


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

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНЦЕНТРАЦИИ МИНЕРАЛЬНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

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 «Энергоэффективные технологии концентрации минерального и техногенного сырья» 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 у обучающихся знаний об концентрации различных видов минерального (и техногенного) сырья и приобретение навыков применения полученных знаний в инженерной практике.

Основные задачи дисциплины:

- изучить современное состояние процессов концентрации различных видов минерального сырья в России и за рубежом, основные научно-технические проблемы и тенденции;
- способствовать к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области обогащения минерального сырья;
- освоить навыки научно-исследовательской деятельности в области концентрации различных видов минерального и техногенного сырья.

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 3 семестре.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

знать: конструкции и принцип действия основных аппаратов для концентрации минерального сырья; схемы концентрации различных видов минерального сырья;

уметь: выбирать наиболее перспективные направления совершенствования технологических процессов, режимов для эффективного и комплексного использования минерального сырья различного происхождения;

владеть навыками: флотационного, гравитационного, магнитного и электрического обогащения минерального и техногенного сырья; выбора и расчета основных технологических параметров эффективного и экологически безопасного производства работ по переработке и обогащению минерального сырья на основе знаний принципов проектирования технологических схем обогатительного производства и выбора основного и вспомогательного обогатительного оборудования.

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 6 настоящей программы.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Энергоэффективные технологии концентрации минерального и техногенного сырья» с учетом промежуточной аттестации по дисциплине составляет 72 академических часа, 2 зачётные единицы.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
Аудиторные занятия, в том числе:	12	12

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
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 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.	Минеральное и техногенное сырье и его роль в сфере материального производства. Основные виды минерального сырья.	18	2	4	-	12
2.	Современные методы концентрации минерального и техногенного сырья.	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 о концентрации различных видов минерального (и техногенного) сырья и приобретение навыков применения полученных знаний в инженерной практике. В ходе изучения дисциплины обучающиеся получают достаточно полное представление о концентрации минерального сырья; значении этих процессов в сфере материального производства; изучают конструкций и принцип действия основных аппаратов для концентрации минерального сырья; схемы концентрации различных видов минерального сырья; практику применения процессов концентрации минерального сырья; овладевают методами расчета различных видов схем концентрации минерального сырья.

Тема 1. Минеральное и техногенное сырье и его роль в сфере материального производства. Основные виды минерального сырья.

Минеральное сырье (полезные ископаемые) и его исключительная роль в сфере материального производства. Виды минерального сырья, Твердое минеральное сырье. Виды твердого минерального сырья. Подготовительные, основные и вспомогательные процессы обогащения минерального сырья. Технологические показатели обогащения. Понятий об концентрации сырья. Основные методы концентрации минерального и техногенного сырья.

Самостоятельная работа.

Минерально-сырьевая база России. Обеспеченность России полезными ископаемыми. Объем, динамика добычи и обогащения полезных ископаемых. Технологическая характеристика минерального сырья и классификация по химическому и минералогическому составу, по степени окисленности, крупности и характеру вкрапленности рудных минералов, крепости, текстурно-структурным особенностям и содержанию металлов. Технологические типы и сорта руд. Требования к концентратам и продуктам. Особенности руд цветных металлов. Комплексность сырья.

Рекомендуемая литература:

основная: [3, 5, 7],

дополнительная: [8-15].

Тема 2. Современные методы концентрации минерального и техногенного сырья.

Гравитационное обогащение. Определение метода. Область применения. Преимущества и недостатки. Теоретические основы гравитационной концентрации. Виды гравитационных процессов. Отсадка. Обогащение в тяжелых средах. Обогащение в потоках, текущих по наклонным поверхностям. Центробежная концентрация. Схемы гравитационного обогащения. Магнитное обогащение. Область применения метода. Теоретические основы. Основные типы магнитных сепараторов. Схемы магнитного обогащения. Электрические методы обогащения. Область применения метода Электрические сепараторы. Специальные методы обогащения. Область применения. Определение процесса. Область применения. Теоретические основы флотационного обогащения. Флотационные реагенты. Собиратели, вспениватели, депрессоры, активаторы регуляторы рН среды. Флотационные машины. Схемы флотационного обогащения.

Самостоятельная работа.

Реологические свойства сред гравитационного обогащения. Определения физических свойств частиц и сред, используемые при гравитационном обогащении. Скорость стесненного и свободного движения (падения) частиц. Методы определения скоростей движения частиц в физических средах. Движение тел в центробежном поле. Равнопадаемость частиц. Силы, действующие при магнитном обогащении. Магнитные свойства минералов. Магнитные системы. Виды магнитных сепараторов. Сухие магнитные сепараторы. Мокрые магнитные сепараторы. Высокоградиентные магнитные сепараторы. Основные схемы магнитного обогащения. Схемы обогащения железистых кварцитов. Силы, действующие при электрическом обогащении. Электрические свойства минералов. Виды электрической сепарации. Электрические сепараторы. Электростатические, коронные и коронно-электростатические сепараторы. Трибоэлектрические сепараторы. Рудосортировка. Ручная рудоразборка и радиометрическое обогащение. Крупно и мелкопорционная сортировка. Радиометрическая (покусковая) сепарация. Радиометрические сепараторы. Обогащение по трению и форме. Обогащение по упругости. Термоадгезионное обогащение. Обогащение по твердости. Декрипитация. Термохимическое разрушение. Механиче-

ские, пневматические и пневмомеханические машины. Машины колонного типа. Машины пенной сепарации. Другие виды флотационных машин. Схемы флотационного обогащения руд цветных металлов. Схемы флотационного обогащения горно-химического сырья.

Рекомендуемая литература:

основная: [1, 2, 4, 6],

дополнительная: [8-15].

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Энергоэффективные технологии концентрации минерального и техногенного сырья» 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. «Минеральное и техногенное сырье и его роль в сфере материального производства. Основные виды минерального сырья»

1. Что понимается под терминами концентрация различных видов минерального сырья?
2. Какие известны виды полезных ископаемых?
3. Для чего используют полезные ископаемые?
4. Для чего нужно обогащения минерального и техногенного сырья?
5. Перечислите основные методы обогащения твердых полезных ископаемых.
6. Что такое рудоподготовительные операции?
7. Что такое основные обогатительные операции?
8. Для чего служат вспомогательные операции?
9. Какие продукты получают в ходе обогащения полезных ископаемых?
10. Что такое концентрат?
11. Что такое технологические показатели обогащения?

Тема 2. «Современные методы концентрации минерального и техногенного сырья»

12. Что такое гравитационное обогащение. В чем преимущества и недостатки гравитационного обогащения?
13. В чем преимущества и недостатки флотационного обогащения?
14. Для каких полезных ископаемых используют флотационное обогащение?
15. Какие флотационные реагенты Вы знаете?
16. Какие виды флотационных машин Вы знаете?
17. Что такое магнитное обогащение?
18. Для каких полезных ископаемых используют магнитное обогащение?
19. Какие сильномагнитные минералы Вы знаете?
20. Что такое радиометрическое обогащение?
21. Что такое комбинированные методы обогащения?
22. Назовите вспомогательные процессы обогащения.

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.	Нафтенновые кислоты имеют в углеводородном радикале:	1. Бензольное кольцо. 2. Фенольное кольцо. 3. Замкнутую цепь без двойных связей. 4. Сопряженные двойные связи.
2.	Большинство промышленно важных коренных месторождений золота принадлежат к типу:	1. Постермальному. 2. Термическому. 3. Термальному. 4. Гидротермальному.
3.	«Лёгкими» зёрнами при грохочении называют зёрна, размер которых (d) и размер отверстий сита (a) связаны как:	1. $d \approx 1,1a$. 2. $d \leq 0,75a$. 3. $0,75 a \leq d \leq a$. 4. $d \approx a$.
4.	Наивысшую эффективность имеют грохоты:	1. Вибрационные. 2. Барабанные. 3. Валковые. 4. Неподвижные колосниковые.
5.	Для крупного грохочения обычно используют:	1. Барабанные грохота. 2. Гириционные грохоты. 3. Неподвижные колосниковые грохоты. 4. Вибрационные грохоты.
6.	Основным недостатком неподвижных грохотов является:	1. Сложность конструкции. 2. Очень короткий срок службы. 3. Низкая эффективность грохочения. 4. Высокие эксплуатационные затраты.
7.	К труднопромывистым россыпям относятся:	1. С содержанием глины в породе 10-15%. 2. С содержанием глины в породе 5-10%. 3. С содержанием глины в породе 30-40%. 4. С содержанием глины в породе 15 -30 %.
8.	Россыпные месторождения золота разрабатывают при содержании:	1. $>0,2$ г/т. 2. $>0,1$ г/т. 3. $>0,05$ г/т. 4. $>0,07$ г/т.
9.	Цинковый купорос применяется:	1. Для депрессии сульфидов меди. 2. Для депрессии сфалерита. 3. Для активации сфалерита. 4. Для активации халькопирита.
10.	Неперемещенные	- 1. Аллювиальные.

