

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИГДнТ  
С.Е. Гавришев

18.10.2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНОГО  
И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ***

Направление подготовки (специальность)  
21.06.01 ГЕОЛОГИЯ, РАЗВЕДКА И РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Обогащение полезных ископаемых

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Геологии, маркшейдерского дела и обогащения полезных ископаемых
Курс	2

Магнитогорск  
2016 год





Целями освоения дисциплины «Физико-химические процессы переработки природного и техногенного сырья» являются:

- изучение гидрометаллургических процессов, применяемых в геотехнологии металлов;
- ознакомление с особенностями геотехнологии металлов для переработки некондиционных забалансовых руд и техногенного сырья.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физико-химические процессы переработки природного и техногенного сырья входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Для достижения поставленных целей в дисциплине «Физико-химические процессы переработки природного и техногенного сырья» решаются задачи по изучению:

- классификации геотехнологических методов;
- факторов, влияющих на эффективность геотехнологических методов;
- теоретических основ гидрометаллургических процессов;
- оборудования для реализации гидрометаллургической переработки;
- схем переработки;
- геотехнологических схем переработки некондиционных забалансовых руд и техногенного сырья.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физико-химические процессы переработки природного и техногенного сырья» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	
Знать	- подходы к проектированию с учетом междисциплинарных требований.
Уметь	проектировать и осуществлять комплексные исследования по теме диссертационного исследования
Владеть	- навыками проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, в рамках своего диссертационного исследования.
ПК-5 Знать физические и химические процессы разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод	

Знать	- физические и химические процессы разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод
Уметь	-использовать полученные знания в работе над диссертационным исследованием; - уметь объяснить физические и химические процессы разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод.
Владеть	-навыками выбора, моделирования и определения параметров технологических процессов реализующих физические и химические процессы разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод
ПК-2 Уметь разрабатывать технологии и аппараты физико-механической, физико-химической, химической, биохимической, химико-металлургической переработки и обогащения полезных ископаемых, иметь навыки технолого-минералогической оценки исследуемых объектов	
Знать	-технологии и аппараты физико-механической, физико-химической, химической, биохимической, химико-металлургической переработки и обогащения полезных ископаемых
Уметь	-использовать полученные знания в работе над диссертационным исследованием; - уметь описать технологии и аппараты физико-механической, физико-химической, химической, биохимической, химико- металлургической переработки и обогащения полезных ископаемых
Владеть	-навыками технолого-минералогической оценки исследуемых объектов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12 акад. часов;
- аудиторная – 12 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов
- самостоятельная работа – 56 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение								
1.1 Основные направления развития геотехнологических методов. Объекты геотехнологии. Физические и химические процессы. Краткая характеристика	2	0,5			4	Подготовка к лекционным занятиям	Работа с литературой, подготовка к устному опросу	ПК-2, ПК-5, УК-2
Итого по разделу		0,5			4			
2. Геотехнология металлов: подземное выщелачивание								
2.1 Геотехнологические схемы переработки. Подготовка объекта, способ подачи раствора, технология выщелачивания.	2	1			6	Подготовка к лекционным занятиям	Работа с литературой, подготовка к устному опросу	ПК-5
Итого по разделу		1			6			
3. Геотехнология металлов: отвальное и кучное выщелачивание								
3.1 Характеристика сырья. Сооружение и подготовка отвалов и куч. Технология выщелачивания, способы орошения.	2	1		2/1И	10	Работа с литературой, подготовка к устному опросу Подготовка к лекционным занятиям Подготовка к практическим занятиям	Устный опрос Практическая работа №1 Оформление конспекта, проверка оформления и выполнения работы	ПК-5
Итого по разделу		1		2/1И	10			
4. Гидрометаллургия: выщелачивание								

