

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Горный факультет

Кафедра Обогащения полезных ископаемых и вторичного сырья

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Горный факультет

Авдеев Павел Борисович

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.04 Гидрометаллургическая переработка минерального сырья  
на 252 часа(ов), 7 зачетных(ые) единиц(ы)  
для направления подготовки (специальности) 21.05.04 - Горное дело

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом  
Министерства образования и науки Российской Федерации от  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Профиль – Обогащение полезных ископаемых (для набора 2023)

Форма обучения: Очная

# 1. Организационно-методический раздел

## 1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

формирование у обучающихся научных теоретических знаний в области гидрометаллургических способов извлечения металлов из руд и концентратов, приобретение практических навыков выбора и расчета технологических схем выщелачивания минерального сырья.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомить обучающихся с теоретическими основами способов гидрометаллургической переработки минерального сырья;
- с технологией извлечения металлов из руд кучным, бактериальным и подземным выщелачиванием;
- с технологией извлечения золота из руд и концентратов процессом «уголь в пульпе», параметрами процесса сорбционного выщелачивания, десорбцией золота, регенерацией активных углей и плавкой катодного осадка;
- с устройством и принципом работы основного и вспомогательного оборудования;
- практикой работы гидрометаллургического производства;
- научить осуществлять выбор и расчёт основного и вспомогательного оборудования схем гидрометаллургической переработки минерального сырья.

## 1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла. Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по физике и химии в объеме программы средней школы, а также по дисциплинам - основы обогащения полезных ископаемых, органическая химия, физическая химия; уметь пользоваться компьютером, работать с информацией из различных источников; уметь пользоваться оборудованием химической лаборатории, владеть основными методиками проведения химических анализов; иметь знания по технике безопасности при работе в химической лаборатории. Данная дисциплина формирует у выпускников навыки определения, расчета и последующего использования полученных результатов для обоснования выбора средств и методов дальнейшей переработки полезных ископаемых, что может быть использовано при проектировании обогатительных фабрик.

## 1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы), 252 часов.

Виды занятий	Семестр 8	Всего часов
Общая трудоемкость		252

Аудиторные занятия, в т.ч.	80	80
Лекционные (ЛК)	32	32
Практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	16	16
Лабораторные (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа студентов (СРС)	136	136
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)	КП	

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ПК-3	ПК-3.1. Знает технику и технологию проведения проектирования технологических процессов, технологические комплексы, используемые на производстве, в частности системы диспетчерского управления, промышленного контроля и т.д., стандартные компьютерные программы для расчета технических средств и технологических решений;	Знать: технику и технологию проведения проектирования технологических процессов, технологические комплексы, используемые на производстве, в частности системы диспетчерского управления, промышленного контроля и т.д., стандартные компьютерные программы для расчета технических средств и технологических решений;
ПК-3	ПК-3.2. Умеет анализировать и обобщать опыт разработки технических и технологических проектов, использовать стандартные программные средства при проектировании производственных и технологических процессов в горной отрасли;	Уметь: анализировать и обобщать опыт разработки технических и технологических проектов, использовать стандартные программные средства при проектировании производственных и технологических процессов в горной отрасли;

ПК-3	ПК-3.3. Владеет навыками проектирования отдельных разделов технических и технологических проектов.	Владеть: навыками проектирования отдельных разделов технических и технологических проектов.
ПК-5	ПК-5.1. Применяет знания основных производственных процессов, представляющих единую цепочку горных промышленных технологий;	Знать: как применять знания основных производственных процессов, представляющих единую цепочку горных промышленных технологий;
ПК-5	ПК-5.2. Умеет в сочетании с сервисными компаниями и специалистами технических служб корректировать технологические процессы с учетом реальной ситуации;	Уметь: в сочетании с сервисными компаниями и специалистами технических служб корректировать технологические процессы с учетом реальной ситуации;
ПК-5	ПК-5.3. Владеет навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов;	Владеть: навыками руководства производственными процессами с применением современного оборудования и материалов;
ПК-5	ПК-5.4. Умеет вести техническую документацию и отчетность.	Уметь: вести техническую документацию и отчетность.

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			С Р С
					Л К	П З (С З)	Л Р	
1	1.1	Общие понятия	Промышленная классификация металлов. Исходные материалы в металлургии	10	2	0	0	8
	1.2	Общие понятия	Способы металлургической переработки рудного сырья	20	2	2	4	12

2	2.1	Теория и практика	Гидрометаллургические способы получения металлов	38	8	2	16	12
	2.2	Теория и практика	Теоретические основы цианирования руд и концентратов	18	4	2	0	12
	2.3	Теория и практика	Теоретические основы и практика процессов экстракции	18	4	2	0	12
	2.4	Теория и практика	Основы процесса сорбционного выщелачивания	18	4	2	0	12
	2.5	Теория и практика	Регенерация угля	16	2	2	0	12
3	3.1	Готовая продукция и экология	Электролиз и получение готовой продукции	30	4	2	12	12
	3.2	Готовая продукция и экология	Обезвреживание цианидсодержащих хвостов	12	2	2	0	8
Итого				180	32	16	32	100

