

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

Руководитель программы
аспирантуры
профессор Т.Н. Александрова

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета переработки
минерального сырья
доцент П.А. Петров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ РУД НА ОБОГАТИМОСТЬ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.8. Недропользование и горные науки
Научная специальность:	2.8.9. Обогащение полезных ископаемых
Направленность (профиль):	Обогащение полезных ископаемых
Отрасли науки:	Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	4 года
Составитель:	д.т.н., проф. Т.Н. Александрова

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Исследование руд на обогатимость» составлена в соответствии:

– с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых, направленности (профилю) «Обогащение полезных ископаемых».

Составитель:

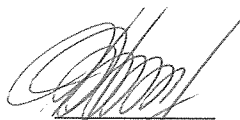


д.т.н., проф. Т.Н. Александрова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры обогащения полезных ископаемых «26» мая 2022 г., протокол № 11.

Рабочая программа согласована:

Декан факультета аспирантуры
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой
обогащения полезных ископаемых



д.т.н., проф. Т.Н. Александрова

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины – формирование и закрепление у аспирантов знаний, 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. Подготовка выпускников аспирантуры к самостоятельному решению профессиональных задач, формирование у аспирантов современного научного мировоззрения.

Основные задачи дисциплины:

- изучить элементный и минералогический состав руды, свойства минеральных частиц, фракционные характеристики продуктов, технологические характеристики приборов и схем;
- способствовать к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области обогащения руд;
- освоить применяемые на практике методики изучения состава руды, свойств минеральных частиц, измерения физических характеристик: крепости и абразивности, сыпучести и насыпной плотности и т. д.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина является элективной и входит в состав составляющей «Дисциплины (модули), в том числе элективные, факультативные дисциплины (модули), дисциплины, направленные на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов» образовательного компонента программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.8.9. Обогащение полезных ископаемых, направленности (профилю) «Обогащение полезных ископаемых» и изучается в 4 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать: теоретические основы традиционных и новых методов обогащения полезных ископаемых;

уметь: применять технологию обогащения основных видов полезных ископаемых;

владеть навыками: выбора технологии обогащения основных видов полезных ископаемых; использования основными программными продуктами общего и специального назначения; самостоятельного использования теоретических основ традиционных и новых методов обогащения полезных ископаемых.

Уровень владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета.

Критерии оценивания уровня владения аспирантом знаниями, умениями и навыками по итогам освоения дисциплины приведены в разделе б настоящей программы.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Исследование руд на обогатимость» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 72 академических часа, 2 зачётные единицы.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4
Аудиторные занятия, в том числе:	12	12
Лекции	4	4
Практические занятия	8	8
Самостоятельная работа аспирантов, в том числе	24	24
Самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины	2	2
Подготовка к устным опросам и дискуссиям	10	10
Выполнение индивидуального задания	12	12
Трудоемкость дисциплины	36	36
Вид промежуточной аттестации – дифференцированный зачет (ДЗ)	ДЗ (36)	ДЗ (36)
Общая трудоемкость дисциплины с учетом промежуточной аттестации		
ак. час.	72	72
зач. ед.	2	2

4.2. Содержание дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1.	Физико-механические свойства руд и продуктов обогащения.	18	2	4	-	12
2.	Методы изучения элементного, минерального состава руд и технологические исследования обогатимости полезных ископаемых.	18	2	4	-	12
	Итого:	36	4	8	-	24

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

Дисциплина включает 2 темы, содержание которых направлено на освоение знаний 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.

Тема 1. Физико-механические свойства руд и продуктов обогащения

Введение. Необходимость измерения физико-механических свойств. Крепость. Абразивность. Сыпучесть. Слеживаемость. Насыпная плотность и самоуплотнение. Удельная

поверхность. Дробимость. Измельчаемость. Промывистость. Сгущаемость. Фильтруемость.

Самостоятельная работа.

Технологические показатели обогащения. Условия, определяющие оптимальную крупность измельчения полезных ископаемых перед флотацией. Технологические пробы. Масса технологической пробы. Предварительная подготовка пробы на объекте. Подготовка лабораторной технологической пробы к испытаниям в лаборатории.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2],

дополнительная: [3,4].

Тема 2. Методы изучения элементного, минерального состава руд и технологические исследования обогатимости полезных ископаемых

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.).

Самостоятельная работа.

Особенности фракционирования по плотности, по флотуемости и магнитным свойствам. Исследование поверхностных свойств минералов. Допустимые погрешности воспроизводимости результатов аппаратов и процессов разделения (информационных, гравитационных, магнитных, электрических, химико-металлургических).

Рекомендуемая литература:

основная: [1,2],

дополнительная: [3,4].

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Исследование руд на обогатимость» применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки аспирантов.

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, цель которых углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы аспиранта. На практических занятиях аспиранты делают краткие устные сообщения о результатах самостоятельной работы с последующим обсуждением при участии преподавателя.

Консультации (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой аспирантов и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

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

Самостоятельная работа аспирантов направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточной аттестации.

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

6.1. Проведение текущего контроля успеваемости

Текущий контроль используется для оценки хода и уровня достижения аспирантом планируемых результатов освоения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса, консультирования аспирантов и проверки выполнения самостоятельной работы.

Основными формами текущего контроля по дисциплине являются:

- устный опрос аспиранта по контрольным вопросам (устный ответ);
- участие аспиранта в дискуссиях по темам дисциплины (устный ответ).

6.2. Примерный перечень вопросов для текущего контроля успеваемости

Тема 1. «Физико-механические свойства руд и продуктов обогащения»

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. Перечислите основные физико-механические свойства руд и продуктов разделения.
11. Как определяется крепость?
12. Как определяется абразивность?
13. Как определяются дробимость и измельчаемость?
14. Как определяется сгущаемость?
15. Как определяется фильтруемость?
16. Как определяется удельная поверхность?
17. Как определяется насыпная плотность и пористость?

Тема 2. «Методы изучения элементного, минерального состава руд и технологические исследования обогатимости полезных ископаемых»

19. Основные физико-химические методы изучения элементного и фазового состава руды.
20. Расскажите о методах исследования структуры и текстуры руды.
21. Основные разделительные признаки.
22. Что такое идеальное фракционирование?

23. Что такое предельная обогатимость руды?
24. Основные виды фазового анализа?
25. Что такое идеальная сепарационная характеристика?
26. Чем идеальная сепарационная характеристика отличается от реальной?
27. Что такое граница разделения?
28. Что такое технологические классы крупности?
29. Сколько стадий входит в общую схему обогащения руды?
30. Что такое машинные классы крупности?
31. Какие вы знаете варианты характеристик раскрытия руды и схем обогащения?
32. Как производится расчет выходов породы и концентратов?
33. Как осуществляется выбор разделительного признака?

6.3. Критерии оценивания устных ответов аспирантов

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке устного ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.

Оценка «зачтено» за устный ответ ставится, если аспирант:

- 1) ориентируется в излагаемом материале, владеет базовой терминологией в объеме, предусмотренном рабочей программой дисциплины;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, подкрепляет теоретические положения примерами;
- 3) умеет структурировать содержание ответа в соответствии с поставленным вопросом;
- 4) не допускает (или допускает немногочисленные негрубые) ошибки при анализе языковых фактов; способен исправить допущенные им ошибки при помощи уточняющих вопросов преподавателя.

6.4. Порядок проведения дифференцированного зачета

Дифференцированный зачет используется для оценки соответствия результатов освоения дисциплины аспирантом. Дифференцированный зачет проводится в два этапа:

- тестирование. После успешного прохождения тестирования аспирант допускается до следующего этапа.

- устное собеседование по материалам дисциплины с выставлением оценок.

6.4.1. Примерные тестовые задания к зачету:

Вариант № 1

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Сульфидные полиметаллические руды чаще всего обогащают:	1. Отсадкой. 2. Обогащением в тяжелых средах. 3. Флотацией. 4. Электрической сепарацией.
2.	Железистые кварциты обычно обогащают:	1. Отсадкой. 2. Обогащением в тяжелых средах.

№	Вопросы	Варианты ответов
		3. Флотацией. 4. Магнитной сепарацией.
3.	Постановка задачи прогнозирования расчеты технологических схем:	1. Заданы данные генерального опробования и ищутся технологические показатели по всем продуктам. 2. Заданы выходы 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	1. Средневзвешенное отклонение содержания ценного компонента во фракциях. 2. Зависимость суммарного выхода фракций от физического свойства. 3. Функция, для которой произведение $\bar{\gamma}_{\text{эл}} = \gamma(\xi)d\xi$ 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 ...	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	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 границы физического свойства суммы фракций. 4. Функция, произведение которой на размер фракции равно массовой доле фракции.
7.	Какое главное свойство используется для разделения минеральных частиц магнитной сепарацией ?	1. Напряженность магнитного поля. 2. Магнитная проницаемость. 3. Магнитная индукция. 4. Магнитная восприимчивость.
8.	Флотационный метод обогащения основан на разделении минеральных частиц, отличающихся ...	1. Крупностью 2. Плотностью 3. Смачиваемостью. 4. Индексом Бонда
9.	В основе рентгенолюминесцентного метода обогащения лежит способность некоторых минералов:	1. Разбухать под действием рентгеновских лучей. 2. Менять электропроводность. 3. Холодно светиться. 4. Растрескиваться.
10.	Рентгенолюминесцентный метод широко используется при обогащении	1. Углей. 2. Железных руд. 3. Медных руд.

