

**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**  
доцент Ю.Л. Гульбин

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Специалитет
<b>Специальность:</b>	21.05.02 Прикладная геология
<b>Специализация:</b>	Прикладная геохимия, минералогия и геммология
<b>Квалификация выпускника:</b>	горный инженер-геолог
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	к.г.-м.н., доцент Д.А. Петров

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Технологическая минералогия» разработана:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – специалитет по специальности «21.05.02 Прикладная геология», утвержденного приказом Минобрнауки России № 953 от 12 августа 2020 г.;

- на основании учебного плана специалитета по специальности «21.05.02 Прикладная геология», специализация «Прикладная геохимия, минералогия и геммология».

Составитель \_\_\_\_\_ к.г-м.н., доцент Д.А. Петров

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии от 29.01.2021 г., протокол № 6.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.г-м.н., доцент Ю.Л. Гульбин

**Рабочая программа согласована:**

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

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины:** познакомить студентов с теоретическими основами технологической минералогии, дать представление о методике современных минералого-технологических исследований

**Основные задачи дисциплины:**

- показать зависимость технологии добычи и переработки минерального сырья от особенностей состава и строения руд, а также свойств, составляющих эти руды минералов
- рассмотреть основные технологические особенности главных рудных минералов
- дать представление о методике определения и прогнозирования технологических свойств руд и составляющих их минералов
- научить обучающихся приемам обработки и интерпретации результатов минералого-технологических исследований
- развить мотивацию к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области изучения технологических свойств минералов и горных пород

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Технологическая минералогия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по специальности «21.05.02 Прикладная геология» и изучается в 8 семестре.

Предшествующими дисциплинами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Технологическая минералогия» являются: «Кристаллография и минералогия», «Основы учения о полезных ископаемых», «Промышленные типы месторождений металлов», «Лабораторные методы исследований минералов, горных пород и руд, ч.1 и 2».

Дисциплина «Технологическая минералогия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Поисковая минералогия», «Научно-исследовательские работы», а также для дипломного проектирования.

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

Процесс изучения дисциплины «Технологическая минералогия» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способность выполнять диагностику и изучение минералов, горных пород и руд с использованием современных методов исследований минерального вещества; делать выводы об условиях и механизмах их формирования, строить петрологические и геолого-генетические модели, определять геодинамическую обстановку минерало- и рудообразования, формулировать	ПКС-3	ПКС-3.1. Знать: наиболее важные породообразующие, акцессорные и рудные минералы – их состав, строение, свойства, диагностические признаки, геологические и физико-химические условия образования, парагенезисы, возможности их использования как полезного ископаемого; важнейшие типоморфные особенности минералов и их поведение в геологических процессах; наиболее важные и распространенные магматические, метаморфические и осадочные породы, их состав, строение, формы залегания, классификацию, условия образования горных пород магматического и метаморфического генезиса, их практическое применение; физико-химические закономерности

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
минералогические критерии оруденения		<p>магматических и метаморфических процессов, базовые петрологические модели (модели плавления, модели дифференциации магм, принцип минеральных фаций метаморфизма, основы теории метасоматической зональности); главные геодинамические обстановки магматизма и метаморфизма;</p> <p>ПКС-3.2. Уметь: выполнять макро- и микроскопическое изучение горных пород с использованием современных методов изучения минерального вещества; обрабатывать и систематизировать данные по химическому и минеральному составу, структурно-текстурным особенностям горных пород, в том числе с использованием компьютерных программ; анализировать минеральные равновесия в магматических и метаморфических системах при помощи методов минеральной термобарометрии и физико-химического моделирования;</p> <p>использовать минералого-петрографические методы при прогнозе, поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, при проведении геолого-съёмочных и специализированных тематических работ;</p> <p>ПКС-3.3. Владеть: навыками делать выводы о происхождении и условиях формирования магматических и метаморфических пород и руд на основе собранных фактов, выявлять связи этих пород и полезных ископаемых.</p>
Способность проводить минералого-геохимическое и минералого-технологическое картирование для решения прикладных геологических задач	ПКС-7	<p>ПКС-7.1. Знать: теоретические основы поисковой и технологической минералогии, поисковой геохимии</p> <p>ПКС-7.2. Уметь: правильно формулировать задачи, масштаб и методы минералого-геохимического и минералого-технологического картирования при проведении геологоразведочных работ; обрабатывать, обобщать и интерпретировать полученные результаты</p> <p>ПКС-7.3. Владеть: навыками построения минералого-геохимических и минералого-технологических карт, разрезов, графиков и диаграмм, в том числе с использованием компьютерных программ</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		8
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Подготовка к лекциям	10	10
Подготовка к практическим занятиям	18	18
Аналитический информационный поиск	18	18
Подготовка к дифф.зачету	14	14
<b>Промежуточная аттестация – дифф. зачет (ДЗ)</b>	<b>ДЗ</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>108</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

