

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 23.10.2023 16:18:51

Уникальный идентификатор:

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

Магнитные, электрические и специальные 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

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия

85

самостоятельная работа

68

часов на контроль

27

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя 17			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	85	85	85	85
Контактная работа	85	85	85	85
Сам. работа	68	68	68	68
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

ктн, Заведующий кафедрой, Юшина Т.И.; ктн, Доцент, Думов А.М.

Рабочая программа

Магнитные, электрические и специальные 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-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья

Протокол от 30.06.2022 г., №10

Руководитель подразделения Юшина Татьяна Ивановна

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины является приобретение студентами современного уровня инженерных знаний, умений и навыков в области отечественной и мировой науки и практики промышленного применения магнитных, электрических и специальных методов обогащения минерального сырья, в том числе обучение будущих горных инженеров оптимальным вариантам выбора, конструирования, проектирования и эксплуатации процессов и аппаратов магнитных, электрических и специальных методов обогащения и переработки.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.12.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Базы данных	
2.1.2	Гидромеханика обогатительных процессов	
2.1.3	Горнопромышленная геология	
2.1.4	Горный аудит	
2.1.5	Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению	
2.1.6	Измерение электрических и неэлектрических величин	
2.1.7	Метрология и стандартизация	
2.1.8	Метрология, стандартизация и сертификация	
2.1.9	Прикладная механика	
2.1.10	Прикладное программное обеспечение	
2.1.11	Соппротивление материалов	
2.1.12	Строительные материалы	
2.1.13	Теоретические основы защиты окружающей среды	
2.1.14	Физика горных пород	
2.1.15	Физиология и психология человека	
2.1.16	Электротехника и электроника	
2.1.17	Учебная практика (ознакомительная)	
2.1.18	Математика	
2.1.19	Физика	
2.1.20	Инженерная и компьютерная графика	
2.1.21	Информатика	
2.1.22	Учебная практика (геологическая)	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	ВМ-технологии при проектировании горнодобывающих комплексов	
2.2.2	Автоматизация горных машин и установок	
2.2.3	Аудит и экспертиза промышленной безопасности	
2.2.4	Геодезические работы при строительстве	
2.2.5	Геоинформационные методы в геометрии недр	
2.2.6	Геомеханическое обеспечение подземных и открытых горных работ	
2.2.7	Геостатистика	
2.2.8	Геофизические методы изучения месторождений	
2.2.9	Гидромеханика	
2.2.10	Горная теплофизика	
2.2.11	Гравитационные методы обогащения	
2.2.12	Инженерная защита окружающей среды	
2.2.13	Интегрированные технологии добычи и переработки полезных ископаемых	
2.2.14	Информационные технологии в горном деле	
2.2.15	Комбинированные и биохимические технологии переработки сырья	
2.2.16	Математические методы в ГГИС	
2.2.17	Оборудование обогатительных фабрик и установок	
2.2.18	Подземная урбанистика	
2.2.19	Промышленная санитария и гигиена труда	
2.2.20	Промышленная электроника	

2.2.21	Рациональное использование и охрана природных ресурсов
2.2.22	Строительное дело
2.2.23	Строительство транспортных тоннелей
2.2.24	Технологии переработки рудного сырья
2.2.25	Технологическая минералогия
2.2.26	Технология и комплексная механизация горных работ
2.2.27	Управление минеральными ресурсами
2.2.28	Флотационное обогащение полезных ископаемых
2.2.29	Химические и биохимические процессы горного производства
2.2.30	Экологическая безопасность подземного строительства
2.2.31	Электрические и электронные аппараты
2.2.32	Электрические машины
2.2.33	Сертификация в горном деле
2.2.34	Автоматизированный электропривод машин и установок
2.2.35	Анализ точности маркшейдерских работ
2.2.36	Геомеханическая и геодинамическая безопасность
2.2.37	Гидромеханизированные и подводные горные работы
2.2.38	Городское подземное строительство
2.2.39	Комплексный мониторинг на горных предприятиях
2.2.40	Маркшейдерские информационные системы в производственно-технологической деятельности
2.2.41	Модели и методы геомеханических расчетов
2.2.42	Обогащение и комплексная переработка углей
2.2.43	Основы теории надежности
2.2.44	Оценка условий труда
2.2.45	Планирование и организация горных работ
2.2.46	Системы искусственного интеллекта
2.2.47	Системы позиционирования и методы дистанционного зондирования Земли
2.2.48	Стационарные установки
2.2.49	Управление качеством минерального сырья
2.2.50	Горные машины и оборудование подземных и открытых горных работ
2.2.51	Добыча и переработка строительных горных пород
2.2.52	Квалиметрия недр
2.2.53	Комбинированная разработка месторождений полезных ископаемых
2.2.54	Контроль технологических процессов обогащения
2.2.55	Маркшейдерские работы при строительстве мегаполисов
2.2.56	Механика подземных сооружений
2.2.57	Моделирование и оптимизация процессов горного производства
2.2.58	Моделирование и расчет подземных сооружений
2.2.59	Окусование и металлургия
2.2.60	Организация и управление горным производством
2.2.61	Оценка аэрологических рисков горных предприятий
2.2.62	Переработка неметаллического сырья
2.2.63	Проектирование технологических машин и оборудования
2.2.64	Реконструкция горных предприятий
2.2.65	Сдвигание и деформации породных массивов и земной поверхности
2.2.66	Строительство выработок в сложных горно-геологических условиях
2.2.67	Технологии горноспасательного дела
2.2.68	Технологии обогащения и переработки полезных ископаемых
2.2.69	Транспортная логистика горных предприятий
2.2.70	Транспортные системы горных предприятий
2.2.71	Управление горнопромышленными отходами
2.2.72	Управление запасами и качеством минерального сырья
2.2.73	Управление энергоресурсами

2.2.74	Экологическая экспертиза в горном деле
2.2.75	Электроснабжение горных предприятий
2.2.76	Вспомогательные процессы обогащения полезных ископаемых
2.2.77	Высшая геодезия
2.2.78	Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых
2.2.79	Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия
2.2.80	Маркшейдерское обеспечение безопасности ведения горных работ
2.2.81	Машины и оборудование для горно-строительных работ
2.2.82	Моделирование и автоматизация обогатительных процессов и схем
2.2.83	Организация, планирование и управление строительного производства
2.2.84	Содержание, ремонт и реконструкция подземных сооружений
2.2.85	Технология использования и утилизации отходов горного производства
2.2.86	Управление безопасностью труда
2.2.87	Управление охраной окружающей среды
2.2.88	Управление состоянием массива горных пород
2.2.89	Управление устойчивостью откосных сооружений
2.2.90	Цифровое управление энергоэффективностью горных предприятий
2.2.91	Беспилотные технологии в маркшейдерском деле
2.2.92	Геодинамика недр
2.2.93	Инженерный анализ технологических машин
2.2.94	Исследование обогатимости полезных ископаемых
2.2.95	Комплексное освоение георесурсного потенциала месторождений
2.2.96	Международные стандарты оценки запасов минерального сырья
2.2.97	Оценка проектов горных предприятий
2.2.98	Оценка проектов предприятий горно-металлургического комплекса
2.2.99	Очистка сточных и кондиционирование оборотных вод
2.2.100	Планирование горных работ
2.2.101	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.102	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.103	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.104	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.105	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.106	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.107	Преддипломная практика
2.2.108	Преддипломная практика
2.2.109	Преддипломная практика
2.2.110	Преддипломная практика
2.2.111	Преддипломная практика
2.2.112	Преддипломная практика
2.2.113	Технология машиностроения
2.2.114	Химия и технология флотационных реагентов
2.2.115	Экологическая безопасность
2.2.116	Экономика подземного строительства
2.2.117	Электрооборудование и сети открытых и подземных горных работ
2.2.118	Обогащение полезных ископаемых

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способен применять полученные знания, в том числе междисциплинарные, для решения производственных задач при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов

Знать:

ПК-4-31 Основные процессы и аппараты, отечественные стандарты на них, методики и основы техники безопасной работы с аппаратами магнитного, электрического и специальных методов обогащения минерального сырья.

ПК-4-32 Теоретические основы методов магнитной, электрической сепарации, специальных методов обогащения руд.
ПК-3: Способен решать производственно-технологические задачи в области профессиональной деятельности
Знать:
ПК-3-32 Основные факторы влияющие на показатели обогащения руд магнитными, электрическими и специальными методами обогащения.
ПК-3-31 Технологические приемы и решения в основных областях применения магнитных, электрических и специальных методов обогащения полезных ископаемых и перспективы их развития.
ПК-4: Способен применять полученные знания, в том числе междисциплинарные, для решения производственных задач при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов
Уметь:
ПК-4-У1 Применять технические и технологические решения при проектировании обогатительных фабрик.
ПК-4-У2 Проводить анализ и технико-экономическую оценку принимаемых технико-технологических решений и перспектив развития предприятий обогатительного профиля.
ПК-3: Способен решать производственно-технологические задачи в области профессиональной деятельности
Уметь:
ПК-3-У1 Проводить научные исследования и осуществлять контроль основных параметров процессов сепарации и разделения минерального сырья.
ПК-4: Способен применять полученные знания, в том числе междисциплинарные, для решения производственных задач при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов
Владеть:
ПК-4-В1 Навыками выбора и расчета основного технологического оборудования.
ПК-3: Способен решать производственно-технологические задачи в области профессиональной деятельности
Владеть:
ПК-3-В1 Навыками поиска информации о современных методах и аппаратах для магнитной, электрической сепарации и специальных методов обогащения руд.