№	Вопросы	Варианты ответов
	нии:	4. Алмазных руд.
11.	Наименьшие энергозатраты при разрушении руд получаются при следующем виде деформации:	1. Удар. 2. Растяжение. 3. Изгиб. 4. Истирание.
12.	Конечная цель процесса обогащения руды:	1. Получение тонко измельченной массы. 2. Получение концентратов. 3. Получение чистых металлов. 4. Получение сплавов металлов.
13.	Промпродукт – это ...	1. Химические элементы или природные соединения, для получения которого 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).
14.	Полезными примесями называются	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).
15.	Сумма извлечений концентрата и хвостов равна:	1. 5 %. 2. 10%. 3. 100 %. 4. 50 %.
16.	Вогнутая суммарная характеристика крупности по плюсу свидетельствует о:	1. Преобладании мелких классов в смеси. 2. Преобладании средних классов в смеси. 3. О равномерном распределении классов. 4. Об отсутствии средних классов крупности.
17.	Для крупного грохочения угля обычно используют грохоты:	1. Вибрационные. 2. Барабанные. 3. Валковые. 4. Неподвижные колосниковые.
18.	Кучное выщелачивание	1. На поверхности земли в куче большого размера, сделан-

№	Вопросы	Варианты ответов
		ной из обогащаемого сырья. 2. Растворение производят под землей непосредственно в рудном теле. 3. Растворение производят в специальных аппаратах. 4. Основано на использовании в различиях в способности минералов отражать, пропускать или преломлять свет.
19.	Выход концентрата (γ_k) определяется выражением:	$1. \gamma_k = \frac{\beta_{ис} - \beta_{хв}}{\beta_k - \beta_{хв}} * 100, \%$ $2. \gamma_k = \frac{\beta_{ис} + \beta_{хв}}{\beta_k - \beta_{хв}} * 100, \%$ $3. \gamma_k = \frac{\beta_{ис} - \beta_{хв}}{\beta_k + \beta_{хв}} * 100, \%$ $4. \gamma_k = \frac{\beta_{ис} + \beta_{хв}}{\beta_k + \beta_{хв}} * 100, \%$ <p>где: $\beta_{ис}$, β_k, $\beta_{хв}$ - содержание ценного компонента в руде, концентрате и хвостах соответственно.</p>
20.	Как вычисляется координата границы разделения?	$1. \xi_p = const .$ $2. k = \frac{\ln 2}{St} .$ $3. \varepsilon_k(\xi_p) = 0,5 .$ $4. \operatorname{tg} \alpha = \left. \frac{d\varepsilon_k(\xi)}{d\xi} \right _{\xi = \xi_p}$

Вариант №2

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Энергетические угли обычно обогащают:	1. Отсадкой. 2. Обогащением в тяжелых средах. 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 перемешиваний вдвое больше, чем число контрольных операций. 3. Используя «каноническую» флотационную схему, в которой количество перемешиваний вдвое, больше чем число

№	Вопросы	Варианты ответов
		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 перемесных 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 обогащают	1. Слабомагнитные минералы. 2. Сильномагнитные минералы. 3. Немагнитные минералы. 4. Кварц.
11.	Замкнутые магнитные системы применяются в сепараторах для обогащения	1. Слабомагнитные 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. Разъединить полезный компонент и пустую породу.

№	Вопросы	Варианты ответов
15.	Месторождение полезного ископаемого –	<p>4.Разделить полезный компонент и пустую породу.</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 производств. 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 ...	<ol style="list-style-type: none"> 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 компонентов 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	<ol style="list-style-type: none"> 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 компонентов в хвостах ниже, чем в концентратах и руде).
18.	Технологический показа-	1. Отношение масс концентрата и хвостов.

№	Вопросы	Варианты ответов
	тель - выход продукта это:	2. Отношение масс хвостов и концентрата. 3. Разница между массой хвостов и массой концентрата. 4. Отношение массы продукта к массе руды.
19.	Сумма выходов всех конечных продуктов обогащения равна:	1. 5 %. 2. 100%. 3. 50 %. 4. 10 %.
20.	Чановое выщелачивание	1. На поверхности земли в куче большого размера, сделанной из обогащаемого сырья. 2. Растворение производят под землей непосредственно в рудном теле. 3. Растворение производят в специальных аппаратах. 4. Основано на использовании в различиях в способности минералов отражать, пропускать или преломлять свет.

