

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

**профессор, докт. хим. наук
Белоусова Н.В.**

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА
МИНЕРАЛЬНОГО, ВТОРИЧНОГО И
ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ
БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Дисциплина Б1.В.02 Комплексная переработка минерального,
вторичного и техногенного сырья благородных металлов

Направление подготовки / 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ магистерская
специальность программа 22.04.02.09 Технологии
производства тяжелых цветных и

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ магистерская программа

22.04.02.09 Технологии производства тяжелых цветных и благородных металлов

Программу
составили

д.т.н., профессор, Чекушин В.С.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Комплексная переработка минерального, вторичного и техногенного сырья благородных металлов» является формирование у студентов знаний технологических процессов и оборудования, применяемых для получения благородных металлов из разнообразных сырьевых типов на уровне, позволяющем самостоятельно предлагать усовершенствования процессов и оборудования, а также выполнять отдельные стадии проектных работ.

1.2 Задачи изучения дисциплины

- накапливание знаний о технологиях производства благородных металлов из разнообразных типов минерального, техногенного и вторичного сырья, применяемых в России и на зарубежных предприятиях;

- формирование понятий о технологических принципах переработки различных сырьевых типов в зависимости от их характеристик;

- получение навыков формирования технологических и аппаратурно-транспортных схем различных технологий, используемых для производства благородных металлов;

- приобретение умений составления сравнений родственных технологий по техническим и экономическим параметрам;

- приобретение умений составления схем материальных потоков технологий и расчетов материальных балансов.

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

ПК-8:Способен решать задачи, относящиеся к производству, на основе знаний технологических процессов, оборудования и инструментов, сырья и расходных материалов	
Уровень 1	Знать методику выполнения металлургических расчетов
Уровень 2	Знать основы металлургических процессов и оборудование используемое в технологии получения тяжелых цветных металлов из различного типа сырья
Уровень 1	Уметь решать задачи , относящиеся к технологическим процессам получения тяжелых цветных металлов
Уровень 2	Уметь анализировать полный технологических цикл получения металла
Уровень 3	Уметь разрабатывать предложения по совершенствованию

	технологических процессов и оборудования
Уровень 1	Владеть навыком решения производственных задач в технологии получения тяжелых цветных металлов опираясь на фундаментальные знания в области металлургии
ПК-13:Способен проводить расчеты и делать выводы при решении задач, относящихся к профессиональной деятельности	
Уровень 1	Знать методику выполнения металлургических расчетов
Уровень 2	Знать методологию проектирования
Уровень 1	Уметь выполнять металлургические расчеты и делать выводы при решении задач
Уровень 2	Уметь применять методологию проектирования
Уровень 1	Владеть навыком выполнения элементов проектов в технологии получения тяжелых цветных металлов
ПК-15:Способен анализировать устойчивость технологических процессов по результатам статистической обработки наблюдений и измерений	
Уровень 1	Знать основные технологические процессы, используемые в металлургическом производстве
Уровень 2	Знать основные проблемы, связанные с реализацией технологических процессов в металлургическом производстве
Уровень 3	Знать основные направления усовершенствований металлургических процессов, направленные на решение проблем, связанных с реализацией металлургического производства
Уровень 1	Уметь выбирать рациональные способы производства тяжелых цветных металлов
Уровень 2	Уметь осуществлять необходимые металлургические расчеты
Уровень 3	Уметь выполнять анализ технических и экономических проблем конкретного металлургического процесса и предлагать пути его усовершенствования
Уровень 1	Владеть приемами составления технических обоснований предлагаемых усовершенствований
Уровень 2	Владеть приемами составления экономических обоснований предлагаемых усовершенствований
Уровень 3	Владеть правилами и методиками составления технической документации для представления вносимых усовершенствований

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Основы теории металлургических процессов

Технологические расчеты в металлургии

Экология металлургического производства

Научно-исследовательская работа

Научно-исследовательский семинар

Оборудование металлургического производства

Проектирование металлургических производств и строительное дело

Научно-исследовательская работа

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=17999>

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		3
Общая трудоемкость дисциплины	6 (216)	6 (216)
Контактная работа с преподавателем:	2 (72)	2 (72)
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	3 (108)	3 (108)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Да	Да
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

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 сведения о благородных металлах	4	4	0	8	
2	Первичная переработка золотых руд	12	16	0	16	
3	Технологические процессы переработки вторичного техногенного сырья благородных металлов	16	12	0	16	
4	Технологии аффинажного производства	4	4	0	68	
Всего		36	36	0	108	

