

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра обогащения полезных  
ископаемых (ОПИ\_ХМФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра обогащения полезных  
ископаемых (ОПИ\_ХМФ)

наименование кафедры

**профессор Брагин В.И.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РУД  
БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Технология переработки руд благородных  
металлов

Направление подготовки / 21.05.04 Горное дело специализация  
специальность 21.05.04.00.06 Обогащение полезных  
ископаемых

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2016

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

210000 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ ДЕЛО,  
НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО И ГЕОДЕЗИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Специальность 21.05.04 Горное дело специализация 21.05.04.00.06  
Обогащение полезных ископаемых

Программу к.т.н., доцент, Бурдакова Е.А.  
составили

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ГОС ВПО) и учебным планом курс «Технология переработки руд благородных металлов» включен в базовую часть профессионального цикла программ для специальности 21.05.04 Горное дело специализации подготовки 21.05.04.00.06 Обогащение полезных ископаемых.

К рудам благородных металлов относятся золото- и серебросодержащие, а также руды с минералами, в состав которых входят металлы платиновой группы - рутений, родий, палладий, осмий, иридий и платина.

Целью преподавания дисциплины в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования является обеспечение специальной подготовки студентов по технологии переработки руд благородных металлов.

Изучение дисциплины позволит сформировать у будущего специалиста теоретические знания, практические навыки, выработать социально-личностные компетенции, а последнее, в свою очередь, позволят успешно приобретать новые знания, систематизировать и обобщать их.

Для качественного выполнения производственно-технологической деятельности будущему специалисту горному инженеру-обогастителю знания в области технологии переработки руд благородных металлов крайне необходимы. Они позволят грамотно осуществить организацию производства, труда и управления на обогатительном предприятии.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Задачи изучения дисциплины основываются на необходимости получения горным инженером-обогастителем соответствующих знаний, умений, навыков в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 21.05.04 Горное дело, на основе которых формируются соответствующие компетенции.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>ПК-2: владением методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр</b>	
Уровень 1	область применения твердых полезных ископаемых в народном хозяйстве
Уровень 2	классификацию руд благородных металлов и физико-химические свойства минералов
Уровень 3	основные принципы рационального освоения минерального сырья
Уровень 1	формулировать основные термины и понятия рационального освоения минеральных ресурсов
Уровень 2	определять принципы выбора оптимальных технологий переработки
Уровень 3	обосновывать мероприятия, предназначенные для минимизации вредного воздействия токсичных факторов на окружающую среду
Уровень 1	сведениями о составе государственного фонда недр
Уровень 2	сведениями о работе горнодобывающей отрасли в области и в стране
Уровень 3	сведениями о рациональных технологиях переработки благороднометалльного сырья
<b>ПК-9: владением методами геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых, горных отводов</b>	
Уровень 1	геологические особенности месторождений
Уровень 2	технологические свойства руд
Уровень 3	запасы полезных ископаемых и содержание основных ценных компонентов в рудах
Уровень 1	определять себестоимость товарной продукции, прибыль и рентабельность эксплуатации месторождения.
Уровень 2	определять затраты на очистку поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха и рекультивацию объектов после отработки объекта
Уровень 3	обосновывать достижимые показатели качества сырья и продуктов обогащения
Уровень 1	основными принципами технологий эксплуатационной добычи и переработки твердых полезных ископаемых
Уровень 2	методиками подсчета запасов полезных ископаемых и определения их промышленной ценности с учетом кондиций на минеральное сырье
Уровень 3	методиками обоснования показателей качества добываемого сырья и продуктов обогащения

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Обогащение полезных ископаемых

Физика

Химия

Научно-исследовательская работа

Преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной

квалификационной работы

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		10
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5 (180)</b>	<b>5 (180)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,17 (42)</b>	<b>1,17 (42)</b>
занятия лекционного типа	0,39 (14)	0,39 (14)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	0,78 (28)	0,78 (28)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,83 (102)</b>	<b>2,83 (102)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Вещественный состав руд благородных металлов	1	0	0	0	
2	Методы обогащения руд благородных металлов	3	0	12	0	
3	Методы химической переработки руд и продуктов обогащения	8	0	4	0	
4	Практика переработки руд благородных металлов	2	0	12	102	
Всего		14	0	28	102	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Минералогия руд, россыпей и вторичного сырья, содержащих золото	0,5	0	0

2	1	Общая характеристика минералов и сырьевой базы серебра и руд, содержащих металлы платиновой группы	0,5	0	0
3	2	Подготовительные процессы. Сортировка.	1	0	0
4	2	Флотационное обогащение руд благородных металлов. Схемы и режимы флотации.	1	0	0
5	2	Гравитационное обогащение руд и россыпей благородных металлов. Аппараты гравитационного обогащения.	1	0	0
6	3	Выщелачивание в «царской водке», растворах хлора, йодное и бромидное выщелачивание.	1	0	0
7	3	Тиокарбонидное, тиосульфатное и сульфатное выщелачивание. Выщелачивание в серощелочных и сероорганических растворителях.	1	0	0
8	3	Растворение благородных металлов в цианистых растворах. Взаимодействие с цианидами рудных минералов.	1	0	0
9	3	Выщелачивание просачиванием и перемешиванием. Кучное и сорбционное выщелачивание.	1	0	0
10	3	Технология чанового и кучного выщелачивания. Бактериальное выщелачивание.	1	0	0

11	3	Осаждение благородных металлов из растворов цинком и алюминием. Сорбционное выщелачивание.	1	0	0
12	3	Экстракция. Электролиз.	1	0	0
13	3	Аффинажная переработка золотосодержащих продуктов. Хлорирование и электролитическое рафинирование золота.	1	0	0
14	4	Схемы переработки золотосодержащих руд. Переработка вторичного сырья, содержащего благородные металлы	0,5	0	0
15	4	Реализация технологии кучного выщелачивания.	0,5	0	0
16	4	Извлечение серебра из серебряных, медных, медно-цинковых, свинцово-цинковых и сурьмяных руд.	0,5	0	0
17	4	Практика переработки руд, содержащих металлы платиновой группы.	0,5	0	0
Всего			14	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

1	2	Обогащение золотосодержащей руды на центробежных аппаратах (ИТОМАК, Falcon)	4	0	0
2	2	Извлечение мелкого золота на центробежной отсадочной машине Kelsey	4	0	0
3	2	Определение оптимальных режимов флотации золотосодержащей руды	4	0	0
4	3	Изучение процесса бромидного выщелачивания	4	0	0
5	4	Обогащение золотосодержащей руды по гравитационной схеме (отсадка, концентрация на столе)	4	0	0
6	4	Обогащение золотосодержащей руды по гравитационно-флотационной схеме	4	0	0
7	4	Изучение обогащения золотосодержащих песков на винтовом шлюзе	4	0	0
Итого			28	0	0

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Андреев Е. Е., Тихонов О. Н.	Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению: учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых" направления подготовки "Горное дело"	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный горный институт [СПбГИ] (технический университет), 2007

Л1.2	Котляр Ю. А., Меретуков М. А., Стрижко Л. С.	Металлургия благородных металлов: Кн. 1: в 2 кн. : учебник для вузов	Москва: МИСиС, 2005
Л1.3	Котляр Ю. А., Меретуков М. А., Стрижко Л. С.	Металлургия благородных металлов: Кн. 2: в 2 кн. : учебник для вузов	Москва: МИСиС, 2005
Л1.4	Верхотуров М. В.	Гравитационные методы обогащения: учебник для вузов по специальности "Обогащение полезных ископаемых"	Москва: МАКС Пресс, 2006
Л1.5	Глембоцкий В. А., Классен В. И.	Флотационные методы обогащения: учебник для студентов вузов по спец. "Обогащение полезных ископаемых": допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР?	Москва: Недра, 1981
Л1.6	Брагина В. И., Коннова Н. И.	Технология обогащения золотосодержащих руд и россыпей: учеб. пособие для вузов по спец. 130400 "Горное дело" специализации 130400.06 "Обогащение полезных ископаемых"	Красноярск: СФУ, 2013
Л1.7	Зеленов В. И.	Методика исследования золото- и серебросодержащих руд	Москва: Недра, 1989
Л1.8	Лодейщиков В. В.	Технология извлечения золота и серебра из упорных руд: Т. 1: в 2-х т.	Иркутск, 1999
Л1.9	Лодейщиков В. В.	Технология извлечения золота и серебра из упорных руд: Т. 2: в 2-х т.	Иркутск, 1999
Л1.1 0	Абрамов А. А.	Флотационные методы обогащения: Учебник	Москва: Горная книга, 2016
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Масленицкий И. Н., Чугаев Л. В., Борбат В. Ф., Никитин М. В., Стрижко Л. С., Чугаев Л. В.	Металлургия благородных металлов: учебник для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов"	Москва: Металлургия, 1987
Л2.2	Бочаров В. А., Игнаткина В. А., Абрютин Д. В.	Технология переработки золотосодержащего сырья: учебное пособие	Москва: МИСиС, 2011

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Для самостоятельной работы студентов может быть использовано следующее методическое обеспечение:

1. Гравитационные методы обогащения [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс [для студентов напр. подг. 130400.65 «Горное дело» спец. 130400.65.00.06 «Обогащение полезных ископаемых»] / Сиб. федер. ун-т, Ин-т цвет. металлов и материаловедения ; сост.: Н. И. Коннова, А. А. Кондратьева. Режим доступа:<http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/UMKD/i-910326.exe>.

2. Технология обогащения полезных ископаемых [Электронный ресурс] : анимация к курсу лекций / В. И. Брагина, В. И. Брагин, Н. И. Коннова ; Сиб. федерал. ун-т. - Электрон. дан. (PDF ; 10747 Кб). - Красноярск : СФУ, 2011. - с. - (Электронная библиотека СФУ. УМКД - 2011, Учебно-методические комплексы дисциплин). - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Перечень необходимого программного обеспечения:
9.1.2	- Каталог лицензионных программных продуктов, используемых в СФУ /сост.: А.В.Сарафанов, М.М.Торопов–Красноярск: Сиб.федер.ун-т; 2008. – Вып. 1-4.
9.1.3	- Каталог инновационных учебно-методических комплексов дисциплин и электронных ресурсов /сост.: К.Н.Захарьин, А.В. Сарафанов, А.Г.Суковатый, А.С.Теремов, М.В. Шипова. – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – Вып. 1 – 298 с.
9.1.4	Программное обеспечение:
9.1.5	- ряд крупных международных банков данных, таких как PDF ICDD (USA) – по рентгенофазовым стандартам веществ (140 тыс. стандартов неорганических веществ, минералов и сплавов), ICSD (UNI Bonn) – по данным об атомных кристаллических структурах неорганических веществ (50 тыс. данных);

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Сайт Minerals Engineering International, крупнейший сайт с информацией о последних событиях в отрасли и обзорами научной прессы <a href="http://www.min-eng.com/index.html">http://www.min-eng.com/index.html</a>
9.2.2	Журналы по специальности <a href="http://www.rudmet.ru/catalog/">http://www.rudmet.ru/catalog/</a>

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Кафедра обогащения полезных ископаемых, осуществляющая реализацию основной образовательной программы, располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных учебным планом, и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Материально-техническая база включает в себя:

Лаборатория флотационных методов обогащения – ауд. 124

Лаборатория гравитационных методов обогащения – ауд. 123

Лаборатория дробления руд – ауд. 115

лаборатория грохочения, сушки, истирания и измельчения – ауд. 111

Лаборатория вспомогательных методов обогащения – ауд. 126

Лаборатория классификации и статистической обработки – ауд. 130

Лаборатория технологии обогащения золотосодержащих руд – ауд. 132

Лаборатория физико-химических методов обогащения – ауд. 134

Лаборатория технологической минералогии ауд. 136

Межкафедральная лаборатория автоклавных технологий ауд. 136

Компьютерный класс, оснащенный компьютерной и оргтехникой – ауд. 113

Лаборатории оснащены всем необходимым для выполнения научной работы оборудованием.

Оборудование, на котором будут выполняться работы современное, приобретено в рамках реализации инновационно-образовательной программы « Многоуровневая подготовка специалистов и инновационное обеспечение горно-металлургических предприятий по сертификации, управлению качеством, технологической и экономической оценке минерального, вторичного и техногенного сырья» в Сибирском Федеральном Университете»

Краткий перечень основного оборудования:

1. Дробилки щековые ЩД
2. Дробилка валковая
3. Дробилка инерционная
4. Мельница МЛ40
5. Измельчительная установка ИУ50
6. Вибрационный грохот и прецизионныемикросита к нему Анализетте 3
7. Грохот инерционный типа ГИЛ 052
8. Измельчитель вибрационный ИВ-4
9. Грохот вибрационный ИВ-4
10. Анализатор ситовой вибрационный АСВ-200 с комплектом сит
11. Электродпечь камерная лабораторная СНОЛ
12. Истиратель вибрационный чашевый ИВЧ-3

13. Мельница Бонда
14. Ультразвуковая ванна SONOREXSUPER
15. Электрический барабанный сепаратор ЭС
16. Сепаратор для сухого обогащения ПБСЦ-40/10
17. Сепаратор для мокрого обогащения ЭБМ 32\20
18. Сепаратор магнитный для сухого обогащения ЭВС-10/5
19. Концентрационный стол GEMENI 60
20. Концентрационный стол СКО 0,5
21. Отсадочная машина МОД 0,2
22. Суспензионный сепаратор
23. Центробежный сепаратор Нельсона «К-3»
24. Центробежный сепаратор фирмы FalconSB-40
25. Центробежный сепаратор ИТОМАК КН-0,1
26. Винтовой шлюз (сепаратор) СВ 1-350
27. Лабораторная центробежно-отсадочная машина Л200
28. Машины флотационная 189 ФЛ
29. Машины флотационные 237 ФЛ
30. Машины флотационные 240 ФЛ
31. Центрифуга лабораторная
32. Спектрометр энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный
33. Магнито-жидкостной сепаратор СМЖ-ПМ-3
34. Ванна для ультразвуковой очистки Лаборетте 17
35. Иономер, рН-метр, кондуктометр

Для самостоятельной работы студентов предусмотрены отдельные помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета.