

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор Т.Н. Александрова

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ИССЛЕДОВАНИЕ РУД НА ОБОГАТИМОСТЬ

Уровень высшего образования:	Специалитет
Специальность:	21.05.04 «Горное дело»
Направленность (профиль):	«Обогащение полезных ископаемых»
Квалификация выпускника:	Горный инженер (специалист)
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Николаева Н.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Исследование руд на обогатимость» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО специалитет по специальности 21.05.04 «Горное дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 987 от 12 августа 2020 года
- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.04 «Горное дело» направленность (профиль) «Обогащение полезных ископаемых».

Составитель _____ к.т.н., доцент Николаева Н.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых от 31.01.2022 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., профессор Александрова Т.Н.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины формирование и закрепление знаний у студентов об этапах промышленного освоения месторождений; о методах изучения элементного и минералогического состава руды, свойств минеральных частиц, фракционных характеристик продуктов, технологических характеристик приборов и схем; о стадиях исследования полезных ископаемых на обогатимость.

Основные задачи дисциплины:

- получение представления о выборе метода обогащения, ориентируясь на физические и физико-химические свойства полезных ископаемых;
- приобретение знаний принципов построения схем обогащения и подготовки технологических проб для различных испытаний: технологических лабораторных, укрупнено-лабораторных и опытно-промышленных;
- приобретение навыков анализа технологических режимов и схем исследования руд на обогатимость, навыков выбора режима обогащения руды определенного состава и составить схему обогащения;
- овладение применяемыми на практике методиками изучения состава руды, свойств минеральных частиц, измерения физических характеристик: крепости и абразивности, сыпучести и насыпной плотности и т. д.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Исследование руд на обогатимость» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.04 «Горное дело» и изучается в семестре V.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Исследование руд на обогатимость» являются Проектирование обогатительных фабрик», «Гравитационные методы обогащения», «Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению», «Флотационные методы обогащения», «Моделирование процессов обогащения» и др.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Исследование руд на обогатимость» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать, анализировать и применять научно-техническую информацию для выполнения научно-исследовательской работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности	ПКС-1	ПКС-1.1 Знать основные понятия, категории и инструменты научных исследований; организацию научной работы, патентного и библиографического поиска, мировых баз данных реферативной и аналитической информации о научных исследованиях. ПКС-1.2 Знать методологию научного исследования; основы написания научной работы в соответствии с объектами профессиональной деятельности. ПКС-1.3 Уметь работать с нормативными документами, справочной литературой, проектной документацией в соответствии с объектами профессиональной деятельности; оформлять ссылки / сноски и библиографический список в соответствии с тре-

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		бованиями и правилами составления. ПКС -1.4 Владеть навыками обобщения результатов отечественных и зарубежных исследований по актуальным проблемам в соответствии с выбранным объектом профессиональной деятельности.
Способен выполнять научно-исследовательскую работу, анализировать, обрабатывать, обобщать и защищать полученные результаты	ПКС-2	ПКС-2.1 Знать специализированные программные продукты, приборы и оборудование для решения исследовательских задач. ПКС-2.2 Уметь обрабатывать данные, полученные в результате научно-исследовательской работы; применять математические модели объектов профессиональной деятельности. ПКС-2.3 Владеть навыками анализа, обобщения, систематизации и интерпретации данных, полученных в результате научно-исследовательской работы, для их защиты в рамках выпускной квалификационной работы (проекта).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётные единицы, 180 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		В
Аудиторная работа, в том числе:	90	90
Лекции (Л)	18	34
Практические занятия (ПЗ)	36	-
Лабораторные работы (ЛР)	36	34
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	40
Подготовка к лекциям	4	4
Подготовка к практическим занятиям	20	20
Подготовка к лабораторным работам	30	30
Промежуточная аттестация –экзамен (Э)	Э (36)	Э (36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	180	180
зач. ед.	5	5

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные и практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1. Методы изучения элементного, минерального состава руд и технологические исследования обогатимости полезных ископаемых.	40	6	12	4	18
Раздел 2. Общая структура схем обогащения	52	6	12	16	18
Раздел 3. Выбор технологической схемы разделения	52	6	12	16	18
Итого:	144	18	36	36	54

