

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»  
Кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ И.В. Зоря  
подпись  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Металлургия редких и благородных металлов»  
наименование учебной дисциплины

22.03.02 Металлургия  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Металлургия  
наименование направленности (профиля)

Квалификация выпускника  
бакалавр  
наименование

Форма обучения  
очная  
очная, очно-заочная, заочная

Срок обучения 4 года

Год начала подготовки 2019

Новокузнецк  
2019

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение свойств, областей применения редких и благородных металлов, физико-химических основ и аппаратного оформления наиболее распространенных в промышленной практике процессов их производства.

Задачами учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающихся представления о процессах и аппаратах, используемых в металлургии редких и благородных металлов, существующих и возможных технологических схемах их получения;

- правильный и обоснованный выбор основного технологического оборудования;

- обеспечение оптимальных условий работы оборудования, обеспечивающих достижение максимальной его производительности при минимальных затратах и минимальном ущербе, наносимом окружающей среде.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам по выбору вариативной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– «Химия»,

– «Неорганическая химия»,

– «Физическая химия»,

– «Материаловедение»,

– «Теория металлургических процессов»,

– «Обогащение руд»,

– «Производство цветных металлов».

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– «Металлургия тяжелых цветных металлов».

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **профессиональные компетенции:**

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-10. Способностью осуществлять и корректировать технологические	Знать: свойства редких и благородных металлов и технологию их производства; Уметь: осуществлять и корректировать технологические про-

процессы в металлургии и металлообработке	цессы в металлургии редких и благородных металлов; Владеть: навыками выполнения технологических расчетов в металлургии редких и благородных металлов.
---	--

#### 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение *лекций, практических занятий (семинаров), лабораторных работ*. Особое место в овладении учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

#### Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>7 сем.</b>
Форма промежуточной аттестации			<i>экзамен</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>		<b>144</b>
	<i>зачетных единиц</i>		<b>4</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>			36
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>			18
Практические работы, <i>академ. час.</i>			18
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>			0
Консультации, <i>академ. час.</i>			0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>			54
Контроль, <i>академ. час.</i>			18

#### Содержание учебной дисциплины

##### Раздел 1. Металлургия золота и серебра.

Содержание и задачи дисциплины. Рекомендуемая литература. Особенности металлургии благородных металлов. Мировое производство и структура потребления золота и серебра. Функция денег.

Физические и химические свойства золота и серебра.

Формы нахождения золота и серебра в рудах. Коренные и россыпные месторождения, их типы. Эксплуатируемые и перспективные источники сырья, типы руд и месторождения благородных металлов. Золото: кларк; классификация по крупности частиц самородного золота, само-

родки; минералы, примеси, поверхностные пленки, сопутствующие минералы. Серебро: кларк; крупность и форма самородного серебра, самородки, минералы, сопутствующие минералы.

Подготовка коренных руд к извлечению золота и серебра. Традиционные и современные методы классификации крупнокусковой руды. Схемы дробления и измельчения руды. Мельницы "Аэрофол", "Каскад", их достоинства и недостатки. Методы и аппаратура классификации рудных пульп. Гравитационные методы обогащения руд: традиционная и современная аппаратура, ее конструкция и работа, достоинства и недостатки. Технологические схемы перемешивания и доводки концентратов. Теоретические основы и производственный процесс амальгамации, его факторы и их влияние на показатели процесса. Способы и аппараты амальгамации. Методы обработки амальгамы. Роль процесса амальгамации в технологической схеме, его достоинства и недостатки, направления совершенствования.

Цианирование руд и концентратов. Теоретические основы: термодинамика, кинетика, механизм процесса цианирования. Электрохимическая природа растворения благородных металлов. Факторы производственного процесса цианирования и их влияние на скорость и полноту процесса. Гидролиз цианистых растворов. Защитная щелочь. "Утомляемость" цианистых растворов. Методы цианирования, аппаратура традиционная и современная, достоинства и недостатки. Сравнительный анализ технологических схем с измельчением руды в воде и в цианистом растворе. Вспомогательные процессы. Обезвоживание. Способы обезвоживания. Аппаратура традиционная и современная. Фильтрация и промывка. Аппаратура, ее классификация по принципу действия, давлению, конструкции. Достоинства и недостатки различных типов традиционной и современной аппаратуры. Выделение благородных металлов из цианистых растворов. Методы выделения. Теоретические основы процесса цементации золота и серебра цинком. Технологические факторы производственного процесса и их влияние на показатели цементации. Аппаратура традиционная и современная, ее достоинства и недостатки. Обработка золото-цинковых осадков.

Сорбционно-экстракционные процессы извлечения золота и серебра из растворов и пульп. Теоретические основы ионообменного процесса извлечения золота и серебра из растворов. Иониты, применяемые в цианистом процессе. Процесс сорбционного выщелачивания, технологические схемы и основные технологические параметры процесса. Аппаратура процесса цианирования и сорбционного выщелачивания. Ее конструкция, работа, достоинства и недостатки. Элюация сорбированного золота и примесей. Конструкция и работа регенерационной колонны, ее достоинства и недостатки. Технологические схемы переработки товарного регенерата методом электролиза. Достоинства и недостатки сорбционной технологии извлечения золота и серебра, пути ее совершенствования. Теоретические основы сорбционного процесса извлече-

ния золота и серебра на активных углях. Типы углей, их достоинства и недостатки. Технологические схемы и аппаратура извлечения золота и серебра из пульп, бедных растворов и сточных вод. Сравнительная технико-экономическая оценка метода "уголь в пульпе". Теоретические основы экстракционного метода извлечения золота и серебра из растворов. Экстрагенты, их свойства и характеристики. Технологические схемы и аппаратура. Достоинства и недостатки метода. Пути его совершенствования.

Извлечение благородных металлов из медеэлектролитных шламов. Химический и вещественный состав медеэлектролитных шламов, способы их переработки.

Схемы и практика работы золотоизвлекательных фабрик. Основные схемы переработки кварцевых и упорных золотосодержащих руд и концентратов. Выбор, анализ и расчет технологических схем комплексной переработки рудного сырья.

Аффинаж золота и серебра. Цели и особенности процесса аффинажа драгоценных металлов. