

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Институт _____

Факультет _____ Горный _____

Кафедра _____ Обогащение полезных ископаемых и вторичного сырья _____

УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
для студентов заочной формы обучения

по _____ Теория сепарационных процессов _____
наименование дисциплины (модуля)

для направления подготовки (специальности) _____ 21.05.04 Горное дело

Специализация _____ Обогащение полезных ископаемых _____

код и наименование направления подготовки (специальности)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕ), 144 часов

Виды занятий	Распределение по семестрам в часах			Всего часов
	3 семестр	5 семес тр	---- семестр	
1	2	3	4	5
Общая трудоемкость	-	180		180
Аудиторные занятия, в т.ч.:	-	12		12
лекционные (ЛК)	-	6		6
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	-	6		6
лабораторные (ЛР)	-	-		-
Самостоятельная работа студентов (СРС)	-	122		132
Форма промежуточного контроля в семестре*	-	экзамен		36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)	-	Конт. раб.		Конт. раб.

Краткое содержание курса

Цель и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины заключается в формировании знаний теории сепарационных процессов, применяемых в обогащении полезных ископаемых, включая гравитационные, магнитные, флотационные и другие методы.

При изучении курса рассматриваются понятия о фракционном составе минерального сырья, закономерности движения минеральных частиц и сепарационные характеристики обогатительных аппаратов, анализ и прогнозирующий расчет технологических схем при комбинированном и комплексном обогащении сырья.

Задачами дисциплины являются:

- изучение характеристик технологических свойств и обогатимости полезных ископаемых, сепарационных характеристик аппаратов и схем обогащения;
- овладение теоретическими основами, методами, процессами и аппаратами разделения минералов по их физическим свойствам;
- формирование знаний о проектировании комбинированных технологических схем для комплексной переработки минерального сырья;
- формировании представлений о технологических основах функционирования обогатительных фабрик и производств.

Дисциплина включена в Блок 1 базовую часть ООП.

К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Флотационные методы обогащения» относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: русский язык и культура речи, физика, химия, информатика, физическая химия.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

Темы лекционных занятий

Тема 1. Введение. Содержание и задачи курса.

Тема 2. Фракционный состав минеральных продуктов и сепарационные характеристики обогатительных аппаратов и схем

Тема 3. Прогнозирующее вычисление технологических показателей и фракционного состава продуктов

Тема 4. Нахождение сепарационных характеристик обогатительных аппаратов

Тема 5. Нахождение сепарационных характеристик, анализ и расчет промышленных технологических схем

Темы практических занятий

Практическое занятие №1

Физические свойства минеральных частиц и сродств, используемые для сепарации при обогащении

Практическое занятие №2

Расчет фракционного состава угля, полученный денсиметрическим анализом (разделением пробы в тяжелых жидкостях)

Практическое занятие №3

Типового метода экспериментального определения выходов

Форма текущего и промежуточного контроля

По окончании 4 семестра по данной дисциплине студенты заочной формы обучения после защиты выполненной практических работ, контрольной работы и тестирования по теме № 2 лекционных занятий, допускаются к зачету.

При изучении курса используются предметно и лично - ориентированные

технологии обучения направленные на определение цели исследования способствующие:

- самостоятельному выдвижению цели и критериев исследования студента;
- предоставлению возможности выбирать средства проведения исследования и планирования хода его осуществления;
- самостоятельности осуществления деятельности;
- возможность корректировки деятельности;
- получения индивидуального (а нередко и авторского) результата.

При изучении дисциплины используются следующие виды образовательных технологий (табл. 2).

Таблица 2

Порядковый номер занятий по структуре учебного курса	Тема занятия	Кол-во часов	Активные и интерактивные формы
1	2	3	4
2	Фракционный состав минеральных продуктов и сепарационные характеристики обогатительных аппаратов и схем	2	Тестирование. Практические занятия
3	Прогнозирующее вычисление технологических показателей и фракционного состава продуктов	2	Интерактивная лекция с использованием мультимедийной технологии Практические занятия
	2,5 темы		Контрольные работы
Итого часов		2	

Организация и проведение практических работ

Преподаватель на первом практическом занятии, доводит до обучающихся тему занятия, выдает теоретический материал по теме, выдает задания и вопросы для выполнения ситуационных задач. Проводит индивидуальные консультации преподавателя в ходе проведения практического занятия. Студенты, выполнившие задание, составляют отчет, представляют его преподавателю и защищают. Преподаватель оценивает отчет по конкретной работе дифференцированно или «зачет», «не зачет». В случае положительной оценки студент приступает к выполнению следующей практической работе. При отрицательном результате – студент исправляет работу и защищает ее вновь. Студент, отсутствовавший на занятии, выполняет задание самостоятельно, консультируется у преподавателя.

Рекомендации по использованию информационных технологий.

Материалы учебных занятий и рабочая программа дисциплины, учебники и учебные пособия могут быть просмотрены в локальной сети на сайте ЗабГУ, а также в электронных фондах учебно-методической документации ЗабГУ и на кафедре ОПИ и ВС.

Заданий для контрольной работы

Контрольная работа - средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Контрольная работа №1

Тема 2. Фракционный состав минеральных продуктов и сепарационные характеристики обогатительных аппаратов и схем

Вариант 1

Задание 1 Физические свойства минералов, используемые при обогащении руд

Задание 2 Рудоподготовка. Цель, задачи.

Задание 3 Сущность фракционного состава

Вариант 2

Задание 1 Основные примеры сепарации по физическим свойствам

Задание 2 Типовой метод экспериментального определения сепарационных характеристик

Задание 3 Основные силы, действующие на минеральные частицы в зонах различных сепараторов

Вариант 3

Задание 1 Понятие об идеальном и неидеальном сепараторах по одному или нескольким физическим свойствам и его сепарационной характеристике; понятия о рабочей точке разделения

Задание 2 Методы магнитного анализа.

Задание 3 Сепарационная характеристика любого обогатительного аппарата.

Вариант 4

Задание 1 Понятия о фракционном составе сырья и продуктов обогащения по физическим свойствам.

Задание 2 Экспериментальный метод получения сепарационной характеристики.

Задание 3 Уравнения сепарационных характеристик технологических схем и аппаратов

Критерии оценки контрольной работы

- оценка «отлично» выставляется студенту, при положительном ответе 4-го варианта контрольной работы;
- оценка «хорошо» при положительном ответе 2-го и 3-го вариантов контрольной работы;
- оценка «удовлетворительно» при положительном ответе 1-го варианта контрольной работы;
- оценка «неудовлетворительно» при отрицательном ответе любого варианта контрольной работы

Контрольная работа №2

Тема 5. Нахождение сепарационных характеристик, анализ и расчет промышленных технологических схем

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИИ $\gamma(\xi)$ И $\beta(\xi)$ ДЛЯ СЫРЬЯ, ОБОГАЩАЕМОГО ПО ОДНОМУ ФИЗИЧЕСКОМУ СВОЙСТВУ

Цель работы. В соответствии с вариантом фракционного состава угля или руды рассчитать технологические показатели, получаемые при разделении пробы на концентрат, промпродукт и хвосты, при указанных ниже значениях границ разделения. Определить функции содержания β выхода γ . Построить графики функций γ и β на одном рисунке.

Определение γ - и β - функций. Как известно, определение $\gamma(\xi)$ - и $\beta(\xi)$ - функций различного минерального сырья производится по данным анализа фракционного состава - ситового, денсиметрического и т.д. Например, если сырье обогащается гравитационным методом, функции распределения частиц по плотности $\gamma, \beta(\rho)$ определяются хорошо

известным методом расслоения с помощью набора тяжелых жидкостей (работа № 1). Каждая i -я фракция в интервале изменения плотности от ρ_{i-1} до ρ_i взвешивается для определения ее массы q_i . Затем относительная масса этой фракции $q_i/\sum q_i$ делится на интервал плотности, т.е. для каждого i -го интервала содержание:

$$\gamma_i = \frac{q_i}{\sum q_i (\rho_i - \rho_{i-1})} \quad (1)$$

По полученным данным заполняется таблица и строится график функции $\gamma(\rho)$. Проверка ведется по формуле нормировки:

$$\sum_{i=1}^n \gamma_i (\rho_i - \rho_{i-1}) \quad (2)$$

Функция $\beta(\rho)$ - зависимость содержания расчетного компонента в частицах (фракциях) сырья от их плотности. Определяется, например, при помощи химического анализа для каждой i -й фракции. По данным анализа строятся таблица и график.

Расчет показателей обогащения при идеальном разделении. Для расчета технологических показателей обогащения необходимо знать количественные характеристики смеси минеральных частиц, которые указывали бы сколько и каких частиц в ней содержатся, т.е. необходимо знать γ - и β - функции, которые как раз и частиц, которые указывали бы сколько и каких частиц в ней содержатся т.е. необходимо знать γ -и β - функции, которые как раз и показывают, сколько частиц (γ - функция) и с каким содержанием расчетного компонента (β - функция) содержится в конкретной фракции. Зная это, можно определять технологические показатели для случая идеального обогащения.

При этом все частицы с $\xi > \xi_p$ и $\xi < \xi_p$ попадут в разные продукты. Например, при обогащении угля гравитационными методами все частицы с плотностью $\rho < \rho_p$ попадут в концентрат, а все частицы с плотностью $\rho > \rho_p$ - в хвосты (где ρ_p - плотность разделения).

Показатели обогащения могут быть рассчитаны по формулам:

$$\overline{\gamma}_k = 100 \int_{\xi_{\min}}^{\xi_p} \gamma_{ucx}(\xi) d\xi \quad (3)$$

$$\overline{\gamma}_{xв} = 100 \int_{\xi_p}^{\xi_{\max}} \gamma_{ucx}(\xi) d\xi = 100 - \overline{\gamma}_k \quad (4)$$

$$\overline{\beta}_k = \frac{100}{\overline{\gamma}_k} \int_{\xi_{\min}}^{\xi_p} \gamma_{ucx}(\xi) \beta(\xi) d\xi \quad (5)$$

$$\overline{\beta}_{xв} = \frac{100}{\overline{\gamma}_{xв}} \int_{\xi_p}^{\xi_{\max}} \gamma_{ucx}(\xi) \beta(\xi) d\xi \quad (6)$$

$$\overline{\beta}_{ucx} = \frac{100}{\overline{\gamma}_{xв}} \int_{\xi_{\max}}^{\xi_{\min}} \gamma_{ucx}(\xi) \beta(\xi) d\xi \quad (7)$$

Показатели извлечения рассчитываются по формулам:

$$\bar{\xi}_k = \frac{\overline{\gamma_k \beta_k}}{\overline{\beta_{ucx}}} \quad (8)$$

$$\bar{\xi}_{xв} = \frac{\overline{\gamma_{xв} \beta_{xв}}}{\overline{\beta_{ucx}}} \quad (9)$$

или

$$\bar{\xi}_{xв} = 100 - \bar{\varepsilon}_k \quad (10)$$

Пример. В качестве примера рассмотрим при идеальном разделении, пробы угля, имеющей следующий фракционный состав:

Номер фракции	1	2	3	4	5	6
$\rho, \text{г/см}^3$	1,3-1,4	1,4-1,5	1,5-1,6	1,6-1,8	1,8-2,0	2,0-2,2
$ \gamma_{фр}, \%$	60,0	6,0	2,0	2,0	2,0	28,0
$\beta, \%$	4,8	14,0	27,0	35,0	59,0	85,0

Определяем γ - функцию:

$$\gamma_1 = \gamma_{(1,3-1,4)} = \frac{60}{(1,4 - 1,3)100} = 6,0 \text{см} / \text{г}^3;$$

$$\gamma_2 = \gamma_{(1,4-1,5)} = \frac{60}{(1,4 - 1,5)100} = 0,6 \text{см} / \text{г}^3;$$

и т.д.

