктов гравитационного обогащения.</p> <p>10. Идеальная сепарационная характеристика. Отличия реальных сепарационных характеристик от идеальной.</p> <p>11. Расчет технологических показателей обогащения по данным фракционного состава и сепарационной характеристике.</p> <p>12. Критерии эффективности разделения при гравитационных процессах. Определение обогатимости минерального сырья гравитационными методами по фракционному составу.</p> <p>13. Что понимают под свободным падением минеральной частицы в среде? Опишите условия свободного падения частиц, приведите примеры.</p> <p>14. Опишите, чем отличаются ламинарный, переходный и турбулентный режимы обтекания при движении частицы в среде (нарисуйте поясняющие схемы). Напишите выражение для силы сопротивления среды движению частиц: а) в общем виде; б) для ламинарного режима; в) для турбулентного режима; г) для переходного режима.</p> <p>15. Нарисуйте схему физических сил, действующих на частицу минерала сферической формы, свободно движущуюся в среде, опишите схему сил. Напишите выражения для каждой физической силы с расшифровкой входящих в нее величин.</p> <p>16. Что называют конечной скоростью падения частицы в свободных условиях? Приведите формулу для расчета конечной скорости падения сферической частицы, выведенную из баланса сил при падении частицы при следующих условиях обтекания средой: а) ламинарный режим; б) турбулентный режим.</p> <p>17. Опишите методы расчета конечной скорости падения частицы.</p> <p>18. Какие частицы минералов называют равнопадающими? Приведите формулы для расчета коэффициента равнопадаемости (если известны крупность и плотность минералов), дайте пояснения и опишите входящие в формулу величины.</p> <p>19. Чем вызвана необходимость использования в расчетах эквивалентного диаметра частиц минералов, а не среднего арифметического диаметра? Приведите формулу для расчета эквивалентного диаметра и расшифровку входящих в нее обозначений.</p> <p>20. Опишите условия стесненного падения минеральных частиц в среде. Взвешенный слой как аналог стесненного падения частиц. Приведите формулу и дайте определение коэффициенту разрыхления.</p> <p>21. Силы, действующие на частицу при стесненном движении в среде (приведите формулы и пояснения).</p> <p>22. Равнопадаемость частиц при стесненном падении. Зависимость коэффициента равнопадаемости от разрыхленности и от состава взвешенного слоя.</p> <p>23. Разделение минеральных частиц в восходящем потоке среды. Опишите роль крупности и плотности частиц в расслоении взвесей минеральных частиц при различной степени стесненности движения, соотношение сил, действующих на частицу.</p> <p>24. Процесс сегрегации и разделение минеральных частиц сегрегацией. Роль крупности и плотности частиц в расслоении</p>
--	--	----	---

			<p>взвесей сегрегацией.</p> <p>25. Силы, действующие на минеральные частицы и движение частиц различной крупности и плотности в тонких безнапорных потоках. Распределение пульсационных составляющих скорости в турбулентном слое.</p> <p>26. Движение частиц в турбулентном слое, распределение концентраций частиц разной плотности и крупности по толщине слоя.</p> <p>27. Гидравлическая классификация: назначение, характеристика процесса и области применения различных видов гидравлической классификации. Эффективность классификации.</p> <p>28. Классификация в механических спиральных классификаторах – принцип действия, область применения (нарисуйте упрощенную схему спирального классификатора, поясняющую принцип разделения частиц минералов), классификация аппаратов.</p> <p>29. Опишите факторы, влияющие на процесс классификации в механических спиральных классификаторах.</p> <p>30. Классификация в гидравлических классификаторах – назначение, принцип действия (нарисуйте упрощенную схему гидравлического классификатора, поясняющую принцип разделения частиц минералов), область применения.</p> <p>31. Классификация в гидроциклонах – назначение, принцип действия (нарисуйте упрощенную схему гидроциклона, поясняющую принцип разделения частиц минералов), область применения.</p> <p>32. Конструкции классифицирующих гидроциклонов. Что понимают под песковым отношением, как оно влияет на показатели классификации в гидроциклоне?</p> <p>33. Опишите факторы, влияющие на эффективность классификации в гидроциклонах.</p>
--	--	--	--