4.1 Теоретические основы, химизм процессов, способы и схемы выщелачивания. Применяемые реагенты. Экологичность.	2	1			6	Подготовка к лекционным занятиям	Работа с литературой, подготовка к устному опросу	ПК-5
Итого по разделу		1			6			
5. Гидрометаллургия: чановое и агитационное выщелачивание								
5.1 Схемы выщелачивания. Технологические режимы. Аппараты: чаны, перколяторы, автоклавы.	2	1		2/1И	8	Работа с литературой, подготовка к устному опросу Подготовка к лекционным и практическим занятиям	Устный опрос Практическая работа №2. Проверка выполнения работы.	ПК-5
Итого по разделу		1		2/1И	8			
6. Гидрометаллургия: цементация меди								
6.1 Теоретические основы, факторы, влияющие на процесс, способы и схемы цементации.	2	0,5		2/2И	6	Работа с литературой, подготовка к устному опросу Подготовка к лекционным занятиям Подготовка к практическим занятиям	Устный опрос Практическая №2 Оформление конспекта, Практическая проверка	ПК-5
Итого по разделу		0,5		2/2И	6			
7. Электроэкстракция								
7.1 Экстакция. Жидкостная и электроэкстракция. Электролиз. Теоретические основы, факторы, влияющие на процесс, способы и схемы экстракции.	2	0,5			6	Работа с литературой, подготовка к устному опросу Подготовка к лекционным занятиям	Устный опрос	ПК-5
Итого по разделу		0,5			6			
8. Практика переработки некондиционных забалансовых руд и техногенного сырья								
8.1 Схемы переработки медь-, цинк-, и золотосодержащего сырья с цементацией и сорбцией. Технологические показатели.	2	0,5			10	Работа с литературой, подготовка к устному опросу Подготовка к лекционным занятиям Подготовка к практическим занятиям	Устный опрос Практическая работа №4 Оформление конспекта, проверка выполнения работы.	ПК-5
Итого по разделу		0,5			10			
Итого за семестр		6		6/4И	56		зао	
Итого по дисциплине		6		6/4И	56		зачет с оценкой	ПК-2,ПК-5,УК-2

## 5 Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины применяются различные виды образовательных технологий.

Лекции проводятся как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Лекционный материал закрепляется в процессе выполнения практических работ. Освоение теоретического материала и выполнение практических работ позволяют аспирантам осознать комплексный характер курса, его органическую связь с другими дисциплинами; сформировать знания о процессах окисления и металлургических процессах, а также в дальнейшем применить полученные знания в практической деятельности.

В ходе проведения аудиторных занятий предусматривается:

- использование объяснительно-иллюстративного, проблемного и модельного подходов, решение ситуационных задач;
- применение электронного демонстрационного материала по темам, требующим иллюстрации механизмов процессов, приемов работы, работы установок;
- работа в лаборатории на лабораторных и полупромышленных установках;
- активные и интерактивные формы обучения и диагностики текущего состояния обучения: комбинированный вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, творческие задания, и т.д.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых : учебник : в 2 то-мах / В.М. Авдохин. — 4-е изд., стер. — Москва : Горная книга, [б. г.]. — Том 2 : Тех-нологии обогащения полезных ископаемых — 2017. — 312 с. — ISBN 978-5-98672-465-2. —Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/111337>

2. Клейн, М.С. Технология обогащения полезных ископаемых : учебное пособие / М.С. Клейн, Т.Е. Вахонина. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 193 с. — ISBN 978-5-906888-51-8. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/105409>

3. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/901651>. Колтунов А.В. Геотехнология и гидрометаллургия: конспект лекций. - Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. - 205 с.

3. Физико-химическая геотехнология : учебник для вузов / В.Ж. Аренс, О.М. Гридин, Е.В. Крейнин [и др.] ; под ред. В.Ж. Аренса. – М.: МГГУ , 2010. – 574 с.

4. Мастюгин С.А., Набойченко С.С., Волкова Н.А. Типовое оборудование для гидрометаллургических процессов: учебное пособие.- Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. – 220 с.



**б) Дополнительная литература:**

5. Снурников А.П. Гидрометаллургия цинка.- М., «Металлургия», 1981. - 384 с.
6. Набойченко С.С. Смирнов В.И. Гидрометаллургия меди.- М.: «Металлургия», 1974. -272. с.
7. Абрамов А.А., Леонов С.Б. «Обогащение руд цветных металлов», М., Недра, 1991.
8. Вольдман Г.М. Основы экстракционных и ионообменных процессов в гидрометаллургии: учеб. пособие для вузов / Г. М. Вольдман. М.: «Металлургия», 1982. - 376 с.
9. Набойченко С.С. Расчеты гидрометаллургических процессов: учеб. Пособие для вузов / С.С. Набойченко, А.А. Юнь. М.: Изд-во МИС и С, 1995. - 428 с.
2. Вольдман Г.М., Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов: Учебное пособие для вузов - М.: Интермет Инжиниринг, 2003. -464 с.

