

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и  
научной работе

А.В. Лейфа

«01» сентября 2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

«ОБОГАЩЕНИЕ НЕРУДНОГО СЫРЬЯ»

Специальность 21.05.02 – прикладная геология

Специализация образовательной программы – геологическая съемка, поиски и разведка  
месторождений твердых полезных ископаемых

Квалификация выпускника – горный инженер-геолог

Год набора – 2021

Форма обучения – очная

Курс 4 Семестр 7

Зачет 7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108 (акад. час.), 3 (з.е.)

Составитель Е.Н. Старков, доцент, к.х.н.

Факультет инженерно-физический

Кафедра геологии и природопользования


2021г.

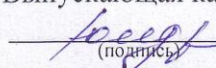


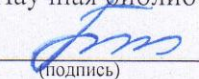
Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для специальности 21.05.02 – прикладная геология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 № 953.

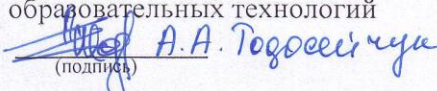
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры геологии и природопользования  
«01» сентября 2021г., протокол № 1

И.о. зав. кафедрой  Д.В. Юсупов

СОГЛАСОВАНО  
Учебно-методическое управление  
  
(подпись) Н.А. Чалкина  
«01» сентября 2021г.

СОГЛАСОВАНО  
Выпускающая кафедра  
  
(подпись) Д.В. Юсупов  
«01» сентября 2021г.

СОГЛАСОВАНО  
Научная библиотека  
  
(подпись) О.В. Петрович  
«01» сентября 2021г.

СОГЛАСОВАНО  
Центр информационных и  
образовательных технологий  
  
(подпись) А.А. Тодоровская  
«01» сентября 2021г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель дисциплины:** Курс «Обогащение нерудного сырья» формирует у студентов достаточно полное и правильное представление об одном из важнейших этапов в общей технологии использования минерального сырья – их обогащении. Познакомить с основными процессами, происходящими при обогащении и переработке нерудного сырья, конструкциям и особенностям работы основных аппаратов, используемых для этих целей.

**Задачи дисциплины:** студенты в процессе изучения дисциплины должны усвоить основные конструкции и принцип действия основных аппаратов, используемых для обогащения и переработки нерудного сырья. Познакомиться с типовыми схемами обогащения различных видов нерудного сырья. Познакомить с областью применения основных видов нерудного сырья в сфере материального производства.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Программа дисциплины «Обогащение нерудного сырья» составлена в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки специалиста согласно ФГОС ВО и относится к профессиональному циклу, вариативной части, дисциплине по выбору. Данная дисциплина базируется на знаниях, полученных при освоении таких дисциплин профиля как «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых», «Общая геология», а также таких дисциплин из математического и естественнонаучного цикла, как «Математика», «Информатика» «Физика», «Химия» и др. Дисциплина «Обогащение нерудного сырья» читается на 4 курсе в 8 семестре подготовки специалистов по специальности 21.05.02 «Прикладная геология».

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

### 3.1. Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 - способностью проводить геологические наблюдения и осуществлять их документацию на объекте изучения	ИД1 <sub>ПК-1</sub> Знать: разделы отчетов, обзор и публикаций по научно- исследовательской работе в составе коллективов и самостоятельно ИД2 <sub>ПК-1</sub> Уметь осуществлять экспериментальное моделирование природных процессов и явлений с использованием современных средств сбора и анализа информации ИД3 <sub>ПК-1</sub> Владеть способностью проводить геологические наблюдения и осуществлять их документацию на объекте изучения.

#### 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, промежуточная аттестация	Семестр	Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в академических часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	ИКР	КТО	КЭ			
1	Введение. Нерудные полезные ископаемые.	7	3	2	2					10	Специальная терминология дисциплины, опрос
2	Подготовительные процессы обогащения.	7	3	2	2					10	Граф. изображение схемы дробления, решение задач
3	Основные процессы обогащения.	7	3	4	4					10	Проверка дополнительного лекционного материала, решение задач, экспресс-опрос на знание терминологии
4	Вспомогательные процессы обогащения.	7	3	4	4					10	Подготовка презентаций
5	Комплексная переработка нерудных полезных ископаемых	7	3	2	2					10	Подготовка сообщений, презентаций
6	Охрана окружающей среды при работе обогатительных фабрик.	7	3	2	2					7,8	Творческое задание
7	зачет	7						0,2		57,8	
Итого:				18	16	16		0,2		57,8	

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ЛР – лабораторная работа, ИКР – иная контактная работа, КТО – контроль теоретического обучения, КЭ – контроль на экзамене.