### 3.2. Содержание разделов дисциплины

#### 3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Промышленная классификация металлов. Исходные материалы в металлургии	Понятие о металлургии металлов. Исходные материалы в металлургии. Подготовка сырья к металлургической переработке.	2
	1.2	Способы металлургической переработки рудного сырья	Пирометаллургические процессы. Роль и значение гидрометаллургических процессов в современной металлургии. Основные виды процессов и операций в гидрометаллургии. Продукты металлургического производства.	2

2	2.1	Гидрометаллургические способы получения металлов	<p>Выщелачивание. Чановое выщелачивание. Агитационное выщелачивание. Аппараты для выщелачивания при атмосферном давлении. Автоклавы. Способы и схемы выщелачивания. Процессы извлечения металлов из раствора.</p> <p>Кучное выщелачивание.</p> <p>Геотехнология. Подземное выщелачивание. Биотехнология.</p>	8
	2.2	Теоретические основы цианирования руд и концентратов	<p>Значение цианистого процесса в технологии переработки золотосодержащих руд и концентратов. Механизм растворения золота и серебра в цианистых растворах. Кинетика процесса цианирования. Факторы, определяющие скорость и полноту процесса цианирования золота в производственных условиях. Гидролиз цианистых растворов. Защитная щелочь.</p>	4
	2.3	Теоретические основы и практика процессов экстракции	<p>Общее понятие об экстракции. Классификация экстракционных процессов.</p>	4
	2.4	Основы процесса сорбционного выщелачивания	<p>Сущность процесса сорбционного выщелачивания. Сравнение свойств активных углей и ионообменных смол. Технологические параметры процесса сорбционного выщелачивания.</p>	4
	2.5	Регенерация угля	<p>Цель и назначение регенерации угля. Способы регенерации угля. Реактивация угля. Цианистая обработка и очистка угля от меди.</p>	2
3	3.1	Электролиз и получение готовой продукции	<p>Понятие об электролизе. Электродные процессы. Технологические режимы и основные параметры процесса электролиза. Плавка золотосодержащих материалов на слиток. Плавка золотой головки.</p>	4
	3.2	Обезвреживание	<p>Химический состав</p>	2

		ие цианидсодержащих хвостов	цианидсодержащих хвостов. Характеристика методов обезвреживания цианистых хвостов. Обезвреживание железным купоросом. Метод выдувки цианида из кислой среды. Обезвреживание активным хлором.	
--	--	-----------------------------	--	--

### 3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.2	Способы металлургической переработки рудного сырья	Практика получения цветных металлов гидрометаллургическими методами	2
2	2.1	Гидрометаллургические способы получения металлов	Расчет качественно-количественной и водно-шламовой схем гидрометаллургической переработки	2
	2.2	Теоретические основы цианирования руд и концентратов	Выбор и расчет оборудования	2
	2.3	Теоретические основы и практика процессов экстракции	Выбор и расчет оборудования	2
	2.4	Основы процесса сорбционного выщелачивания	Выбор и расчет оборудования	2
	2.5	Регенерация угля	Выбор и расчет оборудования	2
3	3.1	Электролиз и получение готовой продукции	Выбор и расчет оборудования	2
	3.2	Обезвреживание	Схемы и методы обезвреживания	2

		ие цианидсоде ржащих хвостов	цианистых отходов	
--	--	------------------------------------	-------------------	--

### 3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.2	Способы металлургической переработки рудного сырья	Обжиг цинковых концентратов	4
2	2.1	Гидрометаллургические способы получения металлов	Сернокислотное выщелачивание окисленных медных руд	4
	2.1	Гидрометаллургические способы получения металлов	Цементация меди железной стружкой	4
	2.1	Гидрометаллургические способы получения металлов	Выщелачивание цинкового огарка и очистка полученного продуктивного раствора	8
3	3.1	Электролиз и получение готовой продукции	Электролиз меди	6
	3.1	Электролиз и получение готовой продукции	Электролиз цинка	6

### 3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Промышленная	Выполнение проектных	8



		классификация металлов. Исходные материалы в металлургии	заданий. Самостоятельное выполнение чертежей.	
	1.2	Способы металлургической переработки рудного сырья	Выполнение проектных заданий. Самостоятельное выполнение чертежей.	12
2	2.1	Гидрометаллургические способы получения металлов	Выполнение проектных заданий. Самостоятельное выполнение чертежей.	12
	2.2	Теоретические основы цианирования руд и концентратов	Выполнение проектных заданий. Самостоятельное выполнение чертежей.	12
	2.3	Теоретические основы и практика процессов экстракции	Выполнение проектных заданий. Самостоятельное выполнение чертежей.	12
	2.4	Основы процесса сорбционного выщелачивания	Выполнение проектных заданий. Самостоятельное выполнение чертежей.	12
	2.5	Регенерация угля	Выполнение проектных заданий. Самостоятельное выполнение чертежей.	12
3	3.1	Электролиз и получение готовой продукции	Выполнение проектных заданий. Самостоятельное выполнение чертежей.	12
	3.2	Обезвреживание цианидсодержащих хвостов	Выполнение проектных заданий. Самостоятельное выполнение чертежей.	8

#### **4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

#### **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

##### **5.1. Основная литература**

##### **5.1.1. Печатные издания**

1. 1. Овсейчук, В.А. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых : учеб. пособие.: в 2 ч. Ч. 1 / В. А. Овсейчук, В. В. Медведев. - Чита : ЗабГУ, 2014. - 296 с. : ил. - ISBN 978-5-9293-1129-1. - ISBN 985-5-9293-1137-6 : 202-00. 2. Овсейчук, В.А. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых : учеб. пособие.: в 2 ч. Ч. 2 / В. А. Овсейчук, В. В. Медведев. - Чита : ЗабГУ, 2014. - 249 с. : ил. - ISBN 978-5-9293-1129-1. - ISBN 985-5-9293-1160-4 : 175-00.

### 5.1.2. Издания из ЭБС

1. 1. Формирование программ развития горно-обогатительных комбинатов медной промышленности / А. А. Ашихмин [и др.]; Ашихмин А.А.; Дмитриева Т.А.; Жалсапов Т.Ж.; Селезнева Д.А. - Moscow : Горная книга, 2006. - . - Формирование программ развития горно-обогатительных комбинатов медной промышленности: Сб. статей Горного информационно-аналитического бюллетеня. - 2006. - [Электронный ресурс] / Ашихмин А.А., Дмитриева Т.А., Жалсапов Т.Ж., Селезнева Д.А. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. - ISBN 0236-1493-06-09. 2. Исмаилов, Т.Т. Специальные способы разработки месторождений полезных ископаемых / Т. Т. Исмаилов, В. И. Голик, Е. Б. Дольников; Исмаилов Т.Т.; Голик В.И.; Дольников Е.Б. - Moscow : Горная книга, 2008. - . - Специальные способы разработки месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Исмаилов Т.Т., Голик В.И., Дольников Е.Б. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2008. - ISBN 978-5-7418-0540-4.

## 5.2. Дополнительная литература

### 5.2.1. Печатные издания

1. 1. Шумилова, Лидия Владимировна. Комбинированные методы кюветного и кучного выщелачивания упорного золотосодержащего сырья на основе направленных фотоэлектрохимических воздействий / Шумилова Лидия Владимировна, Резник Юрий Николаевич. - Чита : ЗабГУ, 2012. - 406 с. - ISBN 978-5-9293-0781-2 : 323-18. 2. Барченков, Валерий Васильевич. Технология гидрометаллургической переработки золотосодержащих флотоконцентратов с применением активных углей / Барченков Валерий Васильевич. - Чита : Поиск, 2004. - 242с. : ил. - ISBN 5-93-119-133-X : 251-00. 3. Бочаров, Владимир Алексеевич. Технология обогащения полезных ископаемых : учебник : В 2 т. Т. 1 : Минерально-сырьевая база полезных ископаемых. Обогащение руд цветных металлов, руд и россыпей редких металлов / Бочаров Владимир Алексеевич, Игнаткина Владислава Анатольевна. - Москва : Руда и металлы, 2007. - 472с. - ISBN 978-5-98191-024-1 : 1195-87. 4. Выщелачивание металлов : метод. указания / сост. А.А. Богомягкова. - Чита : ЗабГУ, 2011. - 35с. - 38-00.

### 5.2.2. Издания из ЭБС

1.

## 5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка

## 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

1) 1С-Битрикс: Корпоративный портал - Компания 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях 7-Zip ABBYY FineReader Adobe Audition Adobe Flash Adobe In Design Adobe Lightroom Adobe Photoshop

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для курсового проектирования(выполнения курсовых работ)	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	
Учебные аудитории для текущей аттестации	

## 8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Занятия проводятся в виде лекционных, практических и лабораторных работ. Лабораторные работы проводятся в виде экспериментов, результаты которых заносятся в специальный журнал. В случае успешного выполнения лабораторной работы, правильного написания отчета студент допускается к защите. Знания студента по итогам защиты лабораторной работы оцениваются «зачтено» или «не зачтено». При условии выполнения и успешной защиты всех лабораторных работ с оценкой «зачтено» студент допускается к экзамену.

Курсовой проект выполняется студентом самостоятельно. На практических занятиях преподавателем проводится проверка курсового проекта и дается допуск к защите. После защиты лабораторных работ и курсового проекта студент допускается к экзамену. Экзамен проводится в письменной форме. Студент получает экзаменационную оценку в зависимости от полноты ответа на вопросы экзаменационного билета.

Разработчик/группа разработчиков:  
Светлана Александровна Щеглова

**Типовая программа утверждена**

Согласована с выпускающей кафедрой  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.