**в) Методические указания:**

1. Дегодя Е.Ю., Шавакулева О.П. Переработка полезных ископаемых [Электронный ресурс] : практикум / МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) – Режим доступа: <https://magtu.informsistema.ru/Marc.html?locale=ru>
2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Разработка техногенного сырья». Магнитогорск, МГТУ, 2011. 41с

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:****Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория :

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации.

Лаборатория механических исследований:

1. Лабораторная установка щековой дробилки;
2. Лабораторная установка конусной дробилки крупного дробления;
3. Лабораторная установка валковой дробилки;
4. Лабораторная установка механического встряхивателя;
5. Лабораторная установка шаровой мельницы;
6. Лабораторная установка мельницы с вращающейся осью;
7. Лабораторная установка инерционного грохота;
8. Стандартный набор сит

9. Лабораторное оборудование и установки: перколятор, стенд кучного выщелачивания.

10. Комплект мультимедийного оборудования

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

## Приложение 1

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

По дисциплине «Физико-химические процессы переработки природного и техногенного сырья» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде подготовки к практическим занятиям, при подготовке индивидуального задания с презентацией, при самостоятельном изучении учебной литературы.

Виды самостоятельной работы (объём часов, отводимых на самостоятельную работу по учебному плану – 56 часов):

Самостоятельное изучение учебной и научно-технической литературы	16 часов
Подготовка к практическим занятиям	10 часа
Подготовка и защита индивидуального задания с презентацией	30 часов

### **Тематика индивидуальных заданий с презентацией**

1. Практика подземного (кучного, отвального) выщелачивания меди.
2. Практика бактериального выщелачивания бедных руд и отходов.
3. Комплексное использование сульфидно-магнетитовых руд. Обогащение лежалых хвостов мокрой магнитной сепарации. Дофлотация сульфидов из лежалых хвостов.
4. Пиритсодержащие хвостохранилища как техногенные месторождения.
5. Твердые бытовые отходы – источник вторичных минеральных ресурсов.
6. Извлечение благородных и редких металлов из лежалых отвальных хвостов флотации.
7. Доменные шлаки – эффективное сырьё для производства цемента.
8. Лежалые хвосты обогатительных фабрик как дополнительный источник минерального сырья.
9. Использование отходов цветной металлургии для производства шлакового вяжущего и бетонов на его основе.
10. Комплексное использование топливных зол и шлаков.
11. Использование отходов обогащения марганцевых руд.
12. Эффективный метод обогащения текущих (лежалых) хвостов обогащения руд цветных (благородных, редких) металлов.
13. Переработка отходов обогатительного и металлургического производств – важнейший резерв увеличения сырьевой базы цветных и благородных металлов.
14. Расширение сырьевой базы добычи золота за счет вовлечения в переработку отвальных и бедных продуктов.
15. Пути повышения извлечения золота из отвалов эфелей россыпных золотосодержащих месторождений.
16. Разработка комбинированной технологии извлечения ценных компонентов из отвальных кеков автоклавного выщелачивания.
17. Переработка доменных шлаков на дробильно-сортировочном комплексе.
18. Переработка шлаков медеплавильного производства флотационным методом.
19. Состав и компоновка типовых транспортно-технологических комплексов обогащения минерального сырья и переработки отходов.
20. Основные направления развития сортировочных агрегатов и дробильных машин отечественных и зарубежных производителей.

## Тестовые задания

### ВАРИАНТ 1

#### ТЕСТ 1

1. Вставьте пропущенное слово.  
- минеральная масса, не попадающая в целевой продукт из-за технологических нарушений в процессе его получения.
2. Закончите определение.  
Техногенные минеральные ресурсы – это
3. По производственным циклам, в которых они образовались, все отходы подразделяются на:
  - 1)
  - 2)
  - 3)
  - 4)
4. Вставьте недостающие типы техногенных месторождений:
  - 1) специальные склады
  - 2)
  - 3)
  - 4)
  - 5) кекохранилища
  - 6)
  - 7)
  - 8) техногенные россыпи

#### ТЕСТ 2

1. Выберите правильный ответ.  
Внешние отвалы и хвостохранилища
  - а) размещаются в естественных понижениях местности без предварительной подготовки основания;
  - б) размещаются на непригодных и неудобных для сельскохозяйственного использования землях с принятием особых мер по подготовке основания отвала;
  - в) размещаются частично в выработанном пространстве карьера, а частично – за пределами карьера.
2. Вставьте пропущенное слово.  
При перемещении под рабочий откос породной массы она под действием инерционных и гравитационных сил заметно \_\_\_\_\_, в результате чего наиболее крупные и тяжелые куски (глыбы) скатываются до основания яруса, а более мелкие и легкие останавливаются на поверхности откоса выше.
3. Перечислите основные виды сухих отвалов по виду техники, применяемой для перемещения пород в отвалы:
  - а)
  - б)
  - в)
  - г)
  - д)
  - е)
4. Выберите правильный ответ.  
Конвейерные отвалы формируются
  - а) путем заполнения пульпой некоторой емкости – естественной или искусственной;
  - б) путем отсыпки очередного конуса на установленном расстоянии от предыдущего;
  - в) путем перемещения под рабочий откос породной массы, сгруженной на рабочей площадке или в приемном бункере.
5. Закончите определение.  
Гидравлическая дифференциация взвеси – это...
6. Перечислите основные элементы хвостохранилища:
  - 1)
  - 2)
  - 3)
  - 4)
  - 5)
  - 6)
  - 7)
  - 8)
  - 9)
  - 10)

7. Вставьте пропущенные слова  
Наиболее распространенными типами гидроотвалов являются ,  
,

### ТЕСТ 3

1. Укажите основные направления утилизации отходов горного производства:
  - 1)
  - 2)
  - 3)
  - 4)
2. При производстве вскрышных работ на карьерах добываются следующие виды рыхлых и скальных горных пород:

а)	г)
б)	д)
в)	е)
3. При обогащении руд черных металлов образуются следующие виды отходов:

1)	2)
3)	4)
4. Из отходов горного и обогатительного производства можно получать следующие виды строительных материалов:

1)	4)
2)	5)
3)	6)

### ТЕСТ 4

1. Вставьте пропущенное слово.  
выщелачиванию подвергаются медные руды, характеризующиеся преобладанием окисленных минералов с массовой долей меди более 0,4%.
2. При отвальном выщелачивании основная масса кусков имеет размер:

1) 1200-1500 мм	3) 150 мм
2) 600 мм	4) 30 мм
3. Перечислите основные этапы технологии кучного выщелачивания золота:
  - 1)
  - 2)
  - 3)
  - 4)
  - 5)
4. Вставьте пропущенные слова.  
Наиболее дешевыми способами орошения отвалов при выщелачивании являются ..... , но они имеют существенный недостаток – .....
5. Концентрация меди в продуктивном растворе после выщелачивания обычно достигает значений:

1) 100-500 мг/л	3) 10-20 г/л
2) 0,75-3,5 г/л	4) 20-50 г/л
6. Продолжительность отвального выщелачивания составляет:

1) 2-3 недели	3) 2-5 лет
2) 1-2 месяца	4) 5-10 лет
7. Кучное выщелачивание меди отличается от отвального выщелачивания следующими основными признаками:
  - 1)
  - 2)
  - 3)

## ТЕСТ 5

1. Закончите определение.  
Шлаки – это...
2. Укажите основные виды продукции их сталеплавильных шлаков:  
1) 4)  
2) 5)  
3) 6)
3. Вставьте пропущенные слова.  
... .. – это алюмосиликатный расплав, получаемый при выплавке чугуна и превращаемый в мелкозернистое состояние путем его быстрого охлаждения водой, паром, воздухом или иным газом.
4. Закончите предложение.  
Металл, извлекаемый из шлаков черной металлургии, направляется в ,
5. Выберите, какие компоненты не входят в состав шихты для производства шлакоситаллов:  
а) флюсы; г) доменные шлаки;  
б) нуклеаторы; д) кокс;  
в) кварцевый песок; е) бентонитовые глины.

## ВАРИАНТ 2

### ТЕСТ 1

1. Вставьте пропущенное слово.  
... – неиспользуемые остатки сырья, продуктов, полуфабрикатов, образующиеся в результате производства или потребления и не имеющие в данном виде потребительских свойств.
2. Закончите определение.  
Техногенное месторождение – это
3. Перечислите основные виды отходов в горно-металлургическом комплексе:  
1) 4)  
2) 5)  
1) 6)
4. Влияние техногенных месторождений на окружающую среду происходит по следующим направлениям:  
1)  
2)  
3)  
4)

### ТЕСТ 2

1. Выберите правильный ответ.  
Внутренние отвалы и хвостохранилища  
а) размещаются в естественных понижениях местности без предварительной подготовки основания;  
б) размещаются на непригодных и неудобных для сельскохозяйственного использования землях с принятием особых мер по подготовке основания отвала;  
в) размещаются частично в выработанном пространстве карьера, а частично – за пределами карьера;  
г) размещаются в выработанном пространстве функционирующих или отработанных карьеров.
2. Вставьте пропущенные слова.