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 5.1 Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1	Введение в дисциплину	<p>Нерудные полезные ископаемые. Назначение обогащения нерудных полезных ископаемых. Подготовительные, основные и вспомогательные процессы обогащения нерудного сырья. Основные технологические показатели обогащения: содержание, извлечение, выход, степень концентрации</p>
2	Подготовительные процессы	<p>Дробление. Назначение процесса. Физические основы дробления. Механизм ударного разрушения горных пород. Разрушение расколом. Дробление соударением. Дробление (измельчение) раздавливанием. Оптимальная степень дробления (измельчения). Динамическое и статическое дробление. Характеристика теплового, электрического и комбинированного методов разрушения горных пород. Способы передачи энергии и средства реализации теплового, электрического и комбинированного методов разрушения пород.</p> <p>Стадии дробления, схемы дробления. Основные виды дробилок. Способы, схемы и оборудование дробления полезных ископаемых. Степень дробления и его эффективность.</p> <p>Грохочение. Назначение операции грохочения. Эффективность грохочения. Кинетика грохочения и факторы, влияющие на процесс грохочения. Типы и основные параметры грохотов. Расчет грохотов, особенности их эксплуатации. Оптимизация процесса грохочения.</p> <p>Измельчение. Назначение измельчения. Схемы измельчения. Способы и показатели измельчения. Влияние технологических параметров на процесс измельчения полезных ископаемых. Типы и основные параметры мельниц и мелющих рабочих органов, их расчет. Энергоемкость измельчения полезных ископаемых. Особенности эксплуатации мельниц.</p> <p>Классификация. Назначение классификации. Основные виды классифицирующих устройств, области применения. Физические основы классификации, ее эффективность. Технология и оборудование классификации, их расчет.</p> <p>Современные тенденции в обогащении нерудного сырья.</p> <p>трих стандартных отклонений. Определение связи между варьирующими величинами (корреляционный анализ), оценка критических значений коэффициента корреляции.</p>

	Основные процессы обогащения	Гравитационные процессы обогащения. Классификация гравитационных процессов и область их применения. Физические свойства
4	2	3
3		<p>минералов и разделительных сред, влияние их на процесс разделения. Теоретические основы гравитационных процессов разделения, область их применения и эффективность.</p> <p>Флотационные методы обогащения. Определение процесса и область применения. Физико-химические основы флотации. Флотационные реагенты, их классификация. Флотационные машины. Вспомогательное оборудование для флотации.</p> <p>Магнитные методы обогащения. Физические основы процесса. Основные типы сепараторов.</p> <p>Электрические методы обогащения. Определение процесса, виды сепараторов.</p> <p>Специальные методы обогащения. Комбинированные методы обогащения.</p>
4	Вспомогательные процессы обогащения	<p>Обезвоживание и сушка. Назначение процессов и аппараты для их осуществления. Пылеулавливание. Очистка сточных вод. Опробование, контроль и автоматизация. документация. Подготовка проб к анализу. Современные методы определения содержания химических элементов и различных их форм нахождения. Общие требования к анализу. Зависимость количества определяемых элементов и точности анализа от масштаба съёмки.</p>
5	Комплексная переработка нерудных полезных ископаемых	<p>Комплексность использования сырья в процессах его добычи и обогащения. Усовершенствование технологические схемы с целью комплексной переработки сырья.</p>
6	Охрана окружающей среды при работе обогатительных фабрик	<p>Охрана окружающей среды при работе обогатительных фабрик. Загрязнение атмосферы при осуществлении подготовительных операций, связанных с обогащением нерудных полезных ископаемых.</p> <p>Способы и средства снижения запыленности и загазованности атмосферы при обогащении нерудных полезных ископаемых – технологические и аппаратные. Борьба с пылеобразованием на хвостохранилищах – закрепление пылящих поверхностей, рекультивация.</p> <p>Охрана водных ресурсов при работе обогатительных фабрик. Водопотребление на обогатительных фабриках. Требования к качеству воды. Загрязнение стоков обогатительных фабрик</p>

		механическими примесями и химическими соединениями. Методы и аппараты для очистки сточных вод. Использование водооборота при работе обогатительных фабрик. Кондиционирование оборотных вод.
--	--	---

### 5.2. Практические занятия.

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1	1	Расчет основных технологических показателей обогащения
2	2	Расчет схем дробления Расчет схем измельчения Выбор дробилок
3	3	Расчет гравитационных схем обогащения Расчет флотационных схем обогащения Расчет схем магнитного обогащения
4	4	Расчет показателей фильтрации
5	5	Составление схемы-структуры обогатительной фабрики
6	6	Расчет оптимального варианта обогащения для различных видов нерудного сырья

### 5.3. Лабораторные работы

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
	1	Подготовительные процессы обогащения нерудного сырья. Основные процессы обогащения нерудного сырья. Вспомогательные процессы обогащения нерудного сырья.
2	2	Составление схем дробления, измельчения
3	3	Составление гравитационных схем. Составление флотационных схем.
4	4	Подготовка проб к анализу.
5	5	Составление технологических схем.
6	6	Методы оптимального варианта обогащения для различных видов нерудного сырья.

