

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

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра металлургии цветных  
металлов (МЦМ\_ХМФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра металлургии цветных  
металлов (МЦМ\_ХМФ)**

наименование кафедры

**Белоусова Н.В**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МЕТАЛЛУРГИЯ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 Металлургия

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

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

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  
составили \_\_\_\_\_

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний по комплексу вопросов производства цветных металлов из минерального и вторичного сырья, включающему основы теории пиро-, гидро- и электрометаллургических процессов, принципы формирования технологий получения металлов, положения аппаратного оформления процессов, а также обзоры современного состояния отрасли и перспективы ее развития.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачи изучения дисциплины основываются на необходимости получения студентами следующих знаний, умений и навыков:

- знать общие характеристики металлургической подотрасли, классификацию металлов и металлургических процессов, структуру последних;

- уметь сопоставлять типы рудного и вторичного сырья для производства цветных металлов и принципы формирования металлургических технологий для его переработки;

- знать основы теоретических положений пиро-, гидро- и электрометаллургических процессов;

- знать принципиальные технологические и аппаратурно-транспортные схемы производства цветных металлов и основы их практической реализации;

- знать принципы металлургических расчетов и уметь применять их для количественного описания металлургических процессов при составлении материальных и тепловых балансов технологий;

- знать базовые методики инструментального анализа для определения цветных металлов и их соединений.

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	методы учета движения запасов на предприятии
Уровень 2	нормы потерь и разубоживания полезных ископаемых при разработке месторождений
Уровень 3	направления использования отходов горнодобывающей промышленности в народном хозяйстве

Уровень 1	систематизировать информацию о ресурсном потенциале месторождений для формулирования предложений о комплексности использования сырья в последующих переделах производства металлов
Уровень 2	анализировать причины потерь и разубоживания полезных ископаемых при разработке месторождений
Уровень 3	предлагать и обосновывать мероприятия по комплексному использованию ресурсов рудных месторождений
Уровень 1	сведениями о работе горно-металлургической отрасли в РФ и мире
Уровень 2	информацией о правах и обязанностях пользователя недрами, сведениями о составе государственного фонда недр.
Уровень 3	способами сбора информации для ознакомления с новыми разработками для горно-металлургического комплекса, опытом применения передовых технологий и оборудования для добычи и переработки полезных ископаемых
<b>ПК-3: владением основными принципами технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов</b>	
Уровень 1	основные характеристики вещественного состава полезных ископаемых
Уровень 2	технологические свойства минералов
Уровень 3	основные технологические схемы переработки минерального и вторичного сырья с целью производства металлов
Уровень 1	формулировать и рассчитывать основные технологические показатели металлургических операций
Уровень 2	осуществлять подбор оборудования для реализации процессов подготовки минерального и вторичного сырья к металлургическому переделу и производства металлов
Уровень 3	составлять технологические и аппаратно-транспортные схемы технологических процессов, применяемых при производстве металлов из минерального и вторичного сырья
Уровень 1	навыками сбора и обработки технологической информации
Уровень 2	навыками выполнения простейших аналитических работ с целью определения состава и свойств перерабатываемых материалов
Уровень 3	навыками обоснований элементов технологических схем, предлагаемых для усовершенствования металлургических процессов
<b>ПК-5: готовностью демонстрировать навыки разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов</b>	

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

Физическая химия  
Теплотехника  
Материаловедение

Информатика  
Обогащение полезных ископаемых  
Химия

Физико-химические методы анализа  
Научно-исследовательская работа  
Технология переработки руд благородных металлов

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=1866>

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. час)	Семестр
		11
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5 (180)</b>	<b>5 (180)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,22 (80)</b>	<b>2,22 (80)</b>
занятия лекционного типа	1,11 (40)	1,11 (40)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	1,11 (40)	1,11 (40)
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>1,78 (64)</b>	<b>1,78 (64)</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	Общие вопросы производства металлов	16	0	4	18	ПК-2 ПК-3
2	Металлургические технологии производства цветных металлов	24	0	36	46	ПК-2 ПК-3
Всего		40	0	40	64	

#### 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	Цель и задачи металлургии. Классификация металлов. Классификация металлургических процессов.	4	0	0
2	1	Формирование пирометаллургических технологий переработки минерального сырья цветных металлов	4	0	0

3	1	Формирование гидрометаллургических технологий переработки технологий переработки минерального сырья цветных металлов	4	0	0
4	1	Характеристика вторичного сырья цветных металлов. Основные технологические концепции переработки вторичного сырья цветных металлов	2	0	0
5	1	Подготовка минерального и вторичного сырья к металлургической переработке	2	0	0
6	2	Основные элементы технологий производства свинца из минерального сырья	2	0	0
7	2	Основные элементы технологий производства цинка из минерального сырья	2	0	0
8	2	Основные элементы технологий производства меди из минерального сырья	2	0	0
9	2	Основные элементы технологий производства никеля из минерального сырья	2	0	0
10	2	Основные элементы технологий производства глинозема	2	0	0
11	2	Основные элементы технологий производства алюминия электролизом расплавленных солей	2	0	0
12	2	Характеристика гравитационных и флотационных золотосодержащих концентратов и методов их переработки	3	0	0

13	2	Способы подготовки золотосодержащих концентратов к извлечению золота (приемы кондиционирования)	3	0	0
14	2	Цианистые процессы и опыт их применения	3	0	0
15	2	Характеристика приемов выделения золота из растворов	3	0	0
Всего			9	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. 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 акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Продукты и промпродукты пирометаллургического производства (на примере технологий получения меди и никеля)	4	0	0
2	2	Экспериментальное сравнение восстановительной и реакционной плавки свинцовых концентратов	4	0	0
3	2	Изучение зависимости показателей выщелачивания цинкового огарка от условий предварительного окислительного обжига	4	0	0
4	2	Электролитическое восстановление цинка из сульфатных кислых растворов	2	0	0

5	2	Окислительный обжиг богатых медных концентратов перед выщелачиванием	4	0	0
6	2	Выщелачивание меди из обожженных концентратов разделения фанштейна	4	0	0
7	2	Электроэкстракция меди из сернокислых растворов	2	0	0
8	2	Определение содержания золота и серебра в рудных материалах с использованием приема пробирной плавки	4	0	0
9	2	Деарсенирующий и окислительный обжиг сульфидно-мышьяковых золотосодержащих концентратов	4	0	0
10	2	Изучение процессов разложения сульфидов железа и арсенопирита в водных средах с использованием различных окислителей	4	0	0
11	2	Изучение процессов цементационного выделения металлов из растворов (на имитационных моделях)	4	0	0
Итого			40	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	Набойченко С. С., Агеев Н. Г., Дорошкевич А. П., Жуков В. П., Елисеев Е. И., Карелов С. В., Лебедь А. Б., Мамяченков С. В., Набойченко С. С.	Процессы и аппараты цветной металлургии: учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Металлургия"	Екатеринбург: Уральский технический университет - УПИ, 2005
Л1.2	Марченко Н. В., Вершинина Е. П., Гильдебрандт Э. М., Бледнов Б. П.	Металлургия тяжелых цветных металлов: учебно-методический комплекс дисциплины № 1821/1003	Красноярск: СФУ, 2009
Л1.3	Романтеев Ю. П., Быстров В. П.	Металлургия тяжелых цветных металлов. Свинец. Цинк. Кадмий	Москва: МИСиС, 2010
Л1.4	Снурников А. П.	Гидрометаллургия цинка: Учеб. пособие для тех. училищ	Москва: Металлургия, 1981
<b>6.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Зайцев В. Я., Маргулис Е. В.	Металлургия свинца и цинка: учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов"	Москва: Металлургия, 1985
Л2.2	Стрижко Л. С.	Металлургия золота и серебра: учебное пособие для вузов по спец. 110200 - "Металлургия цветных металлов"	Москва: МИСиС, 2001
Л2.3	Ванюков А. В., Уткин Н. И.	Комплексная переработка медного и никелевого сырья: учебник для вузов	Челябинск: Металлургия, 1988
Л2.4	Галевский Г. В., Минцис М. Я., Сиразутдинов Г. А.	Металлургия алюминия: монография	Новокузнецк: СиБГИУ, 2011

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Архив журнала «Известия вузов. Цветная металлургия» [Электронный ресурс]	<a href="http://www.kalvis.ru/katalog-izdaniy/zhurnalyi/izvestiya-vuzov-czvetnaya-metallurgiya/">http://www.kalvis.ru/katalog-izdaniy/zhurnalyi/izvestiya-vuzov-czvetnaya-metallurgiya/</a>
Э2	Архив журнала «Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия». [Электронный ресурс]:	<a href="http://www.kalvis.ru/katalog-izdaniy/zhurnalyi/izvestiya-vuzov-poroshkovaya-metallurgiya-i-funkczionalnyie-pokryitiya/">http://www.kalvis.ru/katalog-izdaniy/zhurnalyi/izvestiya-vuzov-poroshkovaya-metallurgiya-i-funkczionalnyie-pokryitiya/</a>
Э3	Архив журнала «Обогащение руд» [Электронный ресурс]	<a href="http://rudmet.ru/catalog/journals/2/">http://rudmet.ru/catalog/journals/2/</a>
Э4	Архив журнала "Non-ferrous	<a href="http://rudmet.ru/catalog/journals/9/">http://rudmet.ru/catalog/journals/9/</a>

	Metals" [Электронный ресурс]	
Э5	Архив журнала «Металлургическое производство и технологии» [Электронный ресурс]	<a href="http://rudmet.ru/catalog/journals/11/">http://rudmet.ru/catalog/journals/11/</a>
Э6	Архив журнала «Цветные металлы» [Электронный ресурс]	<a href="http://rudmet.ru/catalog/journals/4/">http://rudmet.ru/catalog/journals/4/</a>

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

По дисциплине предусмотрены лекции и лабораторные работы на которых студенты овладевают методикой исследования различных металлургических процессов, планированием эксперимента, техникой обработки экспериментальных данных.

В качестве промежуточного контроля знаний по дисциплине предусмотрен экзамен. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все виды работ на оценку не ниже 3 баллов. Для подготовки к экзамену студентам выдается список вопросов по дисциплине. Для подготовки к экзамену используется конспект лекций, рекомендуемая учебная литература, информационные ресурсы.

Целью самостоятельной работы является закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях (лекциях, практических лабораторных занятиях). При этом студенты должны контролировать себя, отвечая на вопросы, которые преподаватель зачитывает или выдает в конце каждой лекции. Кроме того планируется самостоятельное изучение материала, который не вошел в курс лекций.

Данный вид работы предусматривает:

- самостоятельное изучение теоретического материала. Используются конспект лекций и рекомендуемая литература – 28 ч;
- оформление отчетов, выполнение расчетов и подготовка к защите лабораторных работ. Используются конспект лекций, методические указания к лабораторным работам, рекомендуемая литература - 18 ч;
- подготовка, оформление и сдача выполненных домашних заданий – 18 ч;

При подготовке к контролю знаний студентам выдаются контрольные вопросы в соответствии с программой и учетом самостоятельного изучения разделов лекционного курса.

Защиту лабораторных работ принимают преподаватели, выполняющие эту нагрузку.

Целью выполнения лабораторных работ является необходимость овладения студентами методикой исследования различных металлургических процессов, планированием эксперимента, техникой обработки экспериментальных данных.

В задачи выполнения лабораторных работ входит приобретение навыков работы с лабораторным оборудованием.

Методика проведения лабораторных занятий заключается в следующем:

- выполнение лабораторной работы в соответствии с требуемым порядком;

- выполнение необходимых анализов и расчетов и оформление отчета по лабораторной работе;

- защита отчета на следующем лабораторном занятии.

Студенту необходимо:

- ознакомиться с темой лабораторного занятия, его целями и задачами;

- ознакомиться с краткими теоретическими сведениями, необходимыми для выполнения эксперимента;

- ознакомиться с лабораторным оборудованием и правилами работы на нем;

- получить у преподавателя задание на выполнение эксперимента;

- ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы, если необходимо получить средства индивидуальной защиты и пройти инструктаж по технике безопасности работы с лабораторным оборудованием;

- ознакомиться с требованиями к отчету по лабораторной работе.

Результаты, полученные в ходе эксперимента, заносятся в рабочую тетрадь. На основании полученных результатов производятся необходимые расчеты, строятся графики и делаются выводы по работе. Вся эта информация должна быть отражена в отчете по лабораторной работе. Своевременность и правильность выполнения лабораторных работ учитывается при аттестации студентов по дисциплине.

Лабораторная работа складывается из следующих этапов: самостоятельная подготовка к работе, получение к ней допуска, выполнение экспериментальной части, обработка результатов, оформление отчета и его защита.

Самостоятельная подготовка предполагает изучение теории вопроса по рекомендуемой литературе, других материалов, знакомство с данными методическими указаниями, на основе чего студенты составляют отчет, который должен содержать цель работы, краткие теоретические сведения, необходимые расчеты, краткое описание методики выполнения экспериментальной части, таблицы для занесения в них экспериментальных данных.

Отчет по лабораторной работе необходимо оформлять в соответствии с принятыми в университете правилами и требованиями. Отчет включает в себя название лабораторной работы, цель, краткие теоретические сведения, методику выполнения, обработку полученных

результатов и выводы по работе – всего 5-6 страниц. Отчет по лабораторной работе защищается на следующем занятии в соответствии с графиком учебного процесса.

Студент выполняет экспериментальную часть работы с учетом методических указаний, соблюдая меры техники безопасности при работе на лабораторном оборудовании.

Полученные экспериментальные данные, после проверки преподавателем, студент использует при составлении отчета по лабораторной работе. На основании полученных результатов и необходимых расчетов делаются выводы по работе.

Отчет с обработанными результатами, выводами и эскизами или графиками представляется к защите. Во время защиты отчета студент должен дать ответы на вопросы теоретического, методического и практического характера по данной работе.

Студент не допускается к выполнению следующей работы, если имеет две незащищенные работы.

Домашние задания выполняются студентом самостоятельно, на основании знаний и информации, полученных при изучении теоретического курса и выполнении лабораторных работ. Задачи, варианты индивидуальных заданий, а также график выполнения и сдачи работ приведены в методических указаниях для самостоятельной работы студентов. Всего за время прохождения курса каждый студент должен выполнить 7 расчетных домашних заданий.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа

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

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

9.1.1	Каждый обучающийся в течение всего периода обучения по дисциплине обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде Университета. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, и отвечают техническим требованиям организации, как на территории Университета, так и вне ее.
9.1.2	Электронная информационно-образовательная среда Университета обеспечивает:
9.1.3	- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, и к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
9.1.4	- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
9.1.5	- проведение всех видов занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
9.1.6	- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
9.1.7	- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети Интернет.

## 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	1. Электронно-библиотечная система СФУ обеспечивает для обучающихся доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.
9.2.2	2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]: Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования. – Режим доступа <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> .
9.2.3	3. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 22 млн научных статей и публикаций. – Режим доступа <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a> .

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

Для осуществления образовательного процесса ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» имеет специальные помещения - 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. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин. Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры, включает в себя лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием, в зависимости от степени сложности. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.