6.4.2. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к устному дифференцированному зачету:

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?
60. Какие требования предъявляются к качеству технологических проб?
61. Для чего предназначена опытно-промышленная проба?
62. Что такое малая технологическая проба?
63. Что такое бортовое содержание?
64. Как определяются границы месторождения?
65. Основные физико-химические методы изучения элементного и фазового состава руды.
66. Расскажите о методах исследования структуры и текстуры руды.
67. Основные разделительные признаки.
68. Что такое идеальное фракционирование?
69. Что такое предельная обогатимость руды?

70. Основные виды фазового анализа?
71. Что такое идеальная сепарационная характеристика?
72. Чем идеальная сепарационная характеристика отличается от реальной?
73. Что такое граница разделения?
74. Что такое технологические классы крупности?
75. Сколько стадий входит в общую схему обогащения руды?
76. Что такое машинные классы крупности?
77. Какие вы знаете варианты характеристик раскрытия руды и схем обогащения?
78. Как производится расчет выходов породы и концентратов?
79. Как осуществляется выбор разделительного признака?
80. На основании чего происходит составление вариантов технологических схем?
81. Общая методика сравнения вариантов технологических схем?

6.5. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета

После написания теста выставляется оценка в соответствии с критериями.

Оценка	Описание
Зачтено	Аспирант в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. Количество правильных ответов не менее 65 %.
Не зачтено	Аспирант не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы. Количество правильных ответов менее 65 %.

После успешного прохождения тестирования аспирант допускается к устному зачету. Аспирант, получивший оценку «не зачтено» на тестировании не допускается до второго этапа промежуточной аттестации. Оценки за зачет выставляются, исходя из следующих критериев:

— «отлично»: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это в ответах, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, использует обширный материал разнообразных источников, излагает свою позицию, хорошо ее объясняя и обосновывая;

— «хорошо»: если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своей позиции излагает одну из стандартных, не подкрепляя ее хорошо подобранными обоснованиями;

— «удовлетворительно»: если обучающийся поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, привлекает мало материала из источников, пользуясь, в основном, стандартными учебниками и формулировками;

— «неудовлетворительно»: если обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет или, по существу, не выполняет задания.

Оценки по результатам проверки ответов объявляются обучающимся и заносятся в зачетную ведомость.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И РЕСУРСОВ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

7.1. Основная литература

1. Абрамов, А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т.2. Технология переработки и обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учеб. - Электрон. дан. - Москва : Горная книга, 2004. - 510 с
<https://e.lanbook.com/book/3266>.

2. Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: Учебное пособие в 2 кн. Т.3. Книга 2. Pb, Pb-Cu, Zn, Pb-Zn, Pb-Cu-Zn, Cu-Ni, Co-, Bi-, Sb-, Hg- содержащие руды [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Москва : Горная книга, 2005. — 470 с.
<https://e.lanbook.com/book/3268>.

7.2. Дополнительная литература

3. 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.

4. 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>

7.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;

— Методические указания по практическим занятиям.

7.4. Ресурсы сети «Интернет»

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».

2. Библиотека ГОСТов www.gostrf.com.

3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>

4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России.
<http://www.gpntb.ru/>

5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>

6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>,
<http://www.tehlit.ru/>.

7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

7.5. Электронно-библиотечные системы:

-ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>

-ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>

-ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>

-ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>

-ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>

-ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>

-Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL»
<https://informsystema.ru>

-Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

7.6. Информационные справочные системы:

1. Система ГАРАНТ: информационный правовой портал [Электронный ресурс]. – Электр.дан. <http://www.garant.ru/>
2. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. – Электр.дан. www.consultant.ru/
3. ООО «Современные медиа-технологии в образовании и культуре». <http://www.informio.ru/>.
4. Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые» <https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>
5. Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы» <http://www.cntd.ru/>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Аудитории для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Аудитория для проведения лекционных занятий: 69 посадочных мест, Стул – 70 шт., стол – 21 шт., доска маркерная – 2 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

Аудитория для самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 13 посадочных мест, Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

2. 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.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

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 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

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., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.

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 10 Professional Корпорация Майкрософт, срок полезного использования – бессрочно.

Microsoft Office Standard 2019 Russian Корпорация Майкрософт срок полезного использования – бессрочно

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security срок полезного использования – 17.12.21 - 17.12.22.