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Методы изучения элементного, минерального состава руд и технологические исследования обогатимости полезных ископаемых.	Схема изучения состава и обогатимости полезных ископаемых. Физико-химические методы изучения элементного и фазового состава руды. Методы исследования структуры и текстуры руды, гранулометрического состава и влияние на обогатимость. Классификация минеральных включений по размерам и способы их извлечения из руд. Методы измерения и расчета разделительных признаков частиц, их физико-химических свойств (плотности, удельной магнитной восприимчивости, диэлектрической проницаемости и т. д.). Особенности фракционирования по плотности, по флотуруемости и магнитным свойствам. Исследование поверхностных свойств минералов. Допустимые погрешности воспроизводимости результатов аппаратов и процессов разделения (информационных, гравитационных, магнитных, электрических, химико-металлургических). Особенности лабораторных исследований полезных ископаемых на обогатимость.	6
2	Общая структура схем обогащения	Технологические классы крупности. Общая схема обогащения руды. Машинные классы крупности. Варианты характеристик раскрытия руды и схем обогащения. Расчет выходов породы и концентратов. Современные разработки схем по принципу: «не обогащать ничего лишнего».	6
3	Выбор технологической схемы разделения	Крупность кусков и выбор разделительного признака. Составление вариантов технологических схем. Оценки удельных капитальных и эксплуатационных	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		затрат отдельных операций обогащения. Сравнение вариантов технологических схем	
Итого:			18

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Методы изучения элементного, минерального состава руд и технологические исследования обогатимости полезных ископаемых.	12
2	Раздел 2	Общая структура схем обогащения	12
3	Раздел 3	Выбор технологической схемы разделения	12
Итого:			36

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Составление принципиальных схем сокращения пробы руды до требуемой массы.	4
2	Раздел 2	Определение измельчаемости руды. Определение оптимальной тонины помола руды	8
3	Раздел 2	Испытание полезных ископаемых на обогатимость гравитационными методами обогащения	8
4	Раздел 3	Определение оптимальных условий процесса флотации методом крутого восхождения.	4
5	Раздел 3	Исследование флотуемости руды при планировании эксперимента по методике Гаусса - Зайделя	4
6	Раздел 3	Испытания обогатимости полезных ископаемых магнитными методами	8
Итого:			36

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных работ:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой на технологическом оборудовании.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

6.1.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Методы изучения элементного, минерального состава руд и технологические исследования обогатимости полезных ископаемых.

1. Методы определения относительного содержания минералов в шлифе.
2. Макро- и микро-минералогический анализы. Анализ классов ситового анализа.
3. Подготовка пробы руды к исследованию. Способы перемешивания и сокращения проб.

4. Химический фазовый анализ.

5. Рентгенометрический фазовый анализ.

6. Термический анализ.

7. Элементарный (валовый) анализ.

8. Электро-зондовый рентгеноспектральный микроанализ (РСМА).

Раздел 2. Общая структура схем обогащения.

1. Общая схема исследования на обогатимость.

2. Какие задачи ставятся при исследовании руд на обогатимость?

3. Назовите технологические классы крупности.

4. Перечислите машинные классы крупности.

5. Как зависит характеристика раскрытия руды на выбор схемы обогащения?

Раздел 3. Выбор технологической схемы разделения.

1. Испытания промывкой и в тяжёлых средах.

2. Исследование на обогатимость отсадкой.

3. Исследование на обогатимость в струе, текущей по наклонной плоскости.

4. Исследование на обогатимость магнитным методом обогащения. Оборудование. Методика.

5. Исследование на обогатимость электрической сепарацией.

6. Изучение влияния тонкости помола на процесс флотации полезного ископаемого.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену «Исследование руд на обогатимость»:

1. Что такое технологическая проба?

2. Схема подготовки пробы к испытаниям в лаборатории.

3. Схема подготовки пробы на объекте.

4. Как определяется масса технологической пробы?

5. Какие требования предъявляются к качеству технологических проб?