№	Вопросы	Варианты ответов
 россыпи залегают в районе расположения коренного месторождения, из которого они образовались.	2. Элювиальные. 3. Делювиальные. 4. Элювиальные и делювиальные.
11.	Хуже всего шаровые мельницы измельчают при следующем режиме работы:	1. Каскадный. 2. Близкий к критическому. 3. Водопадный. 4. Критический.
12.	Перемещенные - россыпи образовались за счет сползания элювия по склону горы вследствие силы тяжести.	1. Аллювиальные. 2. Элювиальные. 3. Делювиальные. 4. Элювиальные и делювиальные.
13.	Сухое самоизмельчение осуществляется в мельницах:	1. Шаровых. 2. Стержневых. 3. Аэрофол. 4. Трубных.
14.	При рудном самоизмельчении мелющей средой является:	1. Стальные шары. 2. Куски самой руды. 3. Стальные стержни. 4. Куски другого твердого материала.
15.	Если элювий перенесен водными потоками на значительное расстояние от места его образования, то такие россыпи называются -....	1. Аллювиальные. 2. Элювиальные. 3. Делювиальные. 4. Элювиальные и делювиальные.
16.	В россыпи валуны имеют крупность	1. >50-100 мм. 2. >20-100 мм. 3. >150-200 мм. 4. >100-150 мм.
17.	В россыпи эфеля имеют крупность	1. -0,5+0,2 мм. 2. -1+0,074 мм. 3. -5+0,074 мм. 4. -3+0,044 мм.
18.	На драгах основным обогащательным аппаратом является:	1. Грохот. 2. Отсадочная машина. 3. Шлюз. 4. Винтовой сепаратор.
19.	При обогащении в тяжелых средах для приготовления суспензий наиболее часто используют следующие утяжелители:	1. Гранит и пегматит. 2. Сфалерит. 3. Кварц и полевоы шпат. 4. Магнетит и ферросилиций.
20.	Извлечение мелкого золота (<0,5 мм) на драгах составляет:	1. 30-40%. 2. 50-70%. 3. 40-50%. 4. 60-70%.

Вариант №2

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	С увеличением крупности частицы конечная скорость ее свободного падения...	1. Остается неизменной. 2. Уменьшается. 3. Увеличивается. 4. Стабилизируется.
2.	Гравитационное обогащение отсадкой широко применяется для переработки:	1. Асбестовых руд. 2. Тальковых руд. 3. Оловянных руд. 4. Апатитовых руд.
3.	Шлюзы, как обогатительные аппараты, используются при переработке:	1. Апатитовых руд. 2. Золотосодержащих россыпей. 3. Углей. 4. Сернистых руд.
4.	Амальгамацией называют процесс извлечения благородных металлов из при помощи жидкой ртути.	1. Концентратов и хвостов. 2. Концентратов, промпродуктов и хвостов. 3. Из всех продуктов обогащения. 4. Руд и концентратов.
5.	В сульфидных рудах (кроме основных металлов) почти всегда присутствуют сульфиды:	1. Олова. 2. Никеля. 3. Меди. 4. Железа.
6.	К промышленным сульфидным рудам относят руды, содержащие более% меди, которая не менее чем на 85-90 % представлена сульфидными минералами.	1. 0,3-0,4. 2. 0,1-0,2. 3. 0,2-0,3. 4. 0,5-0,6.
7.	Из этих минералов наиболее гидрофобный:	1. Магнетит. 2. Фосфорит. 3. Кварц. 4. Графит.
8.	Одним из основных флотореагентов являются собиратели, их задача:	1. Повысить гидрофобность извлекаемого минерала. 2. Стабилизировать пульпу. 3. Повысить гидрофильность пустой породы. 4. Способствовать созданию пены.
9.	Задача реагенто-депрессоров состоит в том, чтобы:	1. Снизить рН пульпы. 2. Стабилизировать пульпу. 3. Повысить гидрофильность не извлекаемого минерала. 4. Способствовать созданию пены.
10.	В пневмомеханической флотомашине воздух под статор подается:	1. Принудительно от воздуходувки. 2. Засасывается за счет разрежения. 3. Образуется в результате химической реакции. 4. Не подается.
11.	Фотореагент серная кислота - это реагент:	1. Депрессор. 2. Собиратель. 3. Регулятор рН. 4. Пенообразователь.
12.	Для обогащения полиметаллической сульфидной	1. Флотационное обогащение. 2. Гравитационное обогащение.