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
	Раздел 1. Принципы разделительного массопереноса в магнитных, электрических и комбинированных сепараторах.							
1.1	Введение. Принципы разделительного массопереноса в рабочих зонах магнитных, электрических и комбинированных сепараторов. Классификация сепараторов по типу разделительного массопереноса в их рабочих пространствах. Уравнение динамики разделения массопотоков частиц с различными электромагнитными свойствами. Кинетика сепарации. /Лек/	6	4	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2		КМ1	
1.2	Исследование магнитных и электрических свойств минералов. /Пр/	6	2	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-32 ПК-4-У1	Л1.1Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ1,К М5	

1.3	Определение магнитных свойств полезных ископаемых. /Лаб/	6	4	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ5	
1.4	Проработка лекционного материала. Проработка материала практических занятий. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторным работ. Подготовка к контрольным работам, выполнение заданий. /Ср/	6	8	ПК-3-32 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2		КМ5	
	Раздел 2. Электрические, магнитные и комбинированные поля и свойства частиц разделяемых минералов, влияющие на эффективность сепарации.							
2.1	Электрические, магнитные и комбинированные поля и свойства частиц разделяемых минералов, влияющие на эффективность сепарации. Магнитные и электрические свойства и типы вещества. Магнитная флокуляция. Методы измерения основных электрических и магнитных параметров поля и вещества. /Лек/	6	8	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ5	
2.2	Исследование картины магнитного поля системы с чередующейся полярностью. /Пр/	6	2	ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ2,КМ5	Р1,Р2
2.3	Выбор и расчет магнитных полей сепаратора. Исследование влияния параметров процесса электрической сепарации в коронно-электростатическом поле на технологические показатели обогащения. /Лаб/	6	10	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ5	
2.4	Проработка лекционного материала. Проработка материала практических занятий. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторным работ. Подготовка к контрольным работам, выполнение заданий. /Ср/	6	12	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ5	Р1,Р2

	Раздел 3. Процессы и аппараты для электрического, магнитного и комбинированного обогащения руд и материалов, их классификация, выбор и расчёт сепараторов.							
3.1	<p>Процессы и аппараты для электрического, магнитного и комбинированного обогащения руд и материалов, их классификация, выбор и расчёт сепараторов. Сепарация кусковых и тонкоизмельченных сильномагнитных материалов. Сепарация зернистых слабомагнитных материалов. Высокоградиентная магнитная сепарация. Комбинированные процессы. Способы электрической зарядки частиц разделяемых минералов, конструкции заряжающих веществ. Электростатическая, коронно-электростатическая, трибоадгезионная, диэлектрическая сепарация. Комбинированные процессы. Факторы, влияющие на эффективность магнитных, электрических и комбинированных процессов сепарации. /Лек/</p>	6	12	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ5	

3.2	<p>Исследование сухой центробежной магнитной сепарации тонкоизмельченных магнетитовых кварцитов. Исследование процессов намагничивания и размагничивания магнетитовой пульпы. Исследование магнитной сепарации слабомагнитных зернистых минералов на индукционно-роликовом сепараторе. Исследование электрической сепарации россыпных руд редких металлов на коронно-барабанном сепараторе типа ЭС-3. Исследование процесса отделения лома цветных металлов от стекла и пластмасс (отходы электронной промышленности) на электродинамическом сепараторе. /Пр/</p>	6	10	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ3,К М5	P2,P1
3.3	<p>Изучение работы лабораторного барабанного центробежного сепаратора для обогащения тонковкрапленных сильномагнитных руд. Изучение работы лабораторного роликового сепаратора. Изучение работы лабораторного полиградиентного сепаратора. Изучение работы лабораторного электродинамического сепаратора. /Лаб/</p>	6	16	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ5	
3.4	<p>Проработка лекционного материала. Проработка материала практических занятий. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторным работ. Подготовка к контрольным работам, выполнение заданий. /Ср/</p>	6	33	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-В1 ПК-4-32 ПК-4-У1	Л1.1Л2.1 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2		КМ5	
	Раздел 4. Физические принципы специальных методов обогащения, устройство и принцип действия оборудования и его классификация							

4.1	Физические принципы специальных методов обогащения, устройство, принцип действия оборудования и его классификация. Ручная рудоразборка. Радиометрическая сепарация. Разделение частиц (кусков) минералов по естественной и наведенной радиоактивности, цвету, блеску и создаваемым ими физическим полям. Сепарация по форме и крупности. Избирательное дробление. Декрипитация. Жировая и пленочная флотация. Селективная флокуляция. Обжиг магнитное и термомагнитное обогащение. Сепарация на магнитных носителях. Термоадгезионная и трибосепарация. Выщелачивание. /Лек/	6	10	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2		КМ5	
4.2	Исследование процесса трибосепарации руд редких металлов на вибросепараторе типа СВЛ. Обогащение выщелачиванием. /Пр/	6	3	ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-У1 ПК-4-У2	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2		КМ4,К М5	Р1,Р2
4.3	Изучение работы лабораторного вибрационного сепаратора СВЛ. /Лаб/	6	4	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-У1 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2		КМ5	
4.4	Проработка лекционного материала. Проработка материала практических занятий. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к выполнению и защите лабораторным работ. Подготовка к контрольным работам, выполнение заданий. /Ср/	6	15	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-В1 ПК-4-31 ПК-4-32 ПК-4-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Э1 Э2		КМ5	Р1,Р2

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-3-32;ПК-3-В1;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2	<p>Примерный список вопросов для контрольной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Процессы магнитного и электрического обогащения и их технологические задачи. 2. Методы прямой сепарации. 3. Силовой режим разделения минералов в процессах сепарации. 4. Уравнения динамики сепарации отдельных частиц при извлечении при прямоточной мокрой сепарации. 5. Динамика частиц при сепарации в электрических полях. 6. Силы, действующие на частицу, находящуюся на поверхности заземленного барабана. 7. Классификация минералов по магнитным свойствам. 8. Классификация минералов по электрическим свойствам. 9. Нарисуйте схему сил действующих на зерно минерала в рабочей зоне магнитного сепаратора для сухого магнитного обогащения. 10. Нарисуйте схему сил действующих на зерно минерала в рабочей зоне магнитного сепаратора для мокрого магнитного обогащения. 11. Какие методы и оборудование используют для изучения магнитных свойств минералов? 12. Что называют разделительным массопереносом и сепарационной характеристикой?
КМ2	Контрольная работа 2	ПК-4-32;ПК-4-31;ПК-3-В1;ПК-3-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2	<p>Примерный список вопросов для контрольной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разность потенциалов и потенциальная функция магнитного поля. 2. Обобщенный закон электромагнитной индукции. 3. Закон полного тока. 4. Градиент скалярной функции потенциала магнитного поля. 5. Силы, действующие на частицы вещества в физических полях, используемых в магнитных полях. 6. Закон магнитной цепи. 7. В чем различия магнитного и электрического полей? 8. В чем заключается магнитная флокуляция, какое значение она имеет для обогащения минерального сырья? 9. В однородных или неоднородных магнитных полях происходит магнитная сепарация руд (обоснуйте Ваш ответ)? 10. Опишите методику выбора и расчета магнитного сепаратора.
КМ3	Контрольная работа 3	ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-3-31;ПК-3-32	<p>Примерный список вопросов для контрольной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поведение флокул во вращающемся магнитном поле. 2. Управление магнитной флокуляцией в процессах магнитного обогащения. 3. Разделение минералов в поляризованных магнитных или электрических средах (жидкостях), помещенных в неоднородное магнитное поле. 4. Магнитные жидкости и способы их получения. 5. Области применения феррогидростатических сепараторов. 6. Основные физические принципы высокоградиентной (полиградиентной) магнитной сепарации. 7. Конструкция и принцип работы барабанного магнитного сепаратора ПБМ. 8. Конструкция и принцип работы индукционно-роликового сепаратора. 9. Конструкция и принцип работы коронно-электростатического сепаратора. 10. Приведите классификацию магнитных сепараторов по типу магнитной системы. Какие магнитные сепараторы можно применить для обогащения слабомагнитных руд? 11. Опишите методику выбора и расчета коронно-электростатического сепаратора. 12. Предложите технологическую схему обогащения ильменит-кварцевых песков россыпного месторождения. 13. Предложите схему обогащения железистых кварцитов.