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	Свойства благородных металлов, используемые в практике обогащения и металлургии. Руды и минералы золота, серебра и платиновых металлов. Нетрадиционные минеральные образования. Компоновки технологических процессов обогащения.	4	0	4
2	2	Компоновки технологических процессов металлургической переработки руд. Компоновка технологических процессов переработки концентратов.	4	0	4
3	2	Технологические среды для осуществления гидрометаллургической переработки руд и концентратов. Приемы и методы извлечения золота и серебра из растворов выщелачивания.	4	0	4
4	2	Приемы и методы извлечения благородных металлов из коллекторов. Технологические среды для осуществления пирометаллургических процессов.	4	0	4

5	3	Характеристика металлургических продуктов, содержащих благородные металлы. Технологические процессы переработки анодных шламов, содержащих золото и серебро. Технологические процессы переработки анодных шламов, содержащих платиновые металлы.	6	0	4
6	3	Классификация вторичного сырья благородных металлов и его характеристика.	4	0	2
7	3	Пирометаллургические процессы, используемые при переработке вторичных ресурсов. Гидрометаллургические процессы, используемые при переработке вторичных ресурсов. Перспективные приемы и методы для переработки техногенного сырья благородных металлов.	6	0	2
8	4	Аффинаж золота и серебра. Основы аффинажа платиновых металлов. Проблемы переработки промпродуктов аффинажного производства.	4	0	2
Всего			26	0	26

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

1	1	Анализ содержания благородных металлов в рудном и вторичном сырье с использованием метода пробирной плавки	4	0	4
2	2	Практическое занятие. Гидрометаллургические растворители. Технологические показатели процессов. Схема движения металлов по технологии гидрометаллургического выщелачивания и переработки растворов.	4	0	4
3	2	Практическое занятие. Схема движения золота и серебра при переработке окисленных золотосодержащих руд.	3	0	4
4	2	Практическое занятие. Схема движения металлов при переработке сульфидных золоторудных концентратов.	3	0	3
5	2	Изучение процессов концентрирования благородных металлов в металлических коллекторах (расплавах металлов)	2	0	2
6	2	Изучение процессов выщелачивания благородных металлов в водные растворы реагентов	4	0	3
7	3	Практическое занятие. Схема движения благородных металлов при переработке медных и никелевых анодных шламов (при переработке медно-никелевых сульфидных руд).	4	0	2

8	3	Практическое занятие. Схема движения благородных металлов при переработке анодных шламов электролиза меди (при переработке медных, медно-цинковых и медно-свинцово-цинковых руд).	4	0	2
9	3	Изучение процессов цементационного восстановления благородных металлов из растворов	2	0	0
10	3	Изучение процесса концентрирования благородных металлов в шламах анодного растворения черного свинца	2	0	0
11	4	Практическое занятие. Расчет процесса электролитического рафинирования золота.	2	0	2
12	4	Практическое занятие. Расчет процесса электролитического рафинирования серебра.	2	0	0
Всего			26	0	26

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
Всего					

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	Меретуков М. А.	Золото и природное углеродистое вещество	Москва: Издательский дом "Руда и Металлы", 2007
Л1.2	Меретуков М. А.	Золото: зарождение горного дела, металлургии и технологии	Москва: Руда и металлы, 2008
Л1.3	Чекушин В. С., Олейникова Н. В.	Комплексная переработка минерального, вторичного и техногенного сырья благородных металлов: учебник [для студентов по напр. 22.04.02 «Металлургия» (специализирующихся на технологиях производства благородных металлов)]	Красноярск: СФУ, 2017
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Кайтмазов Н. Г.	Производство металлов за Полярным кругом: технологическое пособие для инженерно-технических работников, специалистов, рабочих структурных подразделений Заполярного филиала ОАО "ГМК "Норильский никель" и широкого круга заинтересованных читателей	Норильск: Антей лимитед, 2007
Л2.2	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
Л2.3	Стрижко Л.С.	Металлургия золота и серебра: учебное пособие, рекомендовано УМО по образованию в области металлургии	М.: МИСиС, 2001

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

Э1	Архив журнала «Известия вузов. Цветная металлургия» [Электронный ресурс]: архив журнала «Известия вузов. Цветная металлургия».	http://www.kalvis.ru/katalog-izdaniy/zhurnalyi/izvestiya-vuzov-czvetnaya-metallurgiya/
Э2	Архив журнала «Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия». [Электронный ресурс]: Архив журнала «Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия».	http://www.kalvis.ru/katalog-izdaniy/zhurnalyi/izvestiya-vuzov-poroshkovaya-metallurgiya-i-funkczionalnyie-pokryitiya/

Э3	Архив журнала «Обогащение руд» [Электронный ресурс]: архив журнала «Обогащение руд».	http://rudmet.ru/catalog/journals/2/
Э4	Архив журнала "Non-ferrous Metals" [Электронный ресурс]: архив журнала "Non-ferrous Metals".	http://rudmet.ru/catalog/journals/9/
Э5	Архив журнала «Металлургическое производство и технологии» [Электронный ресурс]: архив журнала «Металлургическое производство и технологии».	http://rudmet.ru/catalog/journals/11/
Э6	Архив журнала «Цветные металлы» [Электронный ресурс]: архив журнала «Цветные металлы».	http://rudmet.ru/catalog/journals/4/

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Теоретические представления студент получает в результате изучения курса лекций и самостоятельной работы над литературными источниками (учебниками, учебными пособиями, периодическими изданиями). Теоретические представления закрепляются в процессе выполнения домашних заданий.

Практические навыки студентом приобретаются в ходе проведения практических занятий, рекомендованных программой.

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация является совокупностью данных по успешности выполнения студентом требований ФГОС ВПО, учебного плана, примерной учебной программы и включает:

посещение лекционных, практических занятий;
своевременную сдачу домашних заданий в соответствии с предоставленным преподавателем графиком выполнения домашних работ;

В ходе изучения дисциплины студенты выполняют домашние задания по темам, рассматриваемым на практических занятиях. Задания и варианты исходных данных выдаются преподавателем на каждом практическом занятии.

Аудиторная (контактная) работа с преподавателем проводится в рамках лекционных и практических занятий. Вне аудитории студенты самостоятельно осуществляют подготовку опорных конспектов по вопросам тематического плана дисциплины, подготовку выступлений по результатам расчетной работы (докладов с презентациями).

Виды самостоятельной работы:

- подготовка опорных конспектов, схем, таблиц;
- работа над презентацией;

- решение тестов.

В рамках реализации дисциплины предусмотрено:

- теоретическое обучение - изучение лекционного материала, учебной литературы, научных статей; знакомство с методологическими положениями по основным разделам дисциплины, периодическими статистическими изданиями и ежегодниками, нормативно-правовыми документами и актами;

- практическое обучение – подготовка к семинарским занятиям, выполнение расчетных заданий, выступление с докладами с предоставлением презентационных материалов;

- письменный и устный опрос - проверка знаний по темам курса и при завершении изучения каждого из разделов дисциплины

Для полного и своевременного освоения темы студент должен изучить лекционный материал и соответствующую теме литературу до семинарского занятия по этой теме.

Самостоятельная работа студентов, помимо освоения теоретического материала и подготовки к практическим (семинарским) занятиям, включает выполнение индивидуальных заданий в форме подготовки докладов. Доклады могут быть подготовлены отдельным студентом или в малых группах (2-3 человека). Каждый доклад должен быть объемом не менее 0,5 п.л. (12-15 стр.) с презентацией в количестве не менее 15 слайдов. Тема определяется по выбору студента (группы студентов) при согласовании с ведущим преподавателем. Задание выдается ведущим преподавателем на предшествующем практическом занятии. Сдача доклада происходит в виде выступления на семинарском занятии перед ведущим преподавателем и группой. Длительность выступления – 7 минут. Доклад оформляется в виде печатного документа в соответствии с действующими в СФУ стандартами оформления документов учебной деятельности.

Для проверки знаний и компетенций по темам в каждом разделе курса студентам предлагаются контрольные вопросы. Результирующая оценка знаний студента по каждому из разделов дисциплины складывается на основе обобщения оценок текущей работы студента и итогового контроля с учетом определенных весовых коэффициентов. Формами текущего контроля по каждому модулю являются следующие виды работ:

- работа студента в аудитории в течение семинарских занятий;
- выполнение домашней работы;
- выполнение индивидуальных и групповых заданий;
- контрольная работа по темам.

Курсовой проект связан с выбором и обоснованием технологической схемы, формированием аппаратурно-транспортной схемы, расчетом сквозных потерь и извлечений целевого компонента, а

также расчетом расходов энергетических и материальных ресурсов конкретного металлургического процесса или технологии.

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.
9.1.8	Для реализации курса используется прикладная программа для выполнения термодинамических расчетов HSC Chemistry 5.11 (Outokumpu).

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	1. 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 http://window.edu.ru/ .
9.2.2	2. 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 http://elibrary.ru .

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.

Лаборатории, оснащенные соответствующим оборудованием:

«Пирометаллургических процессов»

«Гидрометаллургических процессов»

«Металлургической переработки сырья благородных металлов»

«Металлургической переработки сырья тяжелых цветных металлов»

«Подготовки сырья к металлургической переработке»