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

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Технологическая минералогия, ее цели и задачи исследований	10	4	-	-	6
Раздел 2. Основные технологические процессы переработки руд	24	6	4	-	14
Раздел 3. Технологические свойства минералов и руд	40	10	8	-	22
Раздел 4. Геолого-минералогические и технологические особенности руд разных типов МПИ	34	12	4	-	18
<b>Итого:</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>60</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1. Технологическая минералогия, ее цели и задачи исследований	Базовые термины и определения технологической минералогии, основные задачи на разных этапах геологических работ, эксплуатации месторождения, при разработке схем обогащения и контроле технологических процессов. Продукты переработки и технологические показатели.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2	Раздел 2. Основные технологические процессы переработки руд	Общая логика процесса обогащения руд и классификация используемых технологий. Рудоподготовка: дробление, грохочение, измельчение, классификация. Важнейшие технологии разделения минеральных компонентов: гравитационные, магнитные, спектроскопические, электрические, флотационные. Оборудование для рудоподготовки и обогащения.	6
3	Раздел 3. Технологические свойства минералов и руд	Структурно-текстурные, минерально-вещественные и связанные с гранулометрическим составом и раскрываемостью минеральных индивидов параметры руды. Технологические свойства минералов, методы их изучения. Степени контрастности. Специальные технологические испытания. Выбор исследуемых технологических свойств. Баланс распределения компонентов по минералам, рудам и в продуктах. Методы изучения форм вхождения химических элементов в состав руд.	10
4	Раздел 4. Геолого-минералогические и технологические особенности руд разных типов МПИ	Главные геолого-минералогические особенности руды и их связь с технологическими свойствами. Понятие о геолого-технологических типах месторождений. Основные факторы, влияющие на геолого-минералогические особенности руд и методы оценки этих факторов на разных этапах геологических работ. Геолого-минералогические особенности разных типов месторождений медно-никелевых руд, вольфрама, молибдена, олова, меди, полиметаллов, золота, платины.	12
<b>Итого:</b>			<b>32</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Планирование минералого-технологического исследования	4
2	Раздел 3	Гранулометрический и морфометрический анализ рудных агрегатов	2
3	Раздел 3	Интерпретация результатов электронной микроскопии и микронзондового анализа руд и рудных концентратов	2
4	Раздел 3	Проведение количественного минералогического анализа по данным валового химического состава проб, расчет минерального баланса	4

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
5	Раздел 4	Геолого-технологическая интерпретация результатов исследования, составление отчета по НИР	4
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции** являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий: -дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины; -стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

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

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифф. зачета) 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*

**Раздел 1.** Технологическая минералогия, ее цели и задачи исследований

1. Определить круг объектов, изучаемых технологической минералогией.
2. Разъяснить главные аспекты деятельности технологической минералогии.
3. Пояснить, что такое полезные компоненты и в каких формах они могут содержаться в руде.
4. Объяснить разницу между технологическими и техническими свойствами минерального сырья.
5. Раскрыть задачи минералого-технологических исследований на разных стадиях освоения месторождения полезных ископаемых

**Раздел 2.** Основные технологические процессы переработки руд

1. Описать общую логику обогащения руд.
2. Дать определение понятию «рудоподготовка».

3. Охарактеризовать основные факторы, влияющие на дробимость и измельчаемость руды в процессе рудоподготовки.

4. Объяснить различие свойств гидрофильных и гидрофобных материалов.

5. Классифицировать методы флотации в зависимости от используемых сред и мест концентрации полезного продукта и хвостов.