КМ2	Контрольная работа 2	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-33;ПК-3-34;ПК-3-35;ПК-3-У1;ПК-3-У3;ПК-3-У4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обогащение в тяжелых суспензиях. Характеристика процесса и области применения различных видов тяжелосредной сепарации. Опишите среды для разделения частиц минералов по плотности. Реологические свойства сред – плотность, вязкость, напряжение сдвига и устойчивость суспензий. Методы определения реологических свойств.</li> <li>2. Приведите классификацию сепараторов для обогащения в тяжелых суспензиях. Опишите принцип их действия и основные элементы конструкции (нарисуйте упрощенные схемы сепараторов, поясняющие принцип их работы).</li> <li>3. Принципиальная схема обогащения в тяжелых суспензиях с приготовлением и регенерацией суспензии.</li> <li>4. Подготовка питания для обогащения в тяжелых средах. Схемы обогащения с применением тяжелосредной сепарации.</li> <li>5. Отсадка – определение, назначение. Характеристика процесса отсадки и области применения различных видов отсадки.</li> <li>6. Опишите закономерности движения и расслоения минеральных частиц при отсадке.</li> <li>7. Что называют циклом отсадки? Приведите классификацию циклов отсадки, опишите следующие циклы отсадки (нарисуйте поясняющие графики): гармонический, Майера, Берда, Томаса.</li> <li>8. Приведите классификацию отсадочных машин. Режимы работы отсадочных машин, конструкции и области применения различных типов отсадочных машин.</li> <li>9. Опишите факторы, влияющие на процесс отсадки.</li> <li>10. Отсадка классифицированного и неклассифицированного материала.</li> <li>11. Схемы обогащения полезных ископаемых с применением отсадки.</li> <li>12. Обогащение на концентрационных шлюзах. Характеристика процесса и область применения концентрационных шлюзов. Приведите упрощенную схему концентрационного шлюза и поясните принцип обогащения минерального сырья в нем.</li> <li>13. Классификация концентрационных шлюзов. Принципы работы и конструкции стационарных и механических (подвижных) шлюзов.</li> <li>14. Опишите факторы, влияющие на обогащение на шлюзах.</li> <li>15. Схемы обогащения с применением концентрационных шлюзов.</li> <li>16. Характеристика процесса и области применения обогащения в безнапорных центробежных концентраторах.</li> <li>17. Принципы работы и конструкции безнапорных центробежных концентраторов.</li> <li>18. Факторы, влияющие на обогащение в центробежных концентраторах.</li> <li>19. Схемы обогащения с применением центробежных концентраторов.</li> <li>19. Характеристика процесса, принципы действия и области применения струйных концентраторов и конусных сепараторов.</li> <li>20. Конструкции струйных концентраторов и конусных сепараторов.</li> <li>21. Опишите факторы, влияющие на обогащение на струйных концентраторах и конусных сепараторах.</li> <li>22. Схемы обогащения с применением конусных сепараторов.</li> <li>23. Характеристика процесса, принципы действия и области применения винтовых сепараторов и винтовых шлюзов.</li> <li>24. Опишите конструкцию винтовых сепараторов и винтовых шлюзов.</li> <li>25. Опишите факторы, влияющие на обогащение на винтовых аппаратах (винтовых сепараторах и винтовых шлюзах).</li> <li>26. Схемы обогащения с применением винтовых сепараторов и шлюзов.</li> <li>27. Характеристика процесса, принцип действия и область применения концентрационных столов.</li> <li>28. Конструкции концентрационных столов. Нарисуйте принципиальную схему концентрационного стола с указанием основных конструктивных элементов, поясните принцип его работы; покажите траектории движения минеральных частиц разной плотности.</li> </ol>
-----	----------------------	---	---