№	Вопросы	Варианты ответов
	руды обычно используют:	3. Электрическую сепарацию. 4. Радиометрическую сепарацию.
13.	Флотация считается универсальным процессом обогащения, так как:	1. Он применим для сульфидных руд. 2. Им можно разделить любые минералы. 3. Он применим для углей. 4. Им можно обогащать плотные минералы.
14.	В комбинированных методах обогащения используется:	1. Тонкое измельчение руды. 2. Операции, изменяющие химический состав руды. 3. Флотация. 4. Дробление.
15.	Самый дешевый способ обезвоживания материалов это:	1. Дренирование. 2. Фильтрация. 3. Центрифугирование. 4. Термическая сушка.
16.	Эффективным депрессором галенита является:	1. Карбоксиметилцеллюлоза. 2. Производные жирных кислот. 3. Хроматы и бихроматы калия. 4. Жидкое стекло.
17.	Медный купорос ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) содержит воду, она относится к влаге:	1. Гравитационной. 2. Кристаллизационной. 3. Капиллярной; 4. Пленочной.
18.	Доводка шеелитового концентрата по методу Петрова осуществляется:	1. Пропаркой в растворе серной кислоты при температуре $60-70^\circ\text{C}$. 2. Пропаркой в растворе жидкого стекла при температуре $85-90^\circ\text{C}$. 3. Выщелачиванием в растворе серной кислоты. 4. Обработкой концентрата последовательно плавиковой и серной кислотой.
19.	Наиболее трудно флотирваемым в коллективном цикле полиметаллических руд является:	1. Сульфид меди. 2. Сульфид железа. 3. Сульфид свинца. 4. Сульфид цинка.
20.	К вспомогательным процессам обогащения относятся:	1. Измельчение. 2. Пылеулавливание. 3. Классификация. 4. Магнитная сепарация.

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

1. Конечная цель процесса обогащения руды.
2. Задача подготовительных процессов обогащения.
3. Месторождение полезного ископаемого.
4. Типы руд цветных металлов.
5. Что такое содержание?
6. Конечная цель процесса обогащения руды.
7. Задача подготовительных процессов обогащения.
8. Месторождение полезного ископаемого.
9. Типы руд цветных металлов.
10. Что такое содержание?