**Раздел 3. Технологические свойства минералов и руд**

1. Перечислить свойства, определяющие на флотирруемость минерала.

2. Раскрыть понятие «форма нахождения полезного компонента».

3. Привести примеры примесей, влияющих на технологический процесс обогащения полезных ископаемых.

4. Обосновать последовательность операций при изучении технологических свойств руды.

5. Пояснить различие между понятиями «природный тип руд» и «промышленный тип руд».

**Раздел 4. Геолого-минералогические и технологические особенности руд разных типов**

МПИ

1. Указать основные группы медно-никелевых руд.

2. Перечислить главные минералы медно-никелевых руд.

3. Сравнить формы нахождения вольфрама в месторождениях разных типов.

4. Объяснить влияние окисления минералов вольфрама на их извлекаемость.

5. Описать изменчивость свойств касситерита в зависимости от типа месторождений.

6. Охарактеризовать влияние пирита на обогатимость медных руд.

7. Пояснить, на каких признаках основано выделение разных типов полиметаллических руд.

8. Перечислить формы нахождения золота в рудах разных генетических и геолого-промышленных типов.

9. Раскрыть общие черты золотосодержащих руд различного генезиса.

10. Объяснить разнообразие форм выделения золота и рудных минеральных ассоциаций с золотом.

**6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф. зачета)**

**6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф. зачету (по дисциплине):**

1. Что такое технологические свойства руд?

2. Что такое руда?

3. Чем определяется выход продукта при обогащении?

4. От чего зависит извлечение при обогащении?

5. Какая структура руд наименее благоприятна для обогащения следующая?

6. Перечислите три рудных минерала хрома

7. Какой из минералов меди хуже всего извлекается при обогащении?

8. Какой ценный элемент-примесь может содержаться в пирите?

9. Какие минералы могут менять свои магнитные свойства при полиморфном переходе?

10. Для каких минералов характерна политипия?

11. Чем плохо присутствие в рудах большого количества глинистых минералов?

12. На что влияет размер микроблоков в рудных минералах?

13. В чем можно растворить халькопирит?

14. В чем можно растворить касситерит?

15. Какие лабораторные методы позволяют определить минеральный состав руды (назовите три)?

16. Какие лабораторные методы позволяют определить химический состав руды?

17. Как классифицируются технологические пробы?

18. Как вычисляется масса технологической пробы по формуле Ричардса-Чечотта?

19. По какому свойству делятся минералы при гравитационном обогащении?

20. По какому свойству делятся минералы при обогащении методом флотации?



### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф. зачету

#### Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
1.	Совокупность характеристик полезных ископаемых, различия в которых позволяют селективно извлекать минералы, называются...	1. аналитические параметры 2. физико-механические свойства 3. технологические свойства 4. технические свойства
2.	Стандартный размер частиц при обогащении методом флотации:	1. 2,5 мм 2. 0,044 мм 3. 0,002 мм 4. 0,074 мм
3.	Выделяемая при геолого-технологическом картировании минеральная разновидность руд, в отличие от природного типа:	1. Не является рудой 2. Не различается визуально 3. Не может содержать менее пяти минеральных видов 4. Не увязывается на геологической графике
4.	По способу обогащения руды выделяются различные:	1. промышленные сорта 2. технологические типы и сорта 3. природные типы и сорта 4. минеральные разновидности
5.	Выход продукта при обогащении вычисляется как:	1. отношение массы полезного компонента в продукте к его массе в руде; 2. отношение массы продукта к массе руды; 3. отношение массы концентрата к массе хвостов обогащения; 4. произведение массы продукта на содержание полезного компонента;
6.	Если при обогащении увеличить выход концентрата из той же руды, то:	1. повышается качество концентрата; 2. уменьшится масса концентрата; 3. снизится качество концентрата; 4. увеличатся потери в хвостах;
7.	Коэффициент разрыхления в обогащении – это:	1. отношение первоначального объема руды в недрах к объему концентрата; 2. произведение объема руды на ее плотность; 3. отношение первоначального объема руды в недрах к ее плотности после дробления; 4. отношение объема руды после дробления к первоначальному объему в недрах;
8.	Лучше всего при дроблении колчеданной руды будут раскрываться сростки халькопирита с	1. сфалеритом; 2. пиритом; 3. блеклой рудой; 4. кварцем;
9.	При извлечении золота методом кучного выщелачивания в качестве растворителя используют:	1. цианиды натрия и калия; 2. серную кислоту; 3. соляную кислоту; 4. плавиковую кислоту;
10.	Из перечисленных проб самая крупная:	1. лабораторная 2. точечная 3. укрупнено-лабораторная 4. полупромышленная