При сбрасывании пульпы в хвостохранилища под действием гравитационных сил происходит ... ..., в результате чего непосредственно около труб оседает наиболее крупный и тяжелый материал, а далее к центру хвостохранилища – более мелкий и легкий материал.

3. Перечислите основные типы хвостохранилищ (гидроотвалов) в зависимости от рельефа местности

- |    |    |
|----|----|
| 1) | 5) |
| 2) | 6) |
| 3) | 7) |
| 4) | 8) |

4. Выберите правильный ответ.

Формирование сухого отвала осуществляется

- а) по трубопроводам и желобам;
- б) с помощью одноковшовых и многоковшовых экскаваторов;
- в) с помощью железнодорожных думпкаров;
- г) с помощью гидромониторов

5. Вставьте пропущенные слова.

... .. – это смена минерального состава полезных ископаемых в пространстве, приводящая к образованию минеральных зон с преобладанием тех или иных компонентов.

6. Перечислите основные элементы гидроотвала:

- |    |     |
|----|-----|
| 1) | 6)  |
| 2) | 7)  |
| 3) | 8)  |
| 4) | 9)  |
| 5) | 10) |

7. Вставьте пропущенные слова

Наиболее сложными и дорогостоящими типами гидроотвалов являются ,

### **ТЕСТ 3**

1. Укажите основные направления утилизации отходов обогатительного производства:

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)

2. Укажите, какие ценные компоненты и минералы содержатся в хвостах обогащения руд цветных металлов:

- |    |    |
|----|----|
| 1) | 3) |
| 2) | 4) |

3. Для производства строительных материалов могут использоваться следующие виды техногенного сырья (отходов):

- |    |    |
|----|----|
| 1) | 3) |
| 2) | 4) |

4. Ценные компоненты из хвостов обогащения руд цветных металлов доизвлекаются следующими методами:

- |    |    |
|----|----|
| 1) | 3) |
| 2) | 4) |

### **ТЕСТ 4**

1. Вставьте пропущенное слово.

выщелачивание применяется для извлечения меди из вскрышных пород, некондиционных руд, представленных как окисленными, так и сульфидными минералами, с массовой долей меди 0,1-0,4%.

2. Высота штабеля при кучном выщелачивании обычно составляет:

- |           |               |
|-----------|---------------|
| 1) 3-4 м  | 3) 20-40 м    |
| 2) 7-10 м | 4) более 40 м |

3. Складирование материала в кучу осуществляется следующими способами:

- |    |    |
|----|----|
| 1) | 3) |
| 2) | 4) |

4. Вставьте пропущенные слова.

Наиболее распространенным способом орошения кучи при выщелачивании является ... , но он имеет существенный недостаток – ....

5. Типы гидроизоляционных покрытий при кучном выщелачивании:

- 1)
- 2)
- 3)

6. Продолжительность кучного выщелачивания составляет:

- |               |                |
|---------------|----------------|
| 1) 1-2 недели | 3) 3-6 месяцев |
| 2) 1-2 месяца | 4) 2-5 лет     |

7. Преимущества получения меди выщелачиванием по сравнению с традиционным способом (добыча-обогащение-плавка) (перечислить):

### ТЕСТ 5

1. Закончите предложение.

Преобладающими оксидами в доменных шлаках являются – , , , .

2. Укажите основные виды продукции их доменных шлаков:

- |    |    |
|----|----|
| 1) | 5) |
| 2) | 6) |
| 3) | 7) |
| 4) | 8) |

3. Вставьте пропущенные слова.

... – это искусственный пористый материал, получаемый поризацией расплава шлака воздухом, водой или их смесью, что приводит к его вспучиванию, с последующим медленным охлаждением вспученного шлака в траншеях.

4. Закончите предложение.

Немагнитная фракция переработки шлаков черной металлургии используется в (перечислить): .