11. От чего зависит выбор схемы дробления?
12. От чего зависит выбор схемы измельчения?
13. Что называется ошламованием и как оно ухудшает процесс?
14. Каким образом возможно избежать ошламования?
15. Чем обусловлено применение схем само и полу-самоизмельчения?
16. Каковы преимущества двух- и трех-стадиальных схем измельчения?
17. Каким способом осуществляется процесс амальгамации?
18. Что такое процесс выщелачивания?
19. Назовите существующую классификацию россыпей.
20. Какие примеси осложняют процесс цианирования?
21. Какие типы гравитационных аппаратов применяются на драгах?
22. Какой основной способ обогащения руд тяжелых цветных металлов?
23. Назовите основные применяемые собиратели сульфидных минералов.
24. Назовите основные применяемые пенообразователи.
25. Какие принципиальные различия в технологии обогащения сплошных и вкрапленных руд?
26. Какие вы знаете окисленные минералы меди?
27. Какие основные циклы имеет процесс Мостовича?
28. Какими реагентами активируют свинцовые минералы?
29. Какие технологические показатели достигаются при обогащении окисленных свинцово-цинковых руд?
30. Охарактеризуйте способы нейтрализации вредного действия вторичных шламов.
31. Перечислите минералы свинца, имеющие промышленное значение.
32. Какие минералы свинца относятся к легкофлотируемым, труднофлотируемым и практически нефлотируемым?
33. Назовите основные скарновые месторождения свинца.
34. Назовите основные продукты, получаемые при обогащении полиметаллических руд.
35. Опишите основные циклы флотации медно-порфировых руд.
36. Какие реагенты, применяемые для обогащения полиметаллических руд, снижают флотируемость золота?
37. Для обогащения какого продукта обычно устанавливаются отсадочные машины, концентрационные столы?
38. Какие продукты подвергаются цианированию?
39. На каких фабриках из хвостов сульфидной флотации получают баритовый концентрат?
40. Назовите основные минералы молибдена и меди, имеющие промышленное значение и их флотационные свойства.
41. Перечислите основные требования, которым должны удовлетворять медный и молибденовый концентраты.
42. Когда применяют прямые селективные схемы при обогащении медно-молибденовых руд?
43. Каково назначение всех операций сгущения в технологических схемах переработки медно-молибденовых руд?

44. Какие технологические показатели достигаются при обогащении молибденовых и медно-молибденовых руд?
45. Перечислите способы селекции медно-молибденовых концентратов.
46. Назовите достоинства и недостатки цианистого способа селекции коллективного медно-молибденового концентрата.
47. Какие месторождения медно-молибденовых руд вы знаете? По каким схемам работают обогатительные фабрики, перерабатывающие эти руды?
48. Что такое степень концентрации и в каких пределах она находится при обогащении руд редких металлов?
49. Какие основные стадии обогащения руд и россыпей редких металлов?
50. Какие вольфрамовые минералы вы знаете?
51. В чем заключается способ Петрова?
52. Какова средняя крупность зерен ценных минералов в прибрежных россыпях?
53. Сколько фракций выделяется при электромагнитной доводке коллективных гравитационных концентратов?
54. Какие вы знаете минералы никеля?
55. Охарактеризуйте схемы обогащения никелевых руд.
56. Какие технологические показатели достигаются при обогащении никелевых руд?
57. Назовите сопутствующие элементы, находящиеся в никелевых рудах.
58. Чем обусловлены трудности обогащения никелевых руд?
59. В чем заключается основная идея стадияльной коллективной схемы флотации?
60. В чем различие коллективно-селективной и селективно-коллективной схемы флотации?
61. Назовите основные применяемые собиратели сульфидных минералов.
62. Какие минералы свинца относятся к легкофлотируемым, труднофлотируемым и практически нефлотируемым?
63. Назовите основные скарновые месторождения свинца.
64. Назовите основные продукты, получаемые при обогащении полиметаллических руд.
65. Опишите основные циклы флотации медно-порфировых руд.
66. Какие реагенты, применяемые для обогащения полиметаллических руд, снижают флотируемость золота?
67. Для обогащения какого продукта обычно устанавливаются отсадочные машины, концентрационные столы?
68. Какие продукты подвергаются цианированию?
69. На каких фабриках из хвостов сульфидной флотации получают баритовый концентрат?
70. Назовите основные минералы молибдена и меди, имеющие промышленное значение и их флотационные свойства.
71. Перечислите основные требования, которым должны удовлетворять медный и молибденовый концентраты.
72. Когда применяют прямые селективные схемы при обогащении медно-молибденовых руд?
73. Каково назначение всех операций сгущения в технологических схемах переработки медно-молибденовых руд?