11.	К показателям качества технологического опробования не относится:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. оперативность опробования</li> <li>2. число использованных методов анализа</li> <li>3. достоверность</li> <li>4. представительность пробы</li> </ol>
12.	Масса технологической пробы, вычисляемая по формуле Ричардса-Чечотта, пропорциональна:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. диаметру частиц максимальной фракции</li> <li>2. произведению плотности частиц на их средний объем</li> <li>3. квадрату диаметра частиц максимальной фракции</li> <li>4. разности минимального и максимального размера частиц</li> </ol>
13.	При технологическом опробовании в случае крайне неравномерного оруденения рекомендуется отбирать:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. бороздовую пробу</li> <li>2. точечные пробы по нерегулярной сетке</li> <li>3. валовую пробу</li> <li>4. задишковую пробу</li> </ol>
14.	Современное обогащение не использует следующую характеристику (константу) минерала:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. удельную электропроводность</li> <li>2. температуру кипения</li> <li>3. радиоактивность</li> <li>4. твердость</li> </ol>
15.	Гравитационное обогащение опирается на контрастность разделяемых частиц по:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. плотности</li> <li>2. форме</li> <li>3. твердости</li> <li>4. хрупкости</li> </ol>
16.	Для минералов-диэлектриков характерна:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. электропроводность одинаковая с проводниками</li> <li>2. поляризация ионов</li> <li>3. униполярная проводимость в случае селекции частиц</li> <li>4. контактная электризация</li> </ol>
17.	Раскрываемость минеральных зерен при дроблении определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. морфологическими характеристиками индивидов</li> <li>2. прозрачностью индивидов</li> <li>3. теплотой образования вещества</li> <li>4. возрастом минералообразования</li> </ol>
18.	Краевой угол смачивания характеризует в минералах их	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. зональное строение</li> <li>2. гидрофильность</li> <li>3. полярность</li> <li>4. теплоемкость</li> </ol>
19.	Количественная минералогическая информация необходима при:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. оценке влажности руды</li> <li>2. измерении пространственной ориентировки рудного тела</li> <li>3. измельчении минералогической пробы до аналитической крупности</li> <li>4. уточнении качества руд, поступающих на обогащение</li> </ol>
20.	Операции дробления–измельчения относятся к технологическому этапу:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. обогащения</li> <li>2. рудоразборки</li> <li>3. отбора концентратов</li> <li>4. рудоподготовки</li> </ol>

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
1.	Совокупность характеристик, позволяющих использовать минерал в различных видах деятельности после первичной обработки или переработки, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. физико-механические свойства</li> <li>2. технологические свойства</li> <li>3. технические свойства</li> <li>4. диагностические свойства</li> </ol>
2.	Технологическая схема обогащения не может быть создана на основе:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. различия в цвете минералов</li> <li>2. различия в количестве примесей</li> <li>3. различия в плотности минералов</li> <li>4. различия в магнитных свойствах</li> </ol>
3.	Разные технологические типы руд:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. обогащаются по одной технологической схеме</li> <li>2. обогащаются по разным режимам одной технологической схемы</li> <li>3. обогащаются по разным технологическим схемам</li> <li>4. обогащаются по одной технологической схеме, но разное время</li> </ol>
4.	Если две разновидности руды обогащаются по одной схеме, но с разным результатом, их относят:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. к разным природным типам</li> <li>2. к разным технологическим типам</li> <li>3. к разным промышленным сортам</li> <li>4. к разным технологическим сортам</li> </ol>
5.	Извлечение при обогащении – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. произведение массы продукта на содержание полезного компонента;</li> <li>2. отношение массы полезного компонента в продукте к его массе в руде;</li> <li>3. содержание полезного компонента в концентрате;</li> <li>4. сумма содержаний полезного компонента в концентрате и в хвостах;</li> </ol>
6.	При неизменном содержании полезного компонента в продукте извлекаемое содержание:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прямо пропорционально выходу продукта;</li> <li>2. пропорционально квадрату выхода продукта;</li> <li>3. обратно пропорционально выходу продукта;</li> <li>4. обратно пропорционально извлечению;</li> </ol>
7.	На каких этапах освоения месторождения проводят геолого-технологическое картирование?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поисков, разведки и эксплуатации;</li> <li>2. Регионального прогнозирования и разведки;</li> <li>3. Регионального прогнозирования, эксплуатации и рекультивации;</li> <li>4. Только на этапе детальной разведки;</li> </ol>
8.	Среди минералов вольфрама хуже всего извлекается при обогащении:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. тунгстит;</li> <li>2. целестин;</li> <li>3. вольфрамит;</li> <li>4. шеелит;</li> </ol>
9.	Этот минерал меняет свои магнитные свойства при полиморфном переходе:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пирит;</li> <li>2. пирротин;</li> <li>3. кварц;</li> <li>4. молибденит;</li> </ol>