5. Выберите, какие продукты не относятся к продуктам, получаемым при переработке ферросплавных шлаков:

- |                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| 1) гранулированный шлак;             | 5) силикомарганец; |
| 2) пемза;                            | 6) аглопорит;      |
| 3) мука для сельского хозяйства;     | 7) ферросилиций;   |
| 4) щебень и песок для строительства; | 8) керамдор.       |

Контрольные вопросы к зачету с оценкой

1. Перечислите основные виды природного и техногенного минерального сырья.
2. Каковы требования промышленности к качеству минерального сырья в соответствии с ГОСТами и ТУ.
3. Укажите принципы создания безотходной технологии переработки минерального сырья.
4. Перечислите правила рациональной комплексной переработки минерального сырья.



5. Укажите основные требования к технологическим процессам переработки природного и техногенного минерального сырья.
6. Каковы основные технологические требования к предприятиям, организациям, перерабатывающим минеральное сырье.
7. Как производится определение, учет и нормирование потерь полезных компонентов?
8. Проанализируйте, за счет чего возникают потери ценных компонентов в горно-металлургическом комплексе?
9. Как осуществляется государственный контроль за переработкой минерального сырья?
10. Чем определяются потери полезных ископаемых при их добыче и обогащении?
11. Что понимается под малоотходной и безотходной технологиями переработки минерального сырья?
12. Что такое комплексное использование сырья?
13. Перечислите предпосылки комплексного использования природного и техногенного.
14. Приведите примеры комплексного использования сырья на горно-обогащительных предприятиях.
15. Перечислите виды техногенного сырья в горно-металлургическом комплексе.
16. Какие ценные компоненты содержатся в отходах обогащения руд черных и цветных металлов?
17. Укажите перспективные схемы переработки труднообогатимых руд и отходов обогащения руд цветных металлов.
18. В чем сущность гидрометаллургического и биотехнологического методов добычи и переработки руд?
19. Приведите примеры использования геотехнологических и гидрометаллургических процессов при добыче и переработке природного и техногенного сырья.
20. Перечислите основные направления использования техногенного сырья при добыче и переработке руд черных и цветных металлов.
21. Укажите особенности технологических схем доизвлечения ценных компонентов из хвостов обогащения руд цветных металлов.
22. Из чего складывается экономический эффект использования природного минерального сырья?
23. Из чего складывается экономический эффект использования техногенного сырья?
24. Приведите примеры использования техногенного сырья для производства строительных материалов.
25. Приведите технологические схемы доизвлечения ценных компонентов из отходов обогащения железных руд.
26. Укажите, какие ценные компоненты и минералы содержатся в хвостах обогащения руд цветных металлов и с использованием каких методов обогащения они могут быть извлечены.
27. Перечислите наиболее распространенные технологические процессы и устройства для переработки минерального природного и техногенного сырья.
28. Укажите структуру мобильных технологических комплексов для переработки природного и техногенного сырья.
29. В чем заключается современная стратегия переработки минерального и сырья.
30. Охарактеризуйте состояние, перспективы и проблемы переработки техногенного минерального сырья.

## Приложение 2

### 1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по разделам дисциплины за определенный период обучения в семестре. Проводиться в форме устного опроса, индивидуального собеседования по отдельным вопросам и темам курса, составления глоссария по курсу, защиты практических работ.