74. Какие технологические показатели достигаются при обогащении молибденовых и медно-молибденовых руд?
75. Перечислите способы селекции медно-молибденовых концентратов.
76. Назовите достоинства и недостатки цианистого способа селекции коллективного медно-молибденового концентрата.
77. Какие месторождения медно-молибденовых руд вы знаете? По каким схемам работают обогатительные фабрики, перерабатывающие эти руды?
78. Что такое степень концентрации и в каких пределах она находится при обогащении руд редких металлов?
79. Какие основные стадии обогащения руд и россыпей редких металлов?
80. Какие вольфрамовые минералы вы знаете?
81. В чем заключается способ Петрова?
82. Какова средняя крупность зерен ценных минералов в прибрежных россыпях?
83. Сколько фракций выделяется при электромагнитной доводке коллективных гравитационных концентратов?
84. Какие вы знаете минералы никеля?
85. Охарактеризуйте схемы обогащения никелевых руд.
86. Какие технологические показатели достигаются при обогащении никелевых руд?
87. Назовите сопутствующие элементы, находящиеся в никелевых рудах.
88. Чем обусловлены трудности обогащения никелевых руд?
89. В чем заключается основная идея стадияльной коллективной схемы флотации?
90. В чем различие коллективно-селективной и селективно-коллективной схемы флотации?
91. Назовите основные применяемые собиратели сульфидных минералов.
92. Каких принципов в выборе реагентов придерживаются технологи при обогащении полиметаллических золотосодержащих руд?
93. Какие операции включают секции извлечения шлихового золота?
94. Какие операции применяются в схемах для более полного извлечения золота?

6.5. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета

После написания теста выставляется оценка в соответствии с критериями.

Оценка	Описание
Зачтено	Аспирант в полном объёме 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. Флотационные методы обогащения: Учебник [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2016. — 595 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74374>. — Загл. с экрана. Абрамов А.А. Собрание сочинений. Том 1. Обогащительные процессы и аппараты. М.: Изд-во «Горная книга», 2010. С. 470. <https://e.lanbook.com/book/74374>.

2. Абрамов, А.А. Собрание сочинений: Т. 7: Флотация. Реагенты-собиратели: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2012. — 656 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66421>. — Загл. с экрана.

3. 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_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>

4. Верхотуров М.В. Гравитационные методы обогащения [Электронный ресурс]: учебник для вузов - М.: МАКС Пресс, 2006. – 352 с. Кармазин В.И., Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. 2005 г., 669 стр.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=403&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%91%20160217%2F%D0%92%2036%2D854050443<.>

5. Обогащение полезных ископаемых: учеб. пособие [Электронный ресурс]: / К.И. Лукина, В. П. Якушкин, А. Н. Муклакова. — М.: ИНФРА-М, 2017. — 224 с. — (Высшее образование: Специалист). <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=561064>

6. Кармазин В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учеб. / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2005. — 669 с. <https://e.lanbook.com/book/3302>

7. Федотов, К.В. Проектирование обогатительных фабрик [Электронный ресурс]: учеб. / К.В. Федотов, Н.И. Никольская. — Электрон. дан. — Москва: Горная книга, 2014. — 536 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72717>. — Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература

8. Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов: Учебное пособие в 2 кн. Т.3. Книга 1. Рудоподготовка и Cu, Cu-Py, Cu-Fe, Mo, Cu-Mo, Cu-Zn руды [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2005. — 575 с. <https://e.lanbook.com/book/3267>.

9. 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>

10. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы /Под. ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 366 с.

11. Справочник по обогащению руд. Основные процессы. /Под. ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1982. 365 с.

12. Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы /Под. ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1983. 384 с.

13. Справочник по обогащению руд. Обоганительные фабрики /Под. ред. О.С. Богданова, Ю.Ф. Ненарокова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1984. 358 с.

14. Обогащение полезных ископаемых [Текст]: метод. указания к практ. занятиям / сост. В. В. Львов. - СПб. : Горн. ун-т, 2014.

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088796%2F%D0%9E%2D21%2D396885976<.>

15. Энергоэффективные технологии концентрации минерального сырья: Методические указания к практическим занятиям для аспирантов по направлению 21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых, направленность (профиль): Обогащение полезных ископаемых/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Т.Н. Александрова, В.Б. Кусков, СПб, 2018. 50 с.

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.