КМ4	Контрольная работа 4	ПК-4-32;ПК-4-31;ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-В1;ПК-4-У2;ПК-4-В1	Примерный список вопросов для контрольной работы: 1. Сепарация минералов, основанная на взаимодействии с разделительной поверхностью. 2. Избирательное дробление и измельчение. 3. Химические процессы обогащения. 4. Процессы цементации. 5. Окислительный и восстановительный обжиг. 6. Кучное выщелачивание. 7. В чем заключается трибоэлектрическая сепарация руд? 8. Опишите основные факторы, влияющие на показатели обогащения руд трибоэлектрической сепарацией. 9. Опишите методику выбора и расчета трибоэлектрического сепаратора.
-----	----------------------	---	--

КМ5	Экзамен	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1	<p>Примерный список экзаменационных вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите необходимые и достаточные условия для применения метода магнитного обогащения. 2. Под действием каких сил образуется веер продуктов в коронно-электростатическом сепараторе ЭКС - 1250. 3. Реакция (γ, n), применяющаяся при обогащении бериллиевых руд. Энергетический порог реакции. 4. Критерий деления вещества на проводники, полупроводники и диэлектрики. 5. Сепаратор 2 ЭВС – 36/100. Конструкция, принцип действия, обогащаемые материалы. 6. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. 7. Движение частиц в барабанном магнитном сепараторе с верхним питанием. Характеристика сил, действующих на частицы. 8. Факторы, влияющие на знак и величину заряда частиц при трибоэлектризации. 9. Рентгенолюминесцентные сепараторы. Принцип действия и конструктивные особенности. 10. Предложите принципиальную схему и аппаратное оформление для разделения вольфрамит–касситеритового концентрата крупностью 95% класса – 74 мкм. 11. Силы, действующие на частицы в однородных и неоднородных электрических полях. Возможность разделения смесей минералов в однородных и неоднородных электрических полях. 12. Рентгенолюминесценция алмазов. 13. Движение частиц в барабанном магнитном сепараторе с прямоточной ванной. Область применения сепараторов с прямоточной ванной. 14. Коронный разряд. Причины возникновения, свойства, области применения. 15. Фотонейтронный метод обогащения бериллиевых руд. 16. Подготовка материала перед электрическим обогащением. Цели и способы. 17. Высокоградиентные магнитные сепараторы. Принцип действия и конструкция. 18. Счетчик Гейгера. Конструкция, принцип действия, применение при обогащении руд. 19. Сепаратор ПЭСС. Конструкция, метод заряжения частиц, применение. 20. Авторадиометрическое обогащение. Общие принципы. 21. Движение частиц в барабанном магнитном сепараторе с противоточной ванной. Область применения сепараторов с противоточной ванной. 22. Коронно – электростатический барабанный сепаратор. Конструкция, принцип работы, области применения. 23. Фотометрические методы обогащения. 24. Электропроводность частиц минералов. Виды, влияние на поведение частиц, способы изменения. 25. Магнитные сепараторы с полупротивоточной ванной. Принцип действия, конструкция, область применения. 26. Пропорциональный счетчик. Конструкция, принцип действия, применение при обогащении руд. 27. Камерные коронно-электростатические сепараторы. Конструкция, метод заряжения частиц, применение. 28. Покусковая, поточная и порционная рудосортировка. Общие принципы, области применения. 29. Магнитные свойства вещества. Диа-, пара- и ферромагнетики. 30. Трибоэлектрический барабанный сепаратор. Конструкция, принцип работы, области применения. 31. Длительность послесвечения алмазов при воздействии на них рентгеновского излучения. Применение этого свойства как признака разделения. 32. Постоянные магниты. Материалы и способы изготовления, применение при магнитной сепарации, достоинства и недостатки по сравнению с электромагнитами. 33. Методы сообщения частицам минералов электрического заряда. 34. Сцинтилляционный счетчик. Конструкция, принцип действия, применение при обогащении руд.
-----	---------	---	---

			<p>35. Классификация магнитных систем сепараторов по основным параметрам. Области применения.</p> <p>36. Показатель контрастности и его связь с возможностью обогащения руд методами рудосортировки.</p> <p>37. Ферромагнетики. Свойства, доменная структура, насыщение, точка Кюри, гистерезис.</p> <p>38. Трибоадгезионный сепаратор. Устройство, принцип работы, область применения.</p> <p>39. Рентгеновская трубка. Устройство, принцип действия.</p> <p>40. Силы, действующие на частицы минералов при электрическом обогащении.</p> <p>41. Техничко – экономическое значение применения радиометрического обогащения.</p> <p>42. Выбрать сепаратор для отделения вольфрамита от кварца.</p> <p>43. Магнитная флокуляция. Причины возникновения, влияние на процесс обогащения руд.</p> <p>44. Объемная, поверхностная и контактная проводимость частиц минералов. Влияние на процесс обогащения, способы изменения.</p> <p>45. Повагонеточная рудосортировка. Области применения, конструктивное оформление.</p> <p>46. Магнитные системы с чередованием полюсов и без чередования полюсов. Конструкция, области применения.</p> <p>47. Подготовка материала перед электрическим обогащением.</p> <p>48. Обогащение бериллиевых руд гамма – нейтронным методом.</p> <p>49. Силы, действующие на частицы минералов в камерном коронно – электростатическом сепараторе.</p> <p>50. Требования к подготовке материала при радиометрических методах обогащения.</p> <p>51. Выбрать сепаратор для отделения вольфрамита от кварца.</p> <p>52. Высокоградиентный роторный сепаратор. Конструкция, основные технические параметры, область применения.</p> <p>53. Траектории движения частиц в камерном коронно – электростатическом сепараторе.</p> <p>54. Рентгенолюминесцентные сепараторы. Общая конструкция и область применения.</p> <p>55. Ферромагнитный наполнитель в высокоградиентных сепараторах. Требования к свойствам.</p> <p>56. Предложите технологическую схему и аппаратное оформление для разделения смеси ильменита, магнетита, касситерита и кварца.</p> <p>57. Типовая структурная схема рудосортировочного радиометра.</p> <p>58. Выбор материала для зарядного устройства трибоэлектростатического сепаратора.</p> <p>59. Валковые магнитные сепараторы. Конструкция, основные параметры, область применения.</p> <p>60. Доменная структура ферромагнетиков. Взаимодействие ферромагнетиков с магнитным полем.</p> <p>61. Сравнение коронно – электростатических и трибоэлектростатических сепараторов. Сходство и различие в конструкциях, области применения.</p> <p>62. Конструкция рентгеновской трубки. Какие параметры конструкции и эксплуатации трубки влияют на спектр излучения и на мощность излучения.</p> <p>63. Чем определяется профиль валка и минимальный зазор между валком и полюсом электромагнита в валковых электромагнитных сепараторах.</p> <p>64. Работа выхода электронов. Влияние работы выхода электронов на зарядание частиц при помощи трибоэффекта.</p> <p>65. Сходство и различие рентгенофлюоресцентного и рентгенолюминесцентного способов обогащения.</p>
5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Реферат	ПК-4-32;ПК-3-32;ПК-3-31;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1	<p>Примерный список тем реферата:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Современное оборудование для сухой магнитной сепарации руд. 2. Современное оборудование для мокрой магнитной сепарации руд. 3. Современное оборудование для электрической сепарации руд. 4. Современное оборудование для трибоэлектрической сепарации руд. 5. Современное оборудование для рентгено-люминесцентной сепарации руд. 6. Современное оборудование для чанового выщелачивания руд.
P2	Домашнее задание	ПК-3-31;ПК-3-32;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-4-31;ПК-4-32;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1	<p>Выбор и расчет оборудования для магнитной и электрической сепарации для минерального сырья (по вариантам):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать и рассчитать оборудование для магнитной и электрической сепарации руд. 2. Оформить отчет, в котором привести титульный лист (с названием работы, ФИО преподавателя, студента, шифра академической группы студента и года выполнения), исходные данные, методики выбора и расчета оборудования, технические характеристики оборудования, результаты расчета, выводы, список использованной литературы и источников. <p>Исходные данные выдаются преподавателем дисциплины: название минерального сырья, сведения о вещественном составе сырья, производительность отделения обогащения.</p>

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

По дисциплине предусмотрен экзамен в 6 семестре. Экзаменационный билет содержит пять вопросов. Каждый вопрос оценивается в один балл. Комплект экзаменационных билетов хранится на кафедре ОПИ.

Пример экзаменационного билета:

1. Назовите необходимые и достаточные условия для применения метода магнитного обогащения.
2. Силы, действующие на частицы в однородных и неоднородных электрических полях. Возможность разделения смесей минералов в однородных и неоднородных электрических полях.
3. Подготовка материала перед электрическим обогащением. Цели и способы.
4. Классификация магнитных систем сепараторов по основным параметрам. Области применения.
5. Сравнение коронно-электростатических и трибоэлектростатических сепараторов. Сходство и различие в конструкциях, области применения.

