

**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**  
***ПЕРЕРАБОТКА РУД ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ***

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

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Переработка руд цветных металлов» 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 02.02.2021 г., протокол № 13.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., профессор Александрова Т.Н.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Дубровская Ю.А

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины** формирование и закрепление знаний о сырьевой базе цветной металлургии, технологиях комплексной переработки руд цветных металлов с применением комбинаций методов обогащения или комбинированных схем.

### Основные задачи дисциплины:

- формирование представлений о свойствах отдельных элементов, минералов, в виде которых эти элементы встречаются в природе и руд, содержащих эти минералы;
- умение анализировать технологические режимы и схемы переработки руд цветных металлов;
- умение выбирать наиболее перспективные направления совершенствования технологических процессов, режимов для эффективного и комплексного использования руд цветных металлов;
- умение выбрать режим обогащения руды определенного состава и составить схему обогащения;
- умение провести исследования обогатимости руды заданного состава и обработать результаты;
- овладение навыками флотационного и гравитационного обогащения руд цветных и металлов;
- формирование знаний о технологиях обогащения и комплексного использования основных типов руд цветных металлов, обезвоживания и организации полного водооборота на обогатительных фабриках.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Переработка руд цветных металлов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности 21.05.04 «Горное дело» и изучается в семестре А.

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

Дисциплина «Переработка руд цветных металлов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Опробование минерального сырья», «Исследование руд на обогатимость» и ряда специальных дисциплин, в которых рассматриваются процессы и аппараты, специфичные для данного направления подготовки.

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

Процесс изучения дисциплины «Переработка руд цветных металлов» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обо-	ПКС-3	ПКС-3.1 Знать взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при проектировании, строительстве и реконструкции с учетом требований.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
гащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при проектировании, строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности		<p>ПКС-3.2 Уметь анализировать и оптимизировать структуру, взаимосвязи, функциональное назначение комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов, проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и нормативно-техническим документам.</p> <p>ПКС-3.3 Владеть практическими навыками анализа и оптимизации структуры, взаимосвязи, функционального назначения комплексов по переработке и обогащению полезных ископаемых и соответствующих производственных объектов при строительстве и реконструкции с учетом требований промышленной и экологической безопасности.</p>
Способен выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию	ПКС-6	<p>ПКС-6.1 Знать правила выбора технологии производства работ по обогащению полезных ископаемых, составление необходимой документации в соответствии с действующими нормативами.</p> <p>ПКС-6.2 Уметь выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию.</p> <p>ПКС-6.3 Владеть навыками выбора технологии производства работ по обогащению полезных ископаемых и составления необходимой документации.</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		А
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
Лекции (Л)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
Подготовка к лекциям	8	8
Работа в библиотеке	6	6
Подготовка к лабораторным работам	30	30
<b>Промежуточная аттестация –экзамен (Э)</b>	<b>Э(36)</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные 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. Технология подготовки руд цветных металлов к обогащению.	32	12	-	6	14
Раздел 2. Технологии обогащения руд цветных металлов	41	10	-	16	15
Раздел 3. Технологии обогащения руд благородных и редких металлов	35	10	-	10	15
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>44</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Технология подготовки руд цветных металлов к обогащению	Управление качеством добываемых руд, усреднение. Влияние основных характеристик вещественного состава руд цветных металлов на их обогатимость. Зависимость показателей обогащения от качества и стабильности вещественного состава перерабатываемых руд. Технологические требования к качеству руд, поступающих на обогащение. Направления совершенствования технологии рудоподготовки. Стадиальность схем дробления. Дробление и измельчение руды цветных металлов. Технологические особенности дробления и измельчения руд. Достоинства и недостатки схем. Область использования. Модернизация традиционных и создание новых измельчающих аппаратов. Тенденции создания дробильно-измельчительного оборудования. Предварительное обогащение руд цветных металлов. Возможности предварительного обогащения. Методы предварительной концентрации. Технологические схемы предварительного обогащения основных типов минерального сырья.	12
2	Технологии обогащения руд цветных металлов	Основные свойства и области применения цветных металлов. Классификация руд цветных металлов. Типы руд и месторождений цветных металлов.	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Технологическая характеристика их и классификация по химическому и минералогическому составу, по степени окисленности, крупности и характеру вкрапленности рудных минералов, крепости, текстурно-структурным особенностям и содержанию металлов. Технические требования, предъявляемые к концентратам. Технологические схемы. Метод Мостовича, метод Рея, метод Андреевой- Девиса. Комплексность использования сырья.	
3	Технологии обогащения руд благородных и редких металлов	Основные свойства и области применения благородных и редких металлов. Технологическая характеристика их и классификация по химическому и минералогическому составу, по степени окисленности, крупности и характеру вкрапленности рудных минералов, крепости, текстурно-структурным особенностям и содержанию металлов. Технические требования, предъявляемые к концентратам. Технологические схемы. Комбинированные методы обогащения	10
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Исследование технологии обогащения вкрапленной сульфидной руды	10
2	Раздел 2	Исследование технологии обогащения сульфидных руд гравитационными методами	10
3	Раздел 3	Исследование технологии обогащения сульфидных руд флотационными методами	12
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работа (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.