			<p>29. Опишите факторы, влияющие на обогащение на концентрационном столе, регулировка процесса.</p> <p>30. Схемы обогащения с применением концентрационных столов.</p> <p>31. Основы обогащения в аэросуспензиях (назначение, область применения, аппараты).</p> <p>32. Магнитогидростатическая и магнитогидродинамическая сепарация. Принципы, лежащие в основе процессов, назначение, область применения. Принципиальные схемы конструкции сепараторов.</p>
--	--	--	---

КМЗ	Экзамен	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение гравитационным методам обогащения. Опишите характеристики минералов и сред, используемых при гравитационном обогащении полезных ископаемых. Необходимые условия для гравитационного обогащения минералов.</li> <li>2. Характеристика гравитационных методов обогащения и их классификация. Значение гравитационных процессов обогащения полезных ископаемых и их место среди других процессов обогащения.</li> <li>3. Общие принципы построения схем гравитационного обогащения.</li> <li>4. Характеристика сырья, требующего дезинтеграции и промывки для раскрытия и обогащения.</li> <li>5. Промывка песков. Принципы процессов дезинтеграции и промывки.</li> <li>6. Конструкции аппаратов для дезинтеграции и промывки, принцип их работы.</li> <li>7. Схемы дезинтеграции и промывки, типичные технологические показатели дезинтеграции и промывки.</li> <li>8. Седиментационный и фракционный анализ.</li> <li>9. Расчет фракционного состава продуктов гравитационного обогащения.</li> <li>10. Идеальная сепарационная характеристика. Отличия реальных сепарационных характеристик от идеальной.</li> <li>11. Расчет технологических показателей обогащения по данным фракционного состава и сепарационной характеристике.</li> <li>12. Критерии эффективности разделения при гравитационных процессах. Определение обогатимости минерального сырья гравитационными методами по фракционному составу.</li> <li>13. Что понимают под свободным падением минеральной частицы в среде? Опишите условия свободного падения частиц, приведите примеры.</li> <li>14. Опишите, чем отличаются ламинарный, переходный и турбулентный режимы обтекания при движении частицы в среде (нарисуйте поясняющие схемы). Напишите выражение для силы сопротивления среды движению частиц: а) в общем виде; б) для ламинарного режима; в) для турбулентного режима; г) для переходного режима.</li> <li>15. Нарисуйте схему физических сил, действующих на частицу минерала сферической формы, свободно движущуюся в среде, опишите схему сил. Напишите выражения для каждой физической силы с расшифровкой входящих в нее величин.</li> <li>16. Что называют конечной скоростью падения частицы в свободных условиях? Приведите формулу для расчета конечной скорости падения сферической частицы, выведенную из баланса сил при падении частицы при следующих условиях обтекания средой: а) ламинарный режим; б) турбулентный режим.</li> <li>17. Опишите методы расчета конечной скорости падения частицы.</li> <li>18. Какие частицы минералов называют равнопадающими? Приведите формулы для расчета коэффициента равнопадаемости (если известны крупность и плотность минералов), дайте пояснения и опишите входящие в формулу величины.</li> <li>19. Чем вызвана необходимость использования в расчетах эквивалентного диаметра частиц минералов, а не среднего арифметического диаметра? Приведите формулу для расчета эквивалентного диаметра и расшифровку входящих в нее обозначений.</li> <li>20. Опишите условия стесненного падения минеральных частиц в среде. Взвешенный слой как аналог стесненного падения частиц. Приведите формулу и дайте определение коэффициенту разрыхления.</li> <li>21. Силы, действующие на частицу при стесненном движении в среде (приведите формулы и пояснения).</li> <li>22. Равнопадаемость частиц при стесненном падении. Зависимость коэффициента равнопадаемости от разрыхленности и от состава взвешенного слоя.</li> <li>23. Разделение минеральных частиц в восходящем потоке среды. Опишите роль крупности и плотности частиц в расслоении взвесей минеральных частиц при различной степени стесненности</li> </ol>
-----	---------	--