10.	При флотации шеелитовых руд отрицательно влияет на качество обогащения примесь:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. доломита;</li> <li>2. мусковита;</li> <li>3. биотита;</li> <li>4. молибденита;</li> </ol>
11.	Для обогащения россыпного золота обычно используют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод кучного выщелачивания;</li> <li>2. магнитную сепарацию;</li> <li>3. электромагнитную сепарацию;</li> <li>4. гравитационную сепарацию;</li> </ol>
12.	Золото, присутствующее в виде тонкой вкрапленности в сульфидах, эффективнее всего обогащается:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. магнитной сепарацией;</li> <li>2. флотацией;</li> <li>3. методом кучного выщелачивания;</li> <li>4. гравитационной сепарацией;</li> </ol>
13.	Проба, представляющая средний состав руд месторождения, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. коллективной</li> <li>2. селективной</li> <li>3. композитной</li> <li>4. участковой</li> </ol>
14.	Величина коэффициента пропорциональности $k$ в формуле Ричардса-Чечотта зависит от:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. размера месторождения</li> <li>2. среднего содержания полезного компонента</li> <li>3. равномерности оруденения</li> <li>4. массы пробы</li> </ol>
15.	Спектроскопическое обогащение (селекция) использует способность минералов:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. менять степень гидрофобности</li> <li>2. расслаиваться при ударе</li> <li>3. изменять плотность при изменении температуры</li> <li>4. избирательно поглощать энергию определенных длин волн</li> </ol>
16.	Оптимальная степень измельчения руды определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. механическими характеристиками минеральных агрегатов</li> <li>2. морфологией рудной залежи.</li> <li>3. объемом запасов месторождения</li> <li>4. морфометрическими характеристиками рудных минералов</li> </ol>
17.	Выбор метода обогащения в первую очередь определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. минеральным составом руд</li> <li>2. минеральным составом вмещающих месторождение горных пород</li> <li>3. рельефом дневной поверхности</li> <li>4. пространственной ориентировкой рудных залежей</li> </ol>
18.	Выбор раздельного (селективного) обогащения определяется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сроками эксплуатации месторождения.</li> <li>2. наличием геометризуемых технологических типов руд</li> <li>3. водообеспеченностью предприятия</li> <li>4. способом ведения вскрышных работ</li> </ol>
19.	Освоение полезного ископаемого начинается с:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. обогащения</li> <li>2. геолого-технологического моделирования</li> <li>3. добычных работ</li> <li>4. рудоподготовки</li> </ol>
20.	Освоение полезного ископаемого завершается:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. обогащением</li> <li>2. геолого-технологическим моделированием</li> <li>3. добычными работами</li> <li>4. рекультивацией</li> </ol>

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответов
1.	К процессам рудоподготовки не относится	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. усреднение</li> <li>2. дробление</li> <li>3. измельчение</li> <li>4. доводка концентрата</li> </ol>
2.	На каких этапах освоения месторождения проводят геолого-технологическое картирование?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поисков, разведки и эксплуатации</li> <li>2. Регионального прогнозирования и разведки</li> <li>3. Регионального прогнозирования, эксплуатации и рекультивации</li> <li>4. Только на этапе поисков</li> </ol>
3.	Разные технологические сорта руд:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. обогащаются по разным режимам одной технологической схемы</li> <li>2. обогащаются по разным технологическим схемам</li> <li>3. всегда содержат одинаковое количество примесей</li> <li>4. всегда отличаются по содержанию полезного компонента</li> </ol>
4.	Селективный концентрат – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. то же самое, что промпродукт;</li> <li>2. концентрат, содержащий несколько полезных компонентов;</li> <li>3. концентрат, в который извлекаются вредные компоненты;</li> <li>4. концентрат, содержащий один полезный компонент;</li> </ol>
5.	Отношение содержаний полезного компонента в концентрате и исходной руде называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сквозное извлечение;</li> <li>2. извлекаемое содержание;</li> <li>3. выход продукта;</li> <li>4. степень концентрации;</li> </ol>
6.	Из перечисленных свойств непосредственно влияет на показатели обогащения руды:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. состав замещаемых пород;</li> <li>2. размеры и состав околорудной интрузии;</li> <li>3. присутствие минералов, близких по свойствам к рудному;</li> <li>4. степень развития тектонических процессов на месторождении;</li> </ol>
7.	Из перечисленных проб самая крупная:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. лабораторная;</li> <li>2. точечная;</li> <li>3. укрупнено-лабораторная;</li> <li>4. полупромышленная;</li> </ol>
8.	Среди минералов меди хуже всего извлекается при обогащении:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. халькопирит;</li> <li>2. арсенопирит;</li> <li>3. борнит;</li> <li>4. хризоколла;</li> </ol>
9.	При повышении содержания Fe в вольфрамите этот минерал:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. становится магнитным;</li> <li>2. становится более плотным;</li> <li>3. не меняет свойства;</li> <li>4. становится менее плотным;</li> </ol>
10.	Политипия характерна для	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. сфалерита;</li> <li>2. пирита;</li> <li>3. молибденита;</li> <li>4. халькопирита;</li> </ol>

11.	Наибольший расход реагентов при флотации может быть вызван присутствием в руде:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. оксидов кремния;</li> <li>2. пирита;</li> <li>3. глинистых минералов;</li> <li>4. пироксенов и амфиболов;</li> </ol>
12.	Главными рудными минералами вольфрама являются:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. саффорит, тунгстит;</li> <li>2. перовскит, кианит;</li> <li>3. гюбнерит, шеелит;</li> <li>4. электрум, эвдиалит;</li> </ol>
13.	Обычная масса лабораторной технологической пробы:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не менее 1 т</li> <li>2. не более 2 кг</li> <li>3. от 0,5 до 100 кг</li> <li>4. от 15 до 1000 кг</li> </ol>
14.	Гидрофобность (флотируемость) обнаженной поверхности минерала существенно зависит от:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. химической измененности поверхности раскола</li> <li>2. твердости руды</li> <li>3. его ковкости</li> <li>4. изометричности частиц</li> </ol>
15.	«Трудные» для разделения минеральные зерна имеют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пятнистость окраски</li> <li>2. высокую твердость</li> <li>3. размеры близкие к сечениям отверстий сит</li> <li>4. извилистую поверхность контактов</li> </ol>
16.	Контрастность минералов по удельной теплоемкости важна для метода обогащения использующего:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гамма излучение</li> <li>2. радиоволновое излучение</li> <li>3. гравитационное поле</li> <li>4. инфракрасное излучение</li> </ol>
17.	Улучшение селективности разделения минералов при обогащении достигается путем:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. увеличения числа и объема минералогических проб</li> <li>2. оценки степени метаморфизма оруденелых горных пород</li> <li>3. направленного изменения технологических свойств минералов</li> <li>4. объединением природных типов руд</li> </ol>
18.	Выбор флотационного обогащения определяется контрастностью минеральных индивидов по:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. упругости</li> <li>2. оптической плотности</li> <li>3. пропусканию видимого света</li> <li>4. гидратируемости поверхности</li> </ol>
19.	К процессам обогащения непосредственно относится:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. доводка концентрата</li> <li>2. грохочение</li> <li>3. геометризация технологических сортов руд</li> <li>4. подготовка блоков отработки</li> </ol>
20.	К показателям качества технологического опробования относится:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. средняя масса пробы</li> <li>2. простота</li> <li>3. количество определенных полезных компонентов</li> <li>4. представительность проб</li> </ol>

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифф. зачет)

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифференцированного зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
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, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные 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
0-49	Не зачтено
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: Учебник для вузов. В 3 т. М. 2004. – 470 с.
2. Изоитко В.М. Технологическая минералогия и оценка руд. СПб.: Наука, 1997. – 582 с.
3. Научные основы и современные процессы комплексной переработки труднообогатимого минерального сырья / Под ред. акад. В.А. Чантурия, Казань, 2010. – 556 с.
4. Вайсберг Л.А., Устинов И.Д. Введение в технологию разделения минералов. – СПб.: Русская коллекция, 2019. – 168 стр.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

5. Барский Л.А. Основы минералургии. Теория и технология разделения минералов. М., Наука, 1984.

6. Геолого-минералогическое моделирование рудных месторождений / Отв.ред. В.М. Изойтко., СПб.: «АО Механобртехника», 1993.
7. Джонс М.П. Прикладная минералогия. Количественный подход. М., Недра, 1991.
8. Применение технологической минералогии для повышения эффективности использования минерального сырья / Отв. ред. Г.А.Сидоренко, М., ВИМС, 1987.
9. Рамдор П. Рудные минералы и их сростания; под. ред. А.Г. Бетехтина ; М. : Изд-во иностр. лит., 1962. 1134 с.
10. Рудашевский Н.С., Рудашевский В.Н., Антонов А.В. Универсальная минералогическая технология исследования пород, руд и технологических продуктов // Региональная геология и металлогения. 2018. №73. С. 88-102.
11. Рудашевский В.Н., Рудашевский Н.С., Антонов А.В., Набиуллин Ф.М., Пастухов Д.М. Технологическая минералогия золота // Записки Российского минералогического общества. 2017. № 1. С. 103-125.
12. Рудашевский Н.С., Рудашевский В.Н. Технологическая минералогия убогосульфидных Au-Ag руд вулканогенной формации (месторождение Веладеро, Аргентина) // Записки Российского минералогического общества. 2018. №2. С. 101-120.
13. McClenaghan M.B. Overview of common processing methods for recovery of indicator minerals from sediment and bedrock in mineral exploration // *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*. 2011. Vol. 11. 265–278. [doi.org/10.1144/1467-7873/10-im-025](https://doi.org/10.1144/1467-7873/10-im-025)

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. 1. Технологическая минералогия и геммология. Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: Д.А. Петров, А.В. Кургузова. – СПб, 2021. – 46 с.

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>
17. Mindat [сайт]: онлайн-база данных. URL: [www.mindat.org](http://www.mindat.org)
18. Webmineral [сайт]: онлайн-база данных. URL: [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)
19. Rruff [сайт]: онлайн-база данных. URL: <https://rruff.info>



## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий**

- мобильный интерактивный комплекс-1 шт.

#### **Аудитории для проведения лабораторных занятий**

- жалюзи горизонтальные-2 шт.

- жалюзи-6 шт.

- коллекционный шкаф-18 шт.

- коллекция магматических пород-1 шт.

- коллекция метаморфических пород-1 шт.

- коллекция образцов минералов самородных элементов, сульфидов и их аналогов-1 шт.

- коллекция образцов минералов силикатов-1 шт.

- коллекция образцов минералов солей кислородных кислот-1 шт.

- коллекция осадочных пород-1 шт.

- компьютерная система ПО "Видео-Тест-Структура Мастер" с эл.-1 шт.

- кресло синие „imperia„-3 шт.

- объектив Plan-Neofluar с лампой и диафрагмой авизо-1 шт.

- осветитель боковой с источником питания-1 шт.

- осветитель волоконный для микроскопа с блоком питания-3 шт.

- осветитель-12 шт.

- передвижная ученич.доска для маркера 100 Smit-1 шт.

- прибор ПКС-250-1 шт.

- стол SS -12-1 шт.

- стол 140\*55\*72-4 шт.

- стол 160\*80\*72-4 шт.