#### **а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки		
Знать	- подходы к проектированию с учетом междисциплинарных требований.	Устный опрос по итогам проделанной учебной работы по освоению материала, составление глоссария по курсу. Контрольные вопросы: 1. Перечислите основные направления утилизации техногенного минерального и гидроминерального сырья. 2. Перечислите, какие скальные породы добываются при производстве вскрышных работ на карьерах и как они используются. 3. Укажите, какие ценные компоненты и минералы содержатся в железных рудах комплексного состава и с использованием каких методов обогащения они могут быть извлечены. 4. Отвальное выщелачивание меди (область применения, уравнения реакций, подготовка основания, способы складирования и орошения, технико-экономические показатели). 5. Приведите примеры техногенных месторождений в вашем городе, регионе.
Уметь	- проектировать и осуществлять комплексные исследования по теме диссертационного исследования	Практические контрольные задания для оценки качества освоения материала. Индивидуальное практическое задание по изучению техногенного минерального (гидроминерального) объекта и разработке технологии его комплексной переработки. Тема выбирается обучающимся самостоятельно и согласовывается с преподавателем. В индивидуальном практическом задании должны быть отражены следующие вопросы: 1. Название работы.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Техногенный минеральный объект и его характеристики.</li> <li>3. Технологическая схема переработки техногенного сырья.</li> <li>4. Принятые в схеме методы обогащения.</li> <li>5. Применяемое оборудование, его характеристика и показатели работы. Схема цепей аппаратов.</li> <li>6. Номенклатура получаемых продуктов, их объемы и характеристика.</li> <li>7. Области использования готовых продуктов.</li> <li>8. Экономический эффект переработки техногенного сырья.</li> <li>9. Экологический эффект применяемой технологии.</li> <li>10. Заключение.</li> <li>11. Список использованной литературы.</li> </ol>
Владеть	- навыками проектирования и осуществления комплексных исследований, в том числе междисциплинарных, в рамках своего диссертационного исследования.	<p>Оформленные и защищенные практические работы, устный опрос и индивидуальное собеседование по отдельным вопросам и темам.</p> <p>Вопросы для собеседования:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Укажите перспективные схемы переработки труднообогатимых руд и отходов обогащения руд цветных металлов.</li> <li>2. В чем сущность гидрометаллургического и биотехнологического методов добычи и переработки руд?</li> <li>3. Приведите примеры использования геотехнологических и гидрометаллургических процессов при добыче и переработке техногенного сырья.</li> <li>4. Перечислите основные направления использования отходов при добыче и переработке руд черных и цветных металлов.</li> <li>5. Укажите области использования металлургических шлаков.</li> <li>6. Укажите особенности технологических схем доизвлечения ценных компонентов из хвостов обогащения руд цветных металлов.</li> <li>7. Назовите направления утилизации отходов переработки горно-химического сырья, калийных руд и промышленности строительных материалов.</li> </ol>
ПК-5	Знать физические и химические процессы разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод	
Знать	- физические и химические процессы	Устный опрос по итогам проделанной учебной работы по освоению материала.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод	<p>Контрольные вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислите основные направления утилизации отходов обогатительного производства на примере руд черных металлов.</li> <li>2. Перечислите основные направления утилизации отходов обогатительного производства на примере руд цветных и благородных металлов.</li> <li>3. Перечислите, какие рыхлые породы добываются при производстве вскрышных работ на карьерах и как они используются.</li> <li>4. Укажите, какие ценные компоненты и минералы содержатся в хвостах обогащения руд цветных металлов и с использованием каких методов обогащения они могут быть извлечены.</li> <li>5. Кучное выщелачивание золота (область применения, уравнение реакции, подготовка основания, способы складирования и орошения, технико-экономические показатели).</li> </ol>
Уметь	<p>-использовать полученные знания в работе над диссертационным исследованием;</p> <p>- уметь объяснить физические и химические процессы разделения, концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод.</p>	<p>Практические контрольные задания для оценки качества освоения материала. Темы практического задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составьте схему и техническое описание оборудования для доизвлечения ценных компонентов из лежалых хвостов обогащения руд цветных металлов.</li> <li>2. Составьте схему и техническое описание оборудования для доизвлечения ценных компонентов из лежалых хвостов обогащения железных руд.</li> <li>3. Составьте схему и примерный титульный список объектов дробильно-сортировочного комплекса переработки минерального сырья или отходов (металлургических шлаков) средней производительности.</li> <li>4. Составьте схему и техническое описание оборудования участка кучного выщелачивания забалансовых медных руд.</li> <li>5. Составьте схему и техническое описание оборудования участка кучного выщелачивания бедных золотосодержащих руд.</li> </ol>