Результаты расчета следующие:

$\rho, \text{г/см}^3$	1,3-1,4	1,4-1,5	1,5-1,6	1,6-1,8	1,8-2,0	2,0-2,2
$\gamma_{фр}, \text{г/см}^3$	6,0	0,6	0,2	0,1	0,1	0,4
$\beta, \%$	4,8	4,0	27,0	35,0	59,0	85,0

По полученным данным строим график $\gamma(\rho)$ и $\beta(\rho)$ (рис. 1).

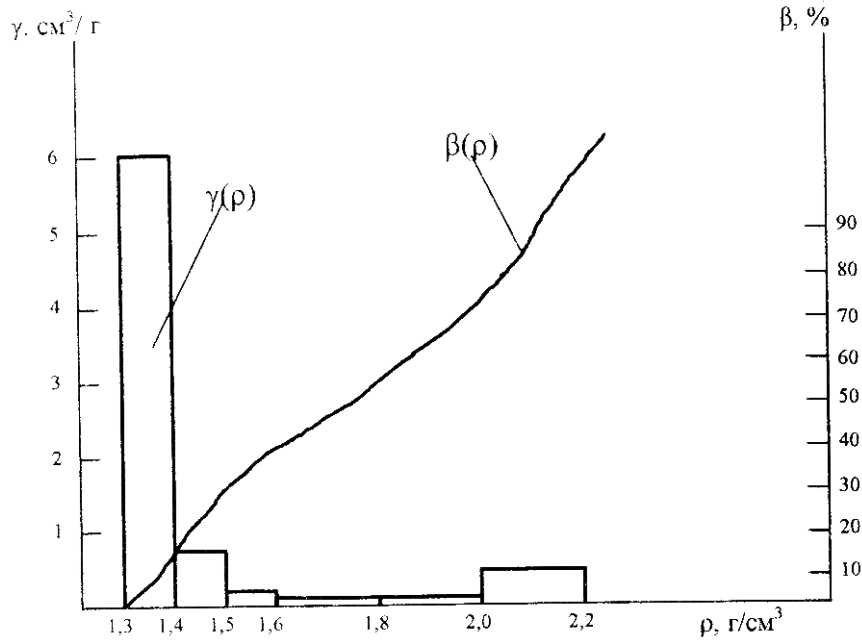


Рис. 1 Функция γ и β

По формулам (3)-(9) определяем технологические показатели для заданных границ разделения $\rho_{p1} = 1,5 \text{ г/см}^3$ и $\rho_{p2} = 1,8 \text{ г/см}^3$. Здесь интегрирование заменяется на суммирование:

$$\bar{\gamma}_k = 100(6,0 \cdot 0,1 + 0,6 \cdot 0,1) = 66\%$$

$$\bar{\gamma}_{np,np.} = 100(0,2 \cdot 0,1 + 0,1 \cdot 0,2) = 4\%$$

$$\bar{\gamma}_{xв} = 100(0,1 \cdot 0,2 + 1,4 \cdot 0,2) = 30\%$$

$$\bar{\beta}_k = \frac{100}{66} (6,0 \cdot 4,8 \cdot 0,1 + 0,6 \cdot 14,0 \cdot 0,1) = 5,64\%$$

$$\bar{\beta}_{np,np.} = \frac{100}{4} (0,2 \cdot 27,0 \cdot 0,1 + 0,1 \cdot 35,0 \cdot 0,2) = 31,0\%$$

$$\bar{\beta}_{xв} = \frac{100}{30} (0,1 \cdot 59,0 \cdot 0,2 + 1,4 \cdot 85,0 \cdot 0,2) = 83,86\%$$

$$\bar{\beta}_{ucx} = 6,0 \cdot 4,8 \cdot 0,1 + 0,6 \cdot 14,0 \cdot 0,1 + 0,2 \cdot 27,0 \cdot 0,1 + 0,1 \cdot 35,0 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 59,0 \cdot 0,2 + 1,4 \cdot 85,0 \cdot 0,2 = 29,94\%$$

$$\bar{\varepsilon}_k = \frac{6,0 \cdot 5,64}{29,94} = 12,43\%$$

$$\bar{\varepsilon}_{np,np.} = \frac{4,0 \cdot 31,0}{29,94} = 4,14\%$$

$$\varepsilon_k = \frac{30,0 \cdot 83,26}{29,94} = 83,43\%$$

Варианты заданий. Варианты приведены в таб. 1-3. причем для данных табл. 1, 2 разделение производится по плотности, для табл. 3 - по магнитной восприимчивости.