6. Для чего предназначена опытно-промышленная проба?
7. Что такое малая технологическая проба?
8. Что такое бортовое содержание?
9. Как определяются границы месторождения?
10. Основные физико-химические методы изучения элементного и фазового состава руды.
11. Расскажите о методах исследования структуры и текстуры руды.
12. Основные разделительные признаки.
13. Что такое идеальное фракционирование?
14. Что такое предельная обогатимость руды?
15. Основные виды фазового анализа?
16. Что такое идеальная сепарационная характеристика?
17. Чем идеальная сепарационная характеристика отличается от реальной?
18. Что такое граница разделения?
19. Что такое технологические классы крупности?
20. Сколько стадий входит в общую схему обогащения руды?
21. Что такое машинные классы крупности?
22. Какие вы знаете варианты характеристик раскрытия руды и схем обогащения?
23. Как производится расчет выходов породы и концентратов?
24. Как осуществляется выбор разделительного признака?
25. Классический метод планирования экспериментов (Гаусса-Зейделя). Область применения. Достоинства. Недостатки.
26. Статические методы планирования. Область применения. Достоинства. Недостатки.
27. Математическая сущность метода Бокса-Уилсона и его геометрическая интерпретация.
28. Техника применения метода Бокса-Уилсона.
29. Интервал варьирования при статических методах планирования эксперимента.
30. Матрицы планирования при статических методах планирования экспериментов.
31. Полный факторный эксперимент и дробные реплики. Эффекты взаимодействия факторов.
32. Функция отклика при планировании экспериментов.
33. Способы определения ошибки опытов.
34. Симплексный метод планирования экспериментов. Техника применения. Достоинства. Недостатки.
35. Ситовой анализ. Методика выполнения. Обработка результатов.
36. Дисперсионный и микроскопический методы анализа гранулометрического состава минерала. Методика выполнения.
37. Определение плотности и насыпной массы руды и минералов.
38. Фракционный анализ руды и продуктов обогащения.
39. Обработка результатов фракционного анализа. Построение кривых обогатимости.
40. Выделение мономинеральных фракций. Цели. Способы. Схемы.
41. Изучение влияния реагентного режима на процесс флотации.
42. Отчёт о научных исследованиях. Структура. Правила написания.
43. Рабочий журнал при научных исследованиях. Порядок ведения. Необходимые записи.
44. Общая схема исследования на обогатимость.
45. Какие задачи ставятся при исследовании руд на обогатимость?
46. Перечислите основные физико-механические свойства руд и продуктов разделения.
47. Как определяется крепость?
48. Как определяется абразивность?
49. Как определяются дробимость и измельчаемость?
50. Как определяется сгущаемость?

51. Как определяется фильтруемость?
52. Как определяется удельная поверхность?
53. Как определяется насыпная плотность и пористость?
54. На основании чего происходит составление вариантов технологических схем?
55. Общая методика сравнения вариантов технологических схем.
56. Назовите причины изменчивости качества руды.
57. Основные возможности управления качеством продукции на обогатительных фабриках.
58. Для чего необходимо управление качеством продукции?
59. Как производится оперативный расчет схем обогащения по результатам опробования?

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант №1

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Сульфидные полиметаллические руды чаще всего обогащают:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсадкой. 2. Обогащением в тяжелых средах. 3. Флотацией. 4. Электрической сепарацией.
2.	Железистые кварциты обычно обогащают:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсадкой. 2. Обогащением в тяжелых средах. 3. Флотацией. 4. Магнитной сепарацией.
3.	Постановка задачи прогнозирования расчету технологических схем:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Заданы данные генерального опробования и ищутся технологические показатели по всем продуктам. 2. Заданы выхода и содержания и ищутся извлечения по всем продуктам. 3. Заданы данные частичного опробования и ищутся технологические показатели. 4. Заданы данные опробования питания и конечных продуктов и ищутся технологические показатели по конечным продуктам схемы.
4.	Показатель контрастности - это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Средневзвешенное отклонение содержания ценного компонента во фракциях. 2. Зависимость суммарного выхода фракций от физического свойства. 3. Функция, для которой произведение $\bar{\gamma}_{эл} = \gamma(\xi)d\xi$ равно массовой доле элементарной фракции в смеси. 4. Средневзвешенное относительное отклонение содержания ценного компонента в кусках от среднего его содержания в сырье.
5.	Неидеальная сепарационная характеристика изменяется ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Плавно от 0 до 1. 2. Ступенчато от 0 до 1 3. От $-\infty$ до $+\infty$ 4. Экспоненциально от 0 до $+\infty$
6.	Результирующая сепарационная характеристика технологической схемы - это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зависимость отношения массы узкой фракции в окончательном концентрате к массе этой фракции в исходном питании схемы. 2. Зависимость содержания интересующего компонента от физического свойства частиц фракций 3. Зависимость суммарного выхода фракций от верхней