Владеть	-навыками выбора, моделирования и определения параметров технологических процессов реализующих физические и химические процессы разделения,	<p>Оформленные и защищенные практические работы, устный опрос и индивидуальное собеседование по отдельным вопросам и темам.</p> <p>Вопросы для собеседования:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Из чего складывается экономический эффект использования техногенного</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	концентрации минералов природного и техногенного происхождения, физические и химические процессы извлечения полезных компонентов из природных и техногенных вод	сырья? 2. Что понимается под вторичной концентрацией ценных компонентов в хвостохранилищах? 3. За счёт чего происходит естественное выщелачивание ценных элементов в хвостохранилищах? 4. Каковы закономерности распределения ценных компонентов при гидравлическом складировании хвостов в хвостохранилища? 5. Приведите примеры использования техногенного сырья для производства строительных материалов. 6. Проанализируйте, за счет чего возникают потери ценных компонентов в горно-металлургическом комплексе? 7. Перечислите предпосылки комплексного использования сырья и утилизации отходов. 8. Перечислите предпосылки комплексного использования сырья и утилизации гидроминеральных техногенных ресурсов.
ПК-2 Уметь разрабатывать технологии и аппараты физико-механической, физико- химической, химической, биохимической, химико-металлургической переработки и обогащения полезных ископаемых, иметь навыки технолого-минералогической оценки исследуемых объектов		
Знать	-технологии и аппараты физико-механической, физико-химической, химической, биохимической, химико-металлургической переработки и обогащения полезных ископаемых	Устный опрос по итогам проделанной учебной работы по освоению материала. Контрольные вопросы: 1. Укажите принципы создания безотходной технологии переработки минерального сырья. 2. Перечислите виды отходов в горно-металлургическом комплексе. 3. Какие виды отходов образуются при добыче и переработке полезных ископаемых? 4. Чем определяются потери полезных ископаемых при их добыче и обогащении? 5. Что такое разубоживание полезных ископаемых? 6. Что понимается под малоотходной и безотходной технологиями переработки минерального сырья?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>7. Что такое комплексное использование сырья?</p> <p>8. Приведите примеры комплексного использования природного и техногенного сырья на горно-обогатительных предприятиях.</p> <p>9. Какие ценные компоненты содержатся в отходах обогащения руд черных и цветных металлов?</p> <p>10. Укажите перспективные схемы переработки труднообогатимых руд и отходов обогащения руд цветных металлов.</p>
Уметь	<p>-использовать полученные знания в работе над диссертационным исследованием;</p> <p>- уметь описать технологии и аппараты физико-механической, физико-химической, химической, биохимической, химико- металлургической переработки и обогащения полезных ископаемых</p>	<p>Практические контрольные задания для оценки качества освоения материала.</p> <p><b>Тематика возможных индивидуальных заданий с презентацией</b></p> <p>Использование отходов цветной металлургии для производства шлакового вяжущего и бетонов на его основе.</p> <p>Комплексное использование топливных зол и шлаков.</p> <p>Использование отходов обогащения марганцевых руд.</p> <p>Эффективный метод обогащения текущих (лежалых) хвостов обогащения руд цветных (благородных, редких) металлов.</p> <p>Переработка отходов обогатительного и металлургического производств – важнейший резерв увеличения сырьевой базы цветных и благородных металлов.</p> <p>Разработка комбинированной технологии извлечения ценных компонентов из отвальных кеков автоклавного выщелачивания.</p> <p>Переработка доменных шлаков на дробильно-сортировочном комплексе.</p> <p>Переработка шлаков медеплавильного производства флотационным методом.</p> <p>Состав и компоновка типовых транспортно-технологических комплексов обогащения минерального сырья и переработки отходов.</p> <p>Основные направления развития сортировочных агрегатов и дробильных машин отечественных и зарубежных производителей.</p>
Владеть	<p>-навыками технолого-минералогической оценки исследуемых объектов</p>	<p>Оформленные и защищенные практические работы, устный опрос и индивидуальное собеседование по отдельным вопросам и темам.</p> <p>Вопросы для собеседования:</p> <p>1. Дайте определение понятию потери. Перечислите виды потерь. Приведите</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>примеры потерь в горно-металлургическом комплексе.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Дайте определение понятию комплексное использование сырья.</li> <li>3. Дайте определение понятию техногенные минеральные ресурсы.</li> <li>4. Перечислите известные Вам виды отходов в горно-металлургическом комплексе и признаки, по которым они классифицируются.</li> <li>5. Перечислите известные Вам предпосылки комплексного использования природного и техногенного минерального сырья.</li> <li>6. Дайте определение понятию отходы. Приведите примеры отходов в горно-металлургическом комплексе.</li> <li>7. Дайте определение понятию утилизация.</li> <li>8. Дайте определение понятию техногенное месторождение. Дайте определение понятию техногенные гидроминеральные ресурсы.</li> <li>9. Перечислите признаки, по которым классифицируются техногенные месторождения. Перечислите известные Вам группы, подгруппы, типы, классы, подклассы техногенных месторождений.</li> <li>10. Перечислите признаки, по которым классифицируются техногенные гидроминеральные ресурсы. Перечислите известные Вам группы, подгруппы, типы, классы, подклассы техногенных гидроминеральных ресурсов.</li> </ol>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физико-химические процессы переработки природного и техногенного сырья» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в форме устного собеседования и включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.