		<p>движения, соотношение сил, действующих на частицу.</p> <p>24. Процесс сегрегации и разделение минеральных частиц сегрегацией. Роль крупности и плотности частиц в расслоении взвесей сегрегацией.</p> <p>25. Силы, действующие на минеральные частицы и движение частиц различной крупности и плотности в тонких безнапорных потоках. Распределение пульсационных составляющих скорости в турбулентном слое.</p> <p>26. Движение частиц в турбулентном слое, распределение концентраций частиц разной плотности и крупности по толщине слоя.</p> <p>27. Гидравлическая классификация: назначение, характеристика процесса и области применения различных видов гидравлической классификации. Эффективность классификации.</p> <p>28. Классификация в механических спиральных классификаторах – принцип действия, область применения (нарисуйте упрощенную схему спирального классификатора, поясняющую принцип разделения частиц минералов), классификация аппаратов.</p> <p>29. Опишите факторы, влияющие на процесс классификации в механических спиральных классификаторах.</p> <p>30. Классификация в гидравлических классификаторах – назначение, принцип действия (нарисуйте упрощенную схему гидравлического классификатора, поясняющую принцип разделения частиц минералов), область применения.</p> <p>31. Классификация в гидроциклонах – назначение, принцип действия (нарисуйте упрощенную схему гидроциклона, поясняющую принцип разделения частиц минералов), область применения.</p> <p>32. Конструкции классифицирующих гидроциклонов. Что понимают под песковым отношением, как оно влияет на показатели классификации в гидроциклоне?</p> <p>33. Опишите факторы, влияющие на эффективность классификации в гидроциклонах.</p> <p>34. Обогащение в тяжелых суспензиях. Характеристика процесса и области применения различных видов тяжелосредной сепарации. Опишите среды для разделения частиц минералов по плотности. Реологические свойства сред – плотность, вязкость, напряжение сдвига и устойчивость суспензий. Методы определения реологических свойств.</p> <p>35. Приведите классификацию сепараторов для обогащения в тяжелых суспензиях. Опишите принцип их действия и основные элементы конструкции (нарисуйте упрощенные схемы сепараторов, поясняющие принцип их работы).</p> <p>36. Принципиальная схема обогащения в тяжелых суспензиях с приготовлением и регенерацией суспензии.</p> <p>37. Подготовка питания для обогащения в тяжелых средах. Схемы обогащения с применением тяжелосредной сепарации.</p> <p>38. Отсадка – определение, назначение. Характеристика процесса отсадки и области применения различных видов отсадки.</p> <p>39. Опишите закономерности движения и расслоения минеральных частиц при отсадке.</p> <p>40. Что называют циклом отсадки? Приведите классификацию циклов отсадки, опишите следующие циклы отсадки (нарисуйте поясняющие графики): гармонический, Майера, Берда, Томаса.</p> <p>41. Приведите классификацию отсадочных машин. Режимы работы отсадочных машин, конструкции и области применения различных типов отсадочных машин.</p> <p>42. Опишите факторы, влияющие на процесс отсадки.</p> <p>43. Отсадка классифицированного и неклассифицированного материала.</p> <p>44. Схемы обогащения полезных ископаемых с применением отсадки.</p> <p>45. Обогащение на концентрационных шлюзах. Характеристика процесса и область применения концентрационных шлюзов. Приведите упрощенную схему концентрационного шлюза и поясните принцип обогащения минерального сырья в нем.</p> <p>46. Классификация концентрационных шлюзов. Принципы работы и конструкции стационарных и механических (подвижных)</p>
--	--	---