№	Вопросы	Варианты ответов
		<p>границы физического свойства суммы фракций.</p> <p>4. Функция, произведение которой на размер фракции равно массовой доле фракции.</p>
7.	Какое главное свойство используется для разделения минеральных частиц магнитной сепарацией ?	<p>1. Напряженность магнитного поля.</p> <p>2. Магнитная проницаемость.</p> <p>3. Магнитная индукция.</p> <p>4. Магнитная восприимчивость.</p>
8.	Флотационный метод обогащения основан на разделении минеральных частиц, отличающихся ...	<p>1. Крупностью</p> <p>2. Плотностью</p> <p>3. Смачиваемостью.</p> <p>4. Индексом Бонда</p>
9.	В основе рентгенолюминесцентного метода обогащения лежит способность некоторых минералов:	<p>1. Разбухать под действием рентгеновских лучей.</p> <p>2. Менять электропроводность.</p> <p>3. Холодно светиться.</p> <p>4. Растрескиваться.</p>
10.	Рентгенолюминесцентный метод широко используется при обогащении:	<p>1. Углей.</p> <p>2. Железных руд.</p> <p>3. Медных руд.</p> <p>4. Алмазных руд.</p>
11.	Наименьшие энергозатраты при разрушении руд получают при следующем виде деформации:	<p>1. Удар.</p> <p>2. Растяжение.</p> <p>3. Изгиб.</p> <p>4. Истирание.</p>
12.	Конечная цель процесса обогащения руды:	<p>1. Получение тонко измельченной массы.</p> <p>2. Получение концентратов.</p> <p>3. Получение чистых металлов.</p> <p>4. Получение сплавов металлов.</p>
13.	Промпродукт – это ...	<p>1. Химические элементы или природные соединения, для получения которого добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое.</p> <p>2. Продукт, характеризующийся более низким по сравнению с концентратами и более высоким по сравнению с хвостами содержанием полезных компонентов.</p> <p>3. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента (содержание ценного компонента в хвостах ниже, чем в концентратах и руде).</p> <p>4. Продукт, куда выделяется (концентрируется) большая часть полезных минералов (и незначительное количество минералов пустой породы).</p>
14.	Полезными примесями называются	<p>1. Химические элементы или природные соединения, которые входят в состав полезного ископаемого в небольших количествах и улучшают качество готовой продукции.</p> <p>2. Отдельные элементы и природные химические соединения, содержащиеся в полезных ископаемых в небольших количествах и оказывающие отрицательное влияние на качество готовой продукции.</p>