- стол 180x80x72-8 шт.

- ступка агатовая с пестом диаметр 75 мл-2 шт.

- ступка из технической яшмы-1 шт.

- тумба (КФО 2)-2 шт.

- шкаф книжный из 071 сч.-1 шт.

- шкаф коллекционный-13 шт.

- шкаф-2 шт.

### **8.2. Лицензионное программное обеспечение**

ENVI 4.5 for Win ( система обработки данных )

Geographic Calculator

Lab VIEW Professional (лицензия)

MapEdit Professional

Microsoft Office Standard 2019 Russian

Microsoft Windows 10 Professional

Statistika for Windows v.6 Russian (лицензия)

Surfer 9.1 Win CD

Vertikal Mapper 3.5

ГИС MAP Info Pro 2019

ГИС Mapinfo Professional

ГИС Mapinfo Professional ( академическая версия )

ПО тематической обработки изображений ScanEx Image Processor 5.3

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными для г. Кириши, каменногорск, Пикалево, Ковдор, Челябинск, Кемерово, Норильск)

Право на использование дополнительного расчетного блока "Средние" (с тетеоданными по г. Апатиты и Мончегорск)

Право на использование Дополнительного расчетного программного блока "НОРМА"

Право на использование дополнительного расчетного программного блока "Риски"  
 Право на использование программного модуля к УПРЗА "Эколог" 4.0 "Риски" замена с вер.  
 3.0 под локальный ключ 16542  
 Право на использование программы "2-ТП (Водхоз) (вер. 3.1) сетевой ключ 175  
 Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 175  
 Право на использование программы "НДС-Эколог" (вер.2.7) сетевой ключ 77  
 Право на использование программы "Полигоны ТБО" (вер.1.0)  
 Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер. 1.6) сетевой ключ  
 175  
 Право на использование программы "Расчет проникающего шума" (вер.1.5)  
 Право на использование программы "РВУ - Эколог" (вер.4.0)  
 Право на использование программы "РНВ - Эколог" (вер.4.0)  
 Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 175  
 Право на использование программы "Эколог-Шум" (вер. 2.31) сетевой ключ 77  
 Право на использование программы "Эколог-Шум" вариант "Стандарт" (вер. 2.1) с  
 Каталогом шумовых характеристик  
 Право на использование программы 2-ТП (Воздух) (вер. 4) с базовым модулем "Экомастер"  
 сетевой ключ 175  
 Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 4.2) с базовым модулем  
 "Экомастер" сетевой ключ 175  
 Право на использование программы 2-ТП (Отходы) (вер. 5.0) сетевой ключ 175  
 Право на использование программы АТП "Эколог" 3.10 под сетевой ключ 175 (на 40  
 рабочих мест)  
 Право на использование программы РНВ-Эколог (4.2) сетевой ключ 175  
 Право на использование программы УПРАЗА "Эколог" 4.0 + ГИС - Стандарт  
 Право на использование программы УПРЗА "Эколог" 4.50 (Газ+Застройка и высота) под  
 локальный ключ 16541  
 Право на использование программы УПРЗА "Эколог" вариант "Газ" с учетом влияния  
 застройки  
 Программа для ЭВМ "ArcGIS Desktop"  
 Программа для ЭВМ "MapInfo Pro 2019"  
 Программа для ЭВМ "Серия - Эколог"  
 Программа для ЭВМ Statistica Ultimate Academic 13 for Windows Ru (500 пользователей)  
 Система T-FLEX DOCs Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
 Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ вынужденных колебаний 15,  
 сетевая версия на 20 пользователей  
 Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ усталостной прочности 15,  
 сетевая версия на 20 пользователей  
 Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Анализ устойчивости 15, сетевая версия  
 на 20 пользователей  
 Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Базовый + Статистический анализ 15,  
 сетевая версия на 20 пользователей  
 Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Частотный анализ 15, сетевая версия на  
 20 пользователей  
 Система T-FLEX Анализ Университетская модуль. Тепловой анализ 15, сетевая версия на 20  
 пользователей  
 Система T-FLEX Динамика Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
 Система T-FLEX CAD 3D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
 Система T-FLEX Технология Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей  
 Система T-FLEX ЧПУ 2D Университетская 15, сетевая версия на 20 пользователей