			<p>шлюзов.</p> <p>47. Опишите факторы, влияющие на обогащение на шлюзах.</p> <p>48. Схемы обогащения с применением концентрационных шлюзов.</p> <p>49. Характеристика процесса и области применения обогащения в безнапорных центробежных концентраторах.</p> <p>50. Принципы работы и конструкции безнапорных центробежных концентраторов.</p> <p>51. Факторы, влияющие на обогащение в центробежных концентраторах.</p> <p>52. Схемы обогащения с применением центробежных концентраторов.</p> <p>53. Характеристика процесса, принципы действия и области применения струйных концентраторов и конусных сепараторов.</p> <p>54. Конструкции струйных концентраторов и конусных сепараторов.</p> <p>55. Опишите факторы, влияющие на обогащение на струйных концентраторах и конусных сепараторах.</p> <p>56. Схемы обогащения с применением конусных сепараторов.</p> <p>57. Характеристика процесса, принципы действия и области применения винтовых сепараторов и винтовых шлюзов.</p> <p>58. Опишите конструкцию винтовых сепараторов и винтовых шлюзов.</p> <p>59. Опишите факторы, влияющие на обогащение на винтовых аппаратах (винтовых сепараторах и винтовых шлюзах).</p> <p>60. Схемы обогащения с применением винтовых сепараторов и шлюзов.</p> <p>61. Характеристика процесса, принцип действия и область применения концентрационных столов.</p> <p>62. Конструкции концентрационных столов. Нарисуйте принципиальную схему концентрационного стола с указанием основных конструктивных элементов, поясните принцип его работы; покажите траектории движения минеральных частиц разной плотности.</p> <p>63. Опишите факторы, влияющие на обогащение на концентрационном столе, регулировка процесса.</p> <p>64. Схемы обогащения с применением концентрационных столов.</p> <p>65. Основы обогащения в аэросуспензиях (назначение, область применения, аппараты).</p> <p>66. Магнитогидростатическая и магнитогидродинамическая сепарация. Принципы, лежащие в основе процессов, назначение, область применения. Принципиальные схемы конструкции сепараторов.</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Курсовая работа	ПК-3-31;ПК-3-33;ПК-3-34;ПК-3-У1;ПК-3-У2;ПК-3-У3;ПК-3-32	Расчет шкалы гидравлической классификации. Определение классов равнопадаемости. Выбор и расчет классифицирующего аппарата
<b>5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)</b>			
По дисциплине предусмотрен зачет с оценкой.			
Экзамен включает три вопроса, в том числе одну задачу.			
Баллы за ответы на вопросы: 1 вопрос - 1 балл, 2 вопрос - 2 балла, 3 вопрос (задача) - 2 балла.			
Пример билета.			
1. Дайте определение гравитационным методам обогащения. Опишите характеристики минералов и сред, используемых при гравитационном обогащении полезных ископаемых. Необходимые условия для гравитационного обогащения минералов.			
2. Опишите факторы, влияющие на процесс отсадки.			
3. Рассчитайте крупность зерна самородного золота равнопадающего с кварцем крупностью 0,2 мм.			

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Дисциплина считается освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнены и защищены все лабораторные и практические работы;
- выполнены все контрольные работы на положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнена и защищена курсовая работа на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- экзамен сдан на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично").

Оценка за зачет выставляется в зависимости от итогового значения баллов набранных студентами за время освоения курса по балльно-рейтинговой системе.

Оценка курсовой работы:

"Отлично" - выполнены расчеты в соответствии с требованиями методических указаний, ошибок в расчетах нет, оформление курсовой работы соответствует требованиям к оформлению.

"Хорошо" - выполнены расчеты в соответствии с требованиями методических указаний, имеются незначительные неточности, оформление курсовой работы в большей части соответствует требованиям к оформлению.

"Удовлетворительно" - расчеты содержат отдельные ошибки, выполнены в соответствии с требованиями методических указаний, имеются незначительные неточности, оформление курсовой работы в большей части соответствует требованиям к оформлению.

"Неудовлетворительно" - расчеты содержат значительные ошибки, оформление курсовой работы в большей части не соответствует требованиям к оформлению.

Общие критерии уровней освоения компетенций:

Отсутствие сформированности компетенции: Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении задач, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированности компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины ("неудовлетворительно")

Пороговый:

Если обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных задач в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированности компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне ("удовлетворительно").