№	Вопросы	Варианты ответов
		<p>3. Химические элементы или природные соединения, для получения которого добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое.</p> <p>4. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента (содержание ценного компонента в хвостах ниже, чем в концентратах и руде).</p>
15.	Сумма извлечений концентрата и хвостов равна:	<p>1. 5 %.</p> <p>2. 10%.</p> <p>3. 100 %.</p> <p>4. 50 %.</p>
16.	Вогнутая суммарная характеристика крупности по плюсу свидетельствует о:	<p>1. Преобладании мелких классов в смеси.</p> <p>2. Преобладании средних классов в смеси.</p> <p>3. О равномерном распределении классов.</p> <p>4. Об отсутствии средних классов крупности.</p>
17.	Для крупного грохочения угля обычно используют грохоты:	<p>1. Вибрационные.</p> <p>2. Барабанные.</p> <p>3. Валковые.</p> <p>4. Неподвижные колосниковые.</p>
18.	Кучное выщелачивание	<p>1. На поверхности земли в куче большого размера, сделанной из обогащаемого сырья.</p> <p>2. Растворение производят под землей непосредственно в рудном теле.</p> <p>3. Растворение производят в специальных аппаратах.</p> <p>4. Основано на использовании в различиях в способности минералов отражать, пропускать или преломлять свет.</p>
19.	Выход концентрата (γ_k) определяется выражением:	<p>1. $\gamma_k = \frac{\beta_{uc} - \beta_{xв}}{\beta_k - \beta_{xв}} * 100, \%$.</p> <p>2. $\gamma_k = \frac{\beta_{uc} + \beta_{xв}}{\beta_k - \beta_{xв}} * 100, \%$.</p> <p>3. $\gamma_k = \frac{\beta_{uc} - \beta_{xв}}{\beta_k + \beta_{xв}} * 100, \%$.</p> <p>4. $\gamma_k = \frac{\beta_{uc} + \beta_{xв}}{\beta_k + \beta_{xв}} * 100, \%$.</p> <p>где: $\beta_{ис}$, β_k, $\beta_{хв}$- содержание ценного компонента в руде, концентрате и хвостах соответственно.</p>
20.	Как вычисляется координата границы разделения?	<p>1. $\xi_p = const$.</p> <p>2. $k = \frac{\ln 2}{St}$.</p> <p>3. $\varepsilon_k(\xi_p) = 0,5$.</p> <p>4. $tg \alpha = \left. \frac{d\varepsilon_k(\xi)}{d\xi} \right _{\xi = \xi_p}$</p>

Вариант №2

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Энергетические угли обычно обогащают:	<p>1. Отсадкой.</p> <p>2. Обогащением в тяжелых средах.</p>

№	Вопросы	Варианты ответов
		3. Флотацией. 4. Электрической сепарацией.
2.	Показатель признака разделения – это	1. Средневзвешенное отклонение содержания ценного компонента во фракциях. 2. Зависимость суммарного выхода фракций от физического свойства. 3. Функция, для которой произведение $\bar{\gamma}_{эл} = \gamma(\xi)d\xi$ равно массовой доле элементарной фракции в смеси. 4. Зависимость отношения массы фракции в концентрате к массе фракции в питании.
3.	«Совершенство» гравитационного обогатительного процесса можно оценить по кривым:	1. Розина – Рамлера. 2. Хэнкока. 3. Терра-Тромпа. 4. Анри.
4.	Проще всего достичь извлечения ценного компонента в 100% можно:	1. Используя «развитую» флотационную схему. 2. Используя флотационную схему, в которой количество перечисток вдвое больше, чем число контрольных операций. 3. Используя «каноническую» флотационную схему, в которой количество перечисток вдвое, больше чем число контрольных операций. 4. Вообще не обогащая руду.
5.	Крутизна сепарационной характеристики - это:	1. Значение производной сепарационной характеристики в середине диапазона физического свойства сырья. 2. Тангенс угла наклона касательной к графику сепарационной характеристики. 3. Значение производной сепарационной характеристики по физическому свойству в точке границы разделения. 4. Гиперболический тангенс угла наклона касательной к графику сепарационной характеристики.
6.	Критерием точной эквивалентности схем является:	1. Одинаковое число перечистных операций. 2. Одинаковое число контрольных операций. 3. Одинаковые содержания в хвостах. 4. Одинаковые результирующие сепарационные характеристики схем.
7.	Гранулометрическая характеристика зернистого материала применяется для определения его:	1. Плотности. 2. Крупности. 3. Влажности. 4. Формы.
8.	При гравитационном обогащении используется следующее физическое свойство	1. Плотность. 2. Удельная поверхность. 3. Смачиваемость. 4. Влажность.
9.	При увеличении степени измельчения диапазон изменения физических свойств:	1. Не изменяется. 2. Уменьшается. 3. Увеличивается. 4. Увеличивается вдвое.
10.	В аппаратах с сильным магнитным полем обога-	1. Слабомагнитные минералы. 2. Сильномагнитные минералы.

№	Вопросы	Варианты ответов
	шают	3. Немагнитные минералы. 4. Кварц.
11.	Замкнутые магнитные системы применяются в сепараторах для обогащения	1. Слабوماгнитные минералы. 2. Сильномагнитные минералы. 3. Немагнитные минералы. 4. Кварц.
12.	Для материала крупностью до 6 мм предназначены сепараторы	1. С прямоточной ванной. 2. С противоточной ванной. 3. С полупротивоточной ванной. 4. Высокоградиентные.
13.	Для мелкозернистого материала крупностью 2-3 мм и менее предназначены сепараторы	1. С прямоточной ванной. 2. С противоточной ванной. 3. С полупротивоточной ванной. 4. Высокоградиентные.
14.	Задача подготовительных процессов обогащения:	1. Уменьшить крупность руды. 2. Высушить руду. 3. Разделить полезный компонент и пустую породу. 4. Разделить полезный компонент и пустую породу.
15.	Месторождение полезного ископаемого –	1. Скопление минерального вещества в недрах или на поверхности Земли, по количеству, качеству и условиям залегания пригодное для промышленного использования. 2. Природные минеральные образования земной коры, химический состав и физические свойства которых позволяют эффективно использовать их в сфере материального производства. 3. Это продукт, куда выделяется (концентрируется) большая часть полезных минералов (и незначительное количество минералов пустой породы). 4. Химические элементы или природные соединения, которые входят в состав полезного ископаемого в небольших количествах
16.	Концентрат – это ...	1. Химические элементы или природные соединения, для получения которых добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое. 2. Продукт, характеризующийся более низким по сравнению с концентратами и более высоким по сравнению с хвостами содержанием полезных компонентов. 3. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента (содержание ценного компонента в хвостах ниже, чем в концентратах и руде). 4. Продукт, куда выделяется (концентрируется) большая часть полезных минералов (и незначительное количество минералов пустой породы).
17.	Полезные компоненты – это	1. Химические элементы или природные соединения, которые входят в состав полезного ископаемого в небольших количествах и улучшают качество готовой продукции. 2. Отдельные элементы и природные химические соединения, содержащиеся в полезных ископаемых в небольших количествах и оказывающие отрицательное влияние на качество готовой продукции.

№	Вопросы	Варианты ответов
		<p>3. Химические элементы или природные соединения, для получения которого добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое.</p> <p>4. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента (содержание ценного компонента в хвостах ниже, чем в концентратах и руде).</p>
18.	Технологический показатель - выход продукта это:	<p>1. Отношение масс концентрата и хвостов.</p> <p>2. Отношение масс хвостов и концентрата.</p> <p>3. Разница между массой хвостов и массой концентрата.</p> <p>4. Отношение массы продукта к массе руды.</p>
19.	Сумма выходов всех конечных продуктов обогащения равна:	<p>1. 5 %.</p> <p>2. 100%.</p> <p>3. 50 %.</p> <p>4. 10 %.</p>
20.	Чановое выщелачивание	<p>1. На поверхности земли в куче большого размера, сделанной из обогащаемого сырья.</p> <p>2. Растворение производят под землей непосредственно в рудном теле.</p> <p>3. Растворение производят в специальных аппаратах.</p> <p>4. Основано на использовании в различиях в способности минералов отражать, пропускать или преломлять свет.</p>

Вариант №3

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Электрические методы обогащения применяются для руд крупностью	<p>1. 50 – 10 мм.</p> <p>2. 10 – 5 мм.</p> <p>3. 100 -50 мм.</p> <p>4. Менее 5 мм.</p>
2.	Электрические методы обогащения широко используются при переработке:	<p>1. Углей.</p> <p>2. Асбестовых руд.</p> <p>3. Солей.</p> <p>4. Руд редких металлов.</p>
3.	Обогащение по форме используют для следующих минералов:	<p>1. Слюд.</p> <p>2. Магнетита.</p> <p>3. Фосфорита.</p> <p>4. Апатита.</p>
4.	Термоадгезионное обогащение разноцветных минералов основано на различии минералов в:	<p>1. Плотности.</p> <p>2.Твердости.</p> <p>3.Шероховатости.</p> <p>4.Различном нагреве.</p>
5.	При грубом измельчении мелковкрапленных руд	<p>1. Шаровые мельницы.</p> <p>2. Мельницы самоизмельчения.</p>