Таблица 1

Фракционный состав углей, % (в числителе $\gamma_{фр}$, в знаменателе β)

Номер вари- анта	Плотность фракции ρ , г/см ³						$\rho_{\rho 1}$
	1,3- 1,4	1,4- 1,5	1,5- 1,6	1,6- 1,8	1,8- 2,0	2,0- 2,2	$\rho_{\rho 2}$
1	47,5	7,3	1,6	2,8	2,3	38,5	1,6
	3,3	12,5	25,4	46,8	57,7	81,9	1,8
2	65,1	4,3	2,0	1,5	0,2	29,6	1,5
	3,3	11,0	29,4	38,3	54,6	81,4	1,8
3	73,5	4,8	2,0	1,2	1,6	16,9	1,6
	3,8	9,8	23,3	36,2	53,9	84,8	1,8
4	81,5	3,4	1,9	1,3	1,4	10,5	1,6
	2,6	11,1	25,6	42,7	54,3	80,6	1,8
5	67,9	5,1	3,0	2,0	0,7	21,3	1,6
	5,8	17,2	27,8	45,6	61,4	80,6	1,8
6	56,1	11,9	3,3	2,4	1,9	24,4	1,5
	3,8	13,8	24,8	37,1	56,6	82,2	1,8
7	68,4	7,4	3,4	2,2	3,3	15,3	1,6
	3,7	13,7	26,7	42,2	52,7	85,3	2,0
8	53,5	18,6	6,4	3,9	6,0	11,6	1,5
	3,6	12,6	25,2	43,4	59,4	84,5	1,8
9	47,5	7,8	1,6	2,8	2,3	38,5	1,6
	3,3	12,2	25,4	46,8	57,7	84,9	1,8
10	65,1	4,3	2,0	1,5	0,2	26,9	1,5
	3,3 1	11,0	29,4	36,3	51,6	84,4	1,8

Таблица 2

Фракционный состав флюоритовых руд, % (в числителе $\gamma_{фр}$, в знаменателе β)

Номер варианта	Плотность фракции ρ , г/см ³						$\rho_{\rho 1}$
	2,4- 2,6	2,6- 2,8	2,8- 2,9	2,9- 3,0	3,0- 3,1	3,1- 3,4	$\rho_{\rho 2}$
11	9,5	18,4	20,1	18,0	14,3	19,7	2,9
	0,6	4,7 15,0	18,9	40,5	98,3	99,6	3,1
12	10,1	18,0	20,5	19,3	15,6	16,5	2,9
	1,0	4,8	19,9	45,7	97,5	99,5	3,1

Окончание табл.2

Номер варианта	Плотность фракции ρ , г/см ³						$\frac{\rho_{\rho 1}}{\rho_{\rho 2}}$
	2,4-2,6	2,6- 2,8	2,8- 2,9	2,9- 3,0	3,0- 3,1	3,1- 3,4	
13	5,5	6,3	40,5	18,8	16,2	12,7	2,8
	2,0	12,5	44,6	55,8	88,3	90,5	3,0
14	7,8	30,6	30,3	23,2	4,8	3,3	2,8
	4,0	18,9	25,6	60,3	88,9	96,8	3,0
15	10,1	10,6	12,4	25,9	30,1	10,9	2,8
	0,5	1,2	4,6	18,5	89,9	99,9	3,0
16	22,6	42,4	12,1	9,8	8,3	4,8	2,8
	2,1	4,4	53,6	66,2	77,8	98,8	3,0

Таблица 3

Фракционный состав железных руд, % (в числителе $\gamma_{\text{фр}}$, в знаменателе β)

Номер варианта	Магнитная восприимчивость χ , 10 ⁻⁶ см ³ /г						$\frac{\chi_{\rho 1}}{\chi_{\rho 2}}$
	0-40	40-60	60-80	80- 120	120- 220	220- 420	
17	45,1	5,0	2,6	1,4	16,4	29,5	60
	0,8	1,2	4,6	10,1	64,8	71,2	120
18	44,8	4,8	3,5	2,4	12,6	31,9	80
	0,2	0,8	2,4	12,2	40,3	70,1	220
19	20,5	12,2	12,1	11,5	22,3	21,4	80
	1,0	8,6	18,7	55,6	68,8	69,4	120
20	15,3	15,8	18,5	17,6	16,7	16,1	60
	4,2	9,5	20,3	53,5	64,8	68,8	120
21	51,1	2,0	1,5	1,1	2,6	41,7	60
	1,2	19,4	35,8	60,2	63,3	70,0	120
22	27,2	17,4	15,5	12,3	11,4	16,2	60
	6,7	12,9	45,5	53,7	62,5	66,3	120

Номер варианта	Магнитная восприимчивость χ , 10^{-6} см ³ /Г						$\frac{\chi_{\rho 1}}{\chi_{\rho 2}}$
	0-40	40-60	60-80	80- 120	120- 220	220- 420	
23	27,3	17,8	17,4	16,2	9,3	12,0	60
	8,8	18,9	50,6	52,3	58,9	61,5	120
24	35,5	25,5	10,2	2,1	7,4	19,3	60
	0,4	2,8	14,9	42,5	68,4	71,1	120
25	36,4	23,4	9,8	3,9	9,2	17,6	60
	0,8	3,2	14,1	41,9	69,9	70,2	120
26	5,1	10,2	21,6	14,3	23,6	25,2	60
	4,8	8,7	19,7	37,9	64,3	68,7	120
27	5,0	10,0	22,0	14,2	20,0	28,8	60
	4,2	8,2	19,7	38,6	65,5	67,9	120
28	6,0	4,0	2,9	16,0	15,0	30,0	80
	8,3	12,9	37,8	49,9	63,7	65,4	220
29	25,0	10,0	5,0	5,0	10,0	45,0	60
	0,7	4,6	10,1	17,6	63,2	66,4	120

Контрольные вопросы.

1. Экспериментальный метод получения сепарационных характеристик.
2. Формулы расчетов прогнозирования технологических показателей для сепараторов и схем при сепарации минералов по одному физическому свойству.
3. Общие особенности характерные для всех видов сепарации.

Тестовые задания

Критерии оценки тестовых заданий

Тесты – стандартизированные задания по темам, позволяющие оценивать уровень знаний, умений и навыков обучающихся.

Каждый вопрос в тестовом задании оценивается в 10 баллов, при наборе более 80 баллов, тест считается сданным.

Тест №1

для проверки знаний

Тема 2. О фракционном составе минеральных продуктов и сепарационных характеристиках обогатительных аппаратов и схем

1. Гравитационный метод обогащения - конусный тяжелосредный сепаратор. Частицы имеют различную плотность $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$, на какие два продукта происходит разделение:

1. $\rho_{\min} < \rho < \rho_p$
 - а) тяжелый продукт
 - б) легкий продукт
2. $\rho_p < \rho < \rho_{\max}$
 - а) тяжелый продукт
 - б) легкий продукт

2. Какими физическими свойствами обладают минеральные частицы при:

1. магнитном методе обогащения

- а) плотность б) магнитная восприимчивость
- 2. флотационном методе обогащения
- а) флотуемость б) электропроводность
- 3. радиометрическом методе обогащения
- а) крупность б) излучательная способность

3. Сепараторы или схемы обогащения разделяют частицы, используя различия физических свойств на 2 продукта:

1. $\xi_p < \xi < \xi_{max}$
 - а) концентрат
 - б) хвосты
2. $\xi_{min} < \xi < \xi_p$
 - а) концентрат
 - б) хвосты

4. Руды полезные минералы которых обладают основными свойствами:

1. магнитная восприимчивость
 - а) хромитовые
 - б) железные
2. плотность
 - а) уголь
 - б) асбестовые
3. флотуируемость
 - а) полиметаллические
 - б) флюоритовые

5. Какой метод анализа применяется при разделении:

1. по крупности $\xi=l$
 - а) денсиметрический
 - б) седиментационный
 - в) магнитный
2. по плотности $\xi=\rho$
 - а) денсиметрический
 - б) седиментационный
 - в) магнитный

6. Функция распределения $\gamma(\xi)$ частиц по физическому свойству как характеризует фракционный состав минеральных материалов

- а) количественно
- б) качественно

7. Идеальная сепарационная характеристика:

- а) ступенчатый вид
- б) изменяется плавно от 0 до единицы

8. При какой границе разделения элементарная фракция наполовину извлекается в концентрат, наполовину - в хвосты:

- а) $\xi_p = \text{const}$
- б) $\xi > \xi_p$

9. Какую функцию можно приближенно оценить с помощью параметров - граница разделения ξ_p и крутизна в рабочей точке $\text{tg } \alpha$

- а) функцию $\varepsilon(\xi)$
- б) функцию $\gamma_k(\xi)$

10. К какой сепарационной характеристике относятся применяемые на ОФ сепараторы и схемы

- а) идеальной
- б) неидеальной

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется четырехбалльная шкала: «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно».

Шкала оценивания	Критерии	Уровень освоения компетенций
Отлично	наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных	Эталонный

	знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы	
Хорошо	наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала	Стандартный
Удовлетворительно	наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике	Пороговый
Неудовлетворительно	наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.	Компетенции не сформированы

Оформление письменной работы согласно МИ 4.2-5/47-01-2013 [Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации](#)

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Теория сепарационных процессов. Учебное пособие: ч.1. / О.Н.Тихонов; Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) СПб, 2003. 99 с.
2. Смыгин В.Д., Филипов Л.О., Шехирев Д.В. Основы обогащения руд. Учебное пособие для вузов. М.: «Альтекс», 2003, 304 с.
3. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т. 1. Обогащительные процессы и аппараты. Учебник для вузов – М.: Изд. МГГУ, 2001.
4. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Технология обогащения полезных ископаемых. Учебник. Т 2 – М.: МГГУ, 2004, - 510 с.

б) дополнительная литература:

1. Технологическая оценка минерального сырья. Методы исследования: Справочник /Под ред. П.Е. Остапенко. – М.: Недра, 1990. – 264 с.
2. Технологическая оценка минерального сырья. Опытные установки: Под ред. П.Е Остапенко. – М.: Недра, 1991. – 288 с.
3. Андреев Е.Е. Анализ фракционного состава и обогатимости апатито-нефелиновой руды Хибинского массива / Е.Е.Андреев, О.Н.Тихонов и др. // Обогащение руд. 1999. № 6. С.9-13.
4. Технологическая оценка минерального сырья. Методы исследования: Справочник /Под. ред. Остапенко П.Е. – М.: Недра, 1990 – 264 с.

Методическое обеспечение учебной дисциплины

В методическое обеспечение аудиторной работы включены электронные копии учебных пособий: **Практикум по обогащению полезных ископаемых:** учеб. пособие / А.В.Фатьянов, Л.Г. Никитина, К.К.Размахнин, А.А. Тетерин; Забайкал.гос.ун-т. – Чита: ЗабГУ, 2014. – 244с.: ил. к выполнению лабораторных и практических работ; Методические указания. Исследование процессов и технологий обогащения полезных ископаемых: метод. указания для студентов специальности 130405.65 / разработ. Л.Г.Никитина. – Чита: ЧитГУ, 2007.- 27 с., а также электронные версии учебной литературы. На каждом лекционном занятии используются видео презентации.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Сопровождение учебного процесса обеспечивают современные электронные и информационные ресурсы, базы данных, научные электронные библиотеки и электронные библиотечные системы: ЭКС «IPRbooks»; ЭБС «БиблиоРоссика»; «Электронная библиотека диссертаций РГБ»; НЭБ «Elibrary».

Ведущий преподаватель

Л.Г.Никитина

Заведующий кафедрой

С.А.Щеглова