Повышенный:

Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированности компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированности компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучающегося при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке ("хорошо").

Продвинутый:

Обучающийся демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных задач в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на продвинутом уровне. Присутствие сформированности компетенции на продвинутом уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи ("отлично").

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Шохин В. Н., Лопатин А. Г.	Гравитационные методы обогащения: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1993
Л2.2	Верхотуров М. В.	Гравитационные методы обогащения: учебник для студ. вузов	Библиотека МИСиС	М.: МАКС Пресс, 2006



	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Пантелеева Нинель Федоровна, Абрютин Дмитрий Владимирович, Пестриков Антон Борисович	Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых: Учеб.-метод. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
Л2.4	Полькин С. И.	Обогащение руд и россыпей редких и благородных металлов: учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1987
Л2.5	Разумов К. А., Перов В. А.	Проектирование обогатительных фабрик: учебник для вузов по спец. 'Обогащение полез. ископаемых'	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1982
Л2.6	Азбель Ю. И., Акатов А. И., Архангельская И. Н., др., Богдагов О. С., др.	Справочник по обогащению руд: Основные процессы	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1983

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Пантелеева Нинель Федоровна, Абрютин Дмитрий Владимирович, Пестриков Антон Борисович	Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых: Учеб.-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2004

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Завод "ДСМ"	<a href="https://zavoddsm.ru/katalog/klassifikatory">https://zavoddsm.ru/katalog/klassifikatory</a>
Э2	Завод "Труд"	<a href="https://zavodtrud.ru/catalog/oborudovanie-dlya-klassifikatsii/klassifikator-spiralnyj-s-nepogruzhnoj-spiralyu">https://zavodtrud.ru/catalog/oborudovanie-dlya-klassifikatsii/klassifikator-spiralnyj-s-nepogruzhnoj-spiralyu</a>
Э3	ДРОБсервис	<a href="https://www.drobservis.ru">https://www.drobservis.ru</a>
Э4	Электронная библиотека НИТУ "МИСиС"	<a href="http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145">http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Teams
-----	----------

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Союз золотопромышленников России: <a href="https://zolotodb.ru/union">https://zolotodb.ru/union</a>
И.2	FLSmidth: <a href="https://www.flsmidth.com/en-gb/ru">https://www.flsmidth.com/en-gb/ru</a>
И.3	Издательский дом "Руда и Металлы": <a href="https://www.rudmet.ru">https://www.rudmet.ru</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-132	Учебная аудитория	столы концентрационные СКЛ-2 - 3 шт., столы сухого трения - 2 шт., сепаратор винтовой лабораторный, машина отсадочная лабораторная ОМЛ, макет колесного тяжелосреднего сепаратора, трубка Монро, насос-воронки лабораторные с комплектами гидроциклонов - 2 шт., экран, стойка под проектор с компьютером, комплект учебной мебели на 20 посадочных мест
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест
Читальный зал №4 (Б)		комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Лабораторные работы выполняются с использованием лабораторного практикума:

Мякота, О. С. Гравитационные методы обогащения : лаб. практикум / О. С. Мякота ; МГТУ, Каф. обогащения полезных ископаемых . – М. : [МГТУ], 2012 . – 62 с. : табл., рис. – URL:

<http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=987691145>

Варианты заданий, порядок расчетов и требования к содержанию, оформлению и необходимые расчеты по выполнению курсовой работы изложены в учебно-методическом пособии, рекомендуемом для студентов:

Гравитационные методы обогащения полезных ископаемых : Учеб.-метод. пособие / Н. Ф. Пантелеева, Д. В. Абрютин, А. Б. Пестриков . – М. : Учеба, 2004 . – 39 с. : ил. + Библиогр.: с. 27. – URL:

<http://elibrary.misis.ru/plugins/libermedia/LMGetDocumentById.php?id=350850> .