№	Вопросы	Варианты ответов
	чаще всего используют	3. Рудно-галечные мельницы. 4. Стержневые мельницы.
6.	Хвосты – это ...	1. Химические элементы или природные соединения, для получения которых добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое. 2. Продукт, характеризующийся более низким по сравнению с концентратами и более высоким по сравнению с хвостами содержанием полезных компонентов. 3. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента (содержание ценного компонента в хвостах ниже, чем в концентратах и руде). 4. Продукт, куда выделяется (концентрируется) большая часть полезных минералов (и незначительное количество минералов пустой породы).
7.	Вредные примеси – это	1. Химические элементы или природные соединения, которые входят в состав полезного ископаемого в небольших количествах и улучшают качество готовой продукции. 2. Отдельные элементы и природные химические соединения, содержащиеся в полезных ископаемых в небольших количествах и оказывающие отрицательное влияние на качество готовой продукции. 3. Химические элементы или природные соединения, для получения которого добывается и перерабатывается данное полезное ископаемое. 4. Продукт, в который выделится большая часть минералов пустой породы, вредных примесей и незначительное количество полезного компонента (содержание ценного компонента в хвостах ниже, чем в концентратах и руде).
8.	Технологический показатель извлечение (ε) полезного компонента в продукт рассчитывается по следующей формуле:	1. $\varepsilon_i = \beta_i \cdot \gamma_i - \beta_{исх}$. 2. $\varepsilon_i = \beta_i \cdot \gamma_i \cdot \beta_{исх}$. 3. $\varepsilon_i = \beta_i \cdot \gamma_i / \beta_{исх}$. 4. $\varepsilon_i = \beta_{исх} \cdot \beta_i / \gamma_i$. где: $\beta_{исх}$, β_i – содержание полезного компонента в руде и в итом продукте; γ_i – выход продукта.
9.	Содержание полезного компонента в продукте это:	1. Отношение массы полезного компонента в продукте к массе продукта. 2. Масса полезного компонента в продукте. 3. Масса полезного компонента в руде. 4. Отношение массы продукта к массе руды.
10.	Извлечение ценного компонента - это ...	1. Масса полезного компонента в продукте. 2. Масса полезного компонента в руде. 3. Отношение массы продукта к массе руды. 4. Отношение массы расчетного компонента в продукте к массе этого же компонента в исходной руде.
11.	Равномерная суммарная характеристика крупности по плюсу свидетельствует о:	1. Преобладании мелких классов в смеси. 2. О равномерном распределении материала по крупности. 3. О равномерном распределении классов. 4. Об отсутствии средних классов крупности.
12.	Выпуклая суммарная характеристика крупности	1. Преобладании мелких классов в смеси. 2. Преобладании средних классов в смеси.

№	Вопросы	Варианты ответов
	по плюсу свидетельствует о:	3. О равномерном распределении классов. 4. Преобладании крупных классов в смеси.
13.	Выщелачивание применяют	1. Для руд сложного состава. 2. Для алмазных руд. 3. Для гравия. 4. Для урановых руд.
14.	Алмазосодержащие руды можно обогащать:	1. Радиометрической сепарацией; 2. Обогащением в тяжелых средах; 3. Флотацией; 4. Всеми вышеперечисленными методами.
15.	Извлечение твердого конечной фракции – это ...	1. Функция выходов фракций плотности. 2. Зависимость содержания интересующего компонента от физического свойства частиц 3. Соотношение масс твердого этой фракции в концентрате $P_{ик}$ и в исходном продукте $P_{исх}$. 4. Функция, для которой произведение $\bar{\gamma}_{эл} = \gamma(\xi)d\xi$ равно массовой доле элементарной фракции в смеси.
16.	Содержание это:	1. Отношение массы расчетного компонента в продукте к массе продукта. 2. Масса расчетного компонента в руде. 3. Масса расчетного компонента в хвостах. 4. Отношение массы расчетного компонента в концентрате и хвостах.
17.	Какое главное свойство используется для разделения частиц с помощью фотометрической сепарации?	1. Светимость в рентгеновских лучах. 2. Интенсивность гамма-излучений минералов. 3. Светимость в видимых лучах. 4. Суммарная энергия наведенного вторичного излучения.
18.	Процесс классификации основан на:	1. Различия в скоростях осаждения крупных и мелких зерен. 2. Различия в форме крупных и мелких зерен. 3. Различия в цвете крупных и мелких зерен. 4. Различия в трении крупных и мелких зерен.
19.	В аппаратах со слабым магнитным полем обогащают	1. Слабомагнитные минералы. 2. Сильномагнитные минералы. 3. Немагнитные минералы. 4. Кварц.
20.	Сепараторы с открытой магнитной системой используются для обогащения	1. Слабомагнитные минералы. 2. Сильномагнитные минералы. 3. Немагнитные минералы. 4. Кварц.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения

	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Справочник по обогащению руд. Т. 1. Подготовительные процессы / Редкол.: Богданов О.С. (гл. ред.), Олевский В.А. (отв. ред.) и др. - М. : Недра, 1972. - 448 с.

2. Справочник по обогащению руд. Т. 1. Подготовительные процессы / Редкол.: Богданов О.С. (гл. ред.), Олевский В.А. (отв. ред.) и др. - М. : Недра, 1972. - 448 с.

<https://e.lanbook.com/book/47431>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Справочник по обогащению руд. Т. 1. Подготовительные процессы / Редкол.: Богданов О.С. (гл. ред.), Олевский В.А. (отв. ред.) и др. - М. : Недра, 1972. - 448 с.

2. Справочник по обогащению руд. Т. 1. Подготовительные процессы / Редкол.: Богданов О.С. (гл. ред.), Олевский В.А. (отв. ред.) и др. - М. : Недра, 1972. - 448 с.

<https://e.lanbook.com/book/47431>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Александрова Т.Н. Обогащение полезных ископаемых. [Электронный ресурс]: учебник/ Кусков В.Б., Львов В.В., Николаева Н.В – Электрон. дан. РИЦ Национального минерально-сырьевого университета «Горный», Заказ 503. С 144 (ISBN 978-5-94211-731-3), 2015, 530 с.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_s tatic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>

2. Обогащение полезных ископаемых: учеб. пособие [Электронный ресурс]: / К.И. Лукина, В. П. Якушкин, А. Н. Муклакова. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 224 с. — (Высшее образование: Специалитер).

<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=561064>

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. www.consultant.ru

2. ЭБС издательского центра «Лань». <http://e.lanbook.com/>

3. Электронно-библиотечная система Znanium.com <http://znanium.com/>

4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

5. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks) <http://www.bibliocomplectator.ru/>

6. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ www.biblio-online.ru

7. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт». <http://rucont.ru/>

8. ООО Научная электронная библиотека. Интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования. (Включает РИНЦ-библиографическая база данных публикаций российских авторов и SCIENCE INDEX- информационно - аналитическая система, позволяющая проводить аналитические и статистические исследования публикационной активности российских ученых и научных организаций). <http://elibrary.ru/>

9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru/>).

10. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru/>).

11. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>).

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий и лабораторных работ.

Лекции. 64 посадочных места. Мобильный интерактивный комплекс. Компьютерные комплекты.

Лабораторные работы. Анализатор ситовой вибрационный ВП30Т — Лабораторный магнитный сепаратор ЭРГА БСМ-ВП 200x200/Т3664

Лабораторный валковый магнитный сепаратор ЭРГА СМВИ-1ЛМ 240x220/Т4503 Лабораторная флотационная машина ФМП-Л 0,3 (базовый комплект). Дробилка щековая лабораторная ДЩ 60x100М. Щековая дробилка JS6. Планетарная мельница ВМ6. Ротационный делитель RSD200. Цилиндр мерный 2000 мл. Сухожаровой шкаф Binder FD115. Настольный рН-метр Ohaus Starter.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ

к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета. Лицензионное программное обеспечение.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2010. Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

Microsoft Windows 10 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013
«На поставку компьютерной техники»)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License
60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010,
договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).