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

По дисциплине предусмотрен экзамен в 6 семестре.

Дисциплина считается освоенной при выполнении следующих условий:

- текущий лекционный контроль имеет положительные оценки ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнены и защищены все практические работы;
- выполнены и защищены все лабораторные работы на лабораторных занятиях;
- выполнены все контрольные работы (4 к/р) с положительными оценками ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично");
- выполнены и защищены на положительную оценку ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично") реферат и домашнее задание;
- промежуточное и итоговое тестирование выполнено с результатами:
 - от 25 и менее 50 % – «удовлетворительно»;
 - от 50 и менее 75 % – «хорошо»;
 - от 75 до 100 – %«отлично»;
- экзамен сдан с положительной оценкой ("удовлетворительно"; "хорошо"; "отлично").

Тестовые задания находятся в фонде оценочных средств учебно-методического комплекса по дисциплине на кафедре ОПИ.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Кармазин В. В., Кармазин В. И.	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых: учебник для вузов: учебник	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2005

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Пантелеева Нинель Федоровна, Шохин Владимир Николаевич	Специальные методы обогащения: учеб. пособие по прак. занятиям для студ. спец. 0204	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1988
Л2.2	Пантелеева Нинель Федоровна, Шохин Владимир Николаевич	Специальные методы обогащения: Разд.: Радиометрические методы обогащения: учеб. пособие для студ. спец. 0204	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л2.3	Пантелеева Нинель Федоровна, Панин В. В., Шохин Владимир Николаевич	Специальные методы обогащения: Лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1996
Л2.4	Пантелеева Нинель Федоровна, Думов Александр Маркович	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Магнитные методы обогащения полезных ископаемых: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009
Л2.5	Пантелеева Нинель Федоровна, Думов Александр Маркович	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Электрические методы обогащения полезных ископаемых: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009
Л2.6	Пантелеева Нинель Федоровна, Думов Александр Маркович	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Специальные методы обогащения: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронный ресурс Каталог Заглавие: Магнитные, электрические и специальные методы обогащения : практикум Автор: Кармазин В. В. Издательство: [МГГУ] Год издания: 2012	http://elcat.lib.misis.ru/vmsua5379ghkip/app/webroot/index.php
Э2	лектронный ресурс Каталог Заглавие: Специальные методы обогащения : учеб. пособие для студ. спец. 130405 - 'Обогащение полезных ископаемых' Автор: Кармазин В. В. Издательство: [МГГУ] Год издания: 2013	http://elcat.lib.misis.ru/vmsua5379ghkip/app/webroot/index.php

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	ЭБС "Лань" (https://e.lanbook.com)
-----	--

И.2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам (http://window.edu.ru)
И.3	ScienceDirect - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир (www.sciencedirect.com)
И.4	Scopus - единая реферативная база данных научных публикаций (www.scopus.com)
И.5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: https://www.elibrary.ru/defaultx.asp

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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
Л-134	Учебная аудитория	сепараторы магнитные 138СЭ - 2 шт., сепараторы коронно-электростатические ЭС-2 и ЭС-3, весы лабораторные, весы аналитические, сепаратор электромагнитный ЭБМ 32/20 ("Механобр-техника"), электромагнитные анализаторы -2 шт.
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
Л-140	Учебная лаборатория подготовительных процессов:	дробилки производства "Механобр-техника": щековые ДЩ 80x150 и ДЩ 60x100, валковая ДГ 200x125, молотковая МД 3x2, конусные инерционные КИД 60; истиратель вибрационный стаканчиковый ИВЧ 3, грохот ГИЛ 0,5, анализаторы ситовые АСВ 200, весы лабораторные, комплект учебной мебели на 12 рабочих мест
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

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Рекомендуемая дополнительная литература, имеющаяся в библиотеке кафедры ОПИ:

1. Кравец Б.Н. Специальные и комбинированные методы обогащения: Учебник для вузов.- М.: Недра, 1986. –304 с.
2. Справочник по обогащению руд. Основные процессы/ Под редакцией О.С.Богданова М.: Недра, 1983 . – 381 с.
3. Справочник по обогащению руд. Вспомогательные и специальные процессы / Под редакцией О.С.Богданова М.: Недра, 1983 . – 321 с.
4. Кармазин В.В., Палин И.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения: Лабораторный практикум.- М.: 2007.
5. Замыцкий В.С., Великий М.И. Эксплуатация и ремонт магнитных сепараторов. – М.: Недра, 1983.
6. Журнал «Горный журнал». - М.: Руда и металлы.
7. Журнал «Цветные металлы». - М.: Руда и металлы.
8. Журнал «Обогащение руд». –СПб. : Руда и металлы.
9. Журнал «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых». –Новосибирск. Изд-во СО РАН.

Организация занятий по дисциплине «Магнитные, электрические и специальные методы обогащения» возможна как по обычной технологии по видам работ (лекции, лабораторные и практические занятия, текущий контроль) по расписанию, так и по технологии индивидуального обучения (по индивидуальному учебному графику) с помощью учебных, методических и контролирующих пособий с обязательной отработкой и защитой лабораторных работ, выполнения практических работ на практических занятиях , контрольных работ и тестирования.

Лекционные занятия проводятся в аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с использованием, помимо учебной литературы, информации из Интернета с обязательным составлением конспекта (контролируется).

Подготовка к лекциям.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости задавать преподавателю уточняющие вопросы.

Работая над конспектом лекций, Вам всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к практическим и лабораторным занятиям

Подготовку к каждому практическому или лабораторному занятию Вы должны начать с ознакомления с планом практического или лабораторного занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к лабораторным и практическим занятиям, Вам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у Вас отношение к конкретной проблеме.

Ваша самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время включает:

1. Самостоятельную работу по теоретическому курсу: аудиторную самостоятельную работу на лекциях, работу с лекционным материалом после лекции, выполнение дополнительных индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. Самостоятельная работа на лекции выполняется в конце каждой лекции и заключается в решении небольшой задачи, поставленной преподавателем по материалу прочитанной лекции.

Каждый студент имеет контрольный лист, на котором указывается фамилия, имя, отчество, группа, номер лекции, дата, задание и ответ (решение) задачи. После занятий преподаватель проверяет правильность выполнения заданий и, при необходимости, дает на следующем занятии или на консультации дополнительное задание для исправления допущенных ошибок.

Анализ контрольных листов позволяет преподавателю оценить усвоение материала каждой лекции каждым студентом и параллельно – учесть посещаемость лекций. Материал пропущенной лекции студент должен сдавать преподавателю в письменной форме в часы консультаций.

Работа с лекцией включает в себя дополнение конспекта сведениями из рекомендованной литературы (с указанием использованного источника).

Возможны выступления студентов на лекции по отдельным вопросам обсуждаемой темы (проработанные самостоятельно под руководством преподавателя); сообщения занимают 7...10 мин. Такие выступления помогают четко выражать свои мысли, аргументировано излагать и отстаивать свою точку зрения при ответе на вопросы. Самостоятельное изучение практического материала планируется примерно из расчета 0,3 ч на 1 ч лекции.

Работа с материалом лекции, выполненная через один-два дня после ее прослушивания, позволяет выделить неясные моменты, которые необходимо либо самостоятельно разобрать, пользуясь рекомендованными литературными источниками, либо обсудить с преподавателем на ближайшей консультации. Такой самоконтроль может войти в объем самостоятельной работы студента, предусмотренный рабочей программой.

2. Аудиторная самостоятельная работа на лабораторных и практических занятиях по программе дисциплины. Они обеспечивают получение навыков и умений, необходимых при изучении данной дисциплины, а также необходимых в последующем обучении и трудовой деятельности. Кроме того, они обеспечивают общение участников в диалоговом режиме и дают опыт совместного участия в решении проблем.

3. Внеаудиторная самостоятельная работа.

Перечень лабораторных и практических работ, а также список учебных и методических пособий для этих работ размещается в соответствующей команде в Тимс, а также вывешивается в лаборатории и студенты имеют возможность подготовиться к выполнению этих работ. Внеаудиторная самостоятельная работа по лабораторным и практическим занятиям включает подготовку к выполнению работ, обработку полученных результатов; защита работ на лабораторных и практических занятиях.

Подготовка заключается в ознакомлении с названием, целью работы, основными теоретическими положениями и методическими указаниями по ее выполнению. Следует также подготовить к заполнению таблицы, приведенные в разделе «Порядок выполнения и оформления работы».

Обработка полученных результатов заключается в выполнении расчетов, заполнении таблиц, построении графиков.

Правильно выполненным является график, на осях координат которого показаны параметры и указана их размерность. На осях указаны числа одного порядка, т.е. либо десятые доли, либо целые числа, либо сотни и т.д. Точные координаты экспериментальной точки на осях не показывают, но, поскольку все выполнено в масштабе, их легко установить.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к контрольным работам и тестированию по пройденному разделу дисциплины целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).