**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. Технология подготовки руд цветных металлов к обогащению.**

1. От чего зависит выбор схемы дробления?
2. От чего зависит выбор схемы измельчения?
3. Что называется ошламованием и как оно ухудшает процесс?
4. Каким образом возможно избежать ошламования?
5. Чем обусловлено применение схем само и полу-самоизмельчения?
6. Каковы преимущества двух- и трех-стадиальных схем измельчения?

##### **Раздел 2. Технологии обогащения руд цветных металлов.**

1. Какой основной способ обогащения руд тяжелых цветных металлов?
2. Назовите основные применяемые собиратели сульфидных минералов.
3. Назовите основные применяемые пенообразователи.
4. Какие принципиальные различия в технологии обогащения сплошных и вкрапленных руд?
5. Какие основные циклы имеет процесс Мостовича?
6. Когда применяют прямые селективные схемы при обогащении медно-молибденовых руд?

##### **Раздел 3. Технологии обогащения руд благородных и редких металлов.**

1. В чем заключается основная идея стадийной коллективной схемы флотации?
2. В чем различие коллективно-селективной и селективно-коллективной схемы флотации?
3. Назовите основные применяемые собиратели сульфидных минералов.
4. Каких принципов в выборе реагентов придерживаются технологи при обогащении полиметаллических золотосодержащих руд?
5. Какие операции включают секции извлечения шлихового золота?
6. Какие операции применяются в схемах для более полного извлечения золота?

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену «Переработка руд цветных металлов»:**

1. Что используется в комбинированных методах обогащения?
2. Самый дешевый способ обезвоживания материалов.
3. Эффективным депрессором галенита является?
4. Медный купорос ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) содержит воду, к какому типу влаги она относится?

5. Как осуществляется доводка шеелитового концентрата по методу Петрова?
6. Какой минерал является наиболее трудно флотируемым в коллективном цикле полиметаллических руд?
7. Какие процессы относятся к вспомогательным процессам обогащения?
8. Какие характеристики имеет вольфрамовый концентрат?
9. Что чаще всего используют для сушки руд?
10. Окончательное выделение алмазов из черновых концентратов обычно производят следующим образом.
11. Какие руды при классификации золотосодержащих руд по технологической упорности относятся к технологическому типу «Б»?
12. Как осуществляется очистка сточных вод обогатительных фабрик от твердых частиц?
13. Основным способом обогащения сульфидных руд цветных металлов являются?
14. При флотационном обогащении вкрапленных сульфидных руд тяжелых цветных металлов предпочтительнее применение коллективно селективной схемы флотации, поясните почему?
15. Для чего необходим обогатительный передел руды?
16. Обогащение полезных ископаемых - это процесс получения из руды...
17. На какие группы делятся все металлы?
18. К тяжелым металлам относят?
19. Технологический показатель - выход продукта это?
20. К легким металлам относят?
21. При флотации касситерита собирателями являются?
22. Какие процессы относят к вспомогательным процессам обогащения?
23. К редким легким металлам относят?
24. По какой формуле рассчитывается технологический показатель извлечение ( $\epsilon$ )?
25. К крупновкрапленным рудам относят (по размеру включений извлекаемых минералов)?
26. К рудам средневкрапленным относят (по размеру включений извлекаемых минералов)?
27. К рудам тонковкрапленным относят (по размеру включений извлекаемых минералов)?
28. Что такое извлечение?
29. При кислотной схеме флотации берилловых руд реализуется следующая последовательность операций, перечислите.
30. Назовите основные недостатки неподвижных грохотов.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

#### Вариант №1

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Нафтеновые 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» зернами 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. $d \approx a$ .



№	Вопросы	Варианты ответов
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 - ..... россыпи залегают в районе расположения коренного месторождения, из которого они образовались.	1. Аллювиальные. 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	1. Аллювиальные. 2. Элювиальные. 3. Делювиальные.

№	Вопросы	Варианты ответов
	от места его образования, то такие россыпи называются -....	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 полевой 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 обогащательные 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	1. 0,3-0,4. 2. 0,1-0,2.

№	Вопросы	Варианты ответов
	руды, содержащие более .....% меди, которая не менее чем на 85-90 % представлена сульфидными минералами.	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 pH 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 разряжения. 3. Образуется в результате химической реакции. 4. Не подается.
11.	Фотореагент серная кислота - это реагент:	1. Депрессор. 2. Собиратель. 3. Регулятор pH. 4. Пенообразователь.
12.	Для обогащения полиметаллической сульфидной руды обычно используют:	1. Флотационное обогащение. 2. Гравитационное обогащение. 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. Дренажное. 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	1. Пропаркой в растворе серной кислоты при температуре

№	Вопросы	Варианты ответов
	концентрата по методу Петрова осуществляется:	60-70 <sup>0</sup> С. 2. Пропаркой в растворе жидкого стекла при температуре 85-90 <sup>0</sup> С. 3. Выщелачиванием в растворе серной кислоты. 4. Обработкой концентрата последовательно плавиковой и серной кислотой.
19.	Наиболее трудно флотировемым 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.

### Вариант №3

№	Вопросы	Варианты ответов
1.	Высший сорт концентрата должен содержать не более 1,2% кремнезема и не менее WO <sub>3</sub> :	1. 65 %. 2. 60 %. 3. 55 %. 4. 50 %.
2.	Для сушки руд чаще всего используют:	1. Барабанные сушилки. 2. Вертикальные сушилки. 3. Горизонтальные сушилки. 4. Трубы сушилки с оросителями.
3.	Флотационный метод основан на:	1. Плотности. 2. Крупности. 3. Факторе формы. 4. Поверхностных свойства.
4.	Окончательное выделение алмазов из черновых концентратов обычно производят:	1. Магнитной сепарацией. 2. Обогащением по форме. 3. Промывкой. 4. Рентгенолюминесцентной сепарацией.
5.	При классификации золотосодержащих руд по технологической упорности к технологическому типу «Б» относятся:	1. Руды, с повышенной сорбционной активностью. 2. Руды с «цианисидными» примесями. 3. Сурьмянистые и теллуристые руды. 4. Руды с тонковкрапленным золотом (физическая депрессия золота в цианистом процессе).
6.	Очистка сточных вод обогатительных фабрик от твердых частиц осуществляется:	1. Механической очисткой. 2. Химическими способами. 3. Физико-химическими способами. 4. Биологическими.
7.	Основным способом обогащения сульфидных руд цветных металлов являются:	1. Гравитационные методы. 2. Магнитные. 3. Электрические. 4. Флотационные.
8.	При флотационном обогащении вкрапленных сульфидных руд тяжелых цветных металлов пред-	1. При этом достигается более высокое извлечение ценных компонентов. 2. Позволяет сбросить основную массу пустой породы в хвосты в голове процесса обогащения и снизить нагрузку