### 6.САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в академических часах
1	Введение. Нерудные полезные ископаемые.	Специальная терминология дисциплины, опрос	10
2	Подготовительные процессы обогащения.	Граф. изображение схемы дробления, решение задач	10
3	Основные процессы обогащения.	Проверка дополнительного лекционного материала, решение задач, экспресс-опрос на знание терминологии	10
4	Вспомогательные процессы обогащения.	Подготовка презентаций	10
5	Комплексная переработка нерудных полезных ископаемых	Подготовка сообщений, презентаций	10
6	Охрана окружающей среды при работе обогатительных фабрик.	Творческое задание	7,8
	Итого		57,8

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Во время практических работ проводится изучение оборудования экспериментальной обогатительной фабрики УК «Петропавловск», ознакомление с лабораторным оборудованием ООО НППФ «РЕГИС». Лабораторные работы проводятся в лаборатории ООО НППФ «РЕГИС». В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков.

В рамках учебного курса проводятся экскурсии на горно-рудные предприятия области (Покровский рудник).

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Обогащение нерудного сырья».

### 8.1 Примерные вопросы к зачету.

1. Общие сведения о нерудных полезных ископаемых и их роли в развитии и становлении различных производств.
2. Классификация нерудных полезных ископаемых
3. Прочность нерудных минералов и горных пород.
4. Что называется обогащением полезных ископаемых?
5. Каково значение обогащения полезных ископаемых для народного хозяйства?
6. Каким параметром определяется качество добываемого полезного ископаемого?
7. Перечислите основные методы обогащения и укажите, какие физико-химические свойства лежат в основе этих методов разделения.
8. Почему подготовительные операции, как правило, предшествуют операциям обогащения?
9. Дайте определение понятий: концентрат, хвосты и промпродукт.
10. Что называется выходом, содержанием, извлечением, степенью концентрации и эффективностью обогащения?



11. Дробление, измельчение горных пород.
12. Способы, схемы и оборудование дробления полезных ископаемых.
13. Каково назначение операций дробления и измельчения? Чем они различаются?
14. Что такое степень дробления и как она определяется?
15. Какие основные виды дробилок существуют?
16. Грохочение полезных ископаемых.
17. Виды грохочения и область применения.
18. Укажите назначение операций грохочения.
19. Перечислите основные условия, влияющие на процесс грохочения.
20. Как классифицируют мельницы по форме и характеру измельчающих тел, способу разгрузки пульпы?
21. Флотация полезных ископаемых.
22. Магнитные и электрические способы обогащения полезных ископаемых. Физические основы магнитного обогащения. Технология магнитной сепарации в мокрой и сухой средах.
23. Вспомогательные процессы обогащения и процессы производственного обслуживания.
24. Специальные методы обогащения. Избирательное дробление, измельчение и истирание, расчет и определение конструктивных и режимных параметров для выполнения этих процессов.
25. Электронные, рентгеновские и радиометрические сепараторы, устройства для люминисцентного процесса обогащения, расчет параметров этих процессов и технология их использования.
26. Показатели обогащения нерудных полезных ископаемых и их обогатимости.
27. Комплексность использования сырья в процессах его добычи и обогащения.
28. Охрана атмосферы при работе обогатительных фабрик.
29. Охрана водных ресурсов при работе обогатительных фабрик.
30. Водопотребление на обогатительных фабриках. Требования к качеству воды.

## **9.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.**

а) основная литература:

1. Кармазин, В.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения полезных ископаемых. Том 1 Магнитные и электрические методы обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебник / В.В. Кармазин, В.И. Кармазин. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2017. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111394>. — Загл. с экрана.

2. Абрамов, А. А. Флотационные методы обогащения : учебник / А. А. Абрамов. — 4-е изд., переработанное и доп. — Москва : Горная книга, 2017. — 600 с. — ISBN 978-5-98672-413-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111390> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Обогащение полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебник / Т. Н. Александрова, В. Б. Кусков, В. В. Львов, Н. В. Николаева ; под ред. В. Ю. Бажин. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2015. — 528 с. — 978-5-94211-731-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71699.html>

4. Абрамов, А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Т.2. Технология переработки и обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс] : учебник / А.А. Абрамов. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2004. — 510 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3266>. — Загл. с экрана.

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

6. Абрамов, А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов. 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] : учебное пособие / А.А. Абрамов. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2005. — 470 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3268>. — Загл. с экрана.

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

8. Абрамов, А.А. Собрание сочинений: Т. 8: Флотация. Сульфидные минералы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Абрамов. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2013. — 704 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66422>. — Загл. с экрана.

9. Кобзев, А.С. Радиометрическое обогащение минерального сырья [Электронный ресурс] / А.С. Кобзев. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2015. — 125 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72610>. — Загл. с экрана.

б) интернет-ресурсы:

№	Наименование ресурса	Краткая характеристика
1	Электронно-библиотечная система IPRbooks <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks — научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
2	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Электронная библиотечная система «Издательства «Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки.
3	Электронная библиотечная система «Юрайт» <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.

в) программное обеспечение:

№	Перечень программного обеспечения (обеспеченного лицензией)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Операционная система MS Windows 7 Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) договору – Сублицензионный договор

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

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор.

При изучении дисциплины студентами используются следующие информационные технологии и инновационные методы:

- электронный вариант учебно-методического комплекса;
- ресурсы электронной библиотечной системы;
- ресурсы Интернет;
- мультимедийная техника;
- студенты могут получать консультации по Skype, e-mail, вебинару.