№	Вопросы	Варианты ответов
	почтительнее применение коллективно-селективной схемы флотации, так как:	на оборудование. 3. Снижается крупность помола руды. 4. Упрощается реагентный режим.
9.	Обогащительный передел руды позволяет:	1. Повысить экономическую эффективность переработки руды. 2. Получать крупные концентраты. 3. Получать мелкие концентраты. 4. Получать сразу чистые металлы.
10.	Обогащение полезных ископаемых - это процесс получения из руды:	1. Тонко измельченной массы. 2. Концентратов. 3. Чистых металлов. 4. Сплавов металлов.
11.	Все металлы делятся на:	1. Черные, цветные и благородные. 2. Черные, цветные. 3. Цветные, тяжелые, благородные. 4. Цветные, черные, редкие.
12.	К тяжелым металлам относят:	1. Медь, никель, цинк, свинец. 2. Медь, магний, цинк. 3. Никель, алюминий, кальций. 4. Сурьма, цинк, свинец, олово.
13.	К подготовительным процессам обогащения относится:	1. Отсадка. 2. Флотация. 3. Дробление. 4. Пылеулавливание.
14.	Технологический показатель - выход продукта это:	1. Отношение массы концентрата к массе хвостов. 2. Масса концентрата. 3. Масса хвостов. 4. Отношение массы продукта к массе руды.
15.	К легким металлам относят:	1. Алюминий, олово, сурьма. 2. Алюминий, магний, кальций. 3. Магний, мышьяк, алюминий. 4. Литий, магний, кальций.
16.	При флотации касситерита собирателями являются:	1. Ксантагенаты. 2. Аэрофлоты. 3. Жирные кислоты и их мыла. 4. Аполярные собиратели.
17.	К вспомогательным процессам обогащения относится:	1. Измельчение. 2. Обезвоживание. 3. Классификация. 4. Магнитная сепарация.
18.	К редким легким металлам относят:	1. Бериллий, рубидий, цезий. 2. Галлий, индий, теллур. 3. Теллур, германий, селен. 4. Лантаноиды и актиноиды.
19.	Технологический показатель извлечение ( $\epsilon$ ) рассчитывается по следующей формуле.	1. $\epsilon_i = \beta_i \cdot \gamma_i - \beta_{исх}$ . 2. $\epsilon_i = \beta_i \cdot \gamma_i \cdot \beta_{исх}$ . 3. $\epsilon_i = \beta_i \cdot \gamma_i / \beta_{исх}$ . 4. $\epsilon_i = \alpha_i - \beta_i + \gamma_i$
20.	К крупновкрапленным рудам относят (по разме-	1. $>0,4$ мм. 2. $>1,0$ мм.

№	Вопросы	Варианты ответов
	ру включений извлекаемых минералов):	3. >0,2 мм. 4. >0,1 мм.

### 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 объеме 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. Обогащение руд цветных металлов: Учебник для вузов/ Абрамов А.А., Леонов С.Б. - М: Недра, 1991. - 407 с.

2. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебник / Т.Н. Александрова [и др.]. - СПб.: Горн. ун-т, 2015. - 528 с.: рис., табл. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Библиогр.: с. 525-527 (51 назв.). - ISBN 978-5-94211-731-3 : Б. ц.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set\\_s tatic\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=set_s tatic_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=33%2E4%D1%8F73%2F%D0%9E%2D21%2D667610266<.>)

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. 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>.

### **7.1.3. 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<.>](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: Специалитет).

<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](http://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](http://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 VM6. 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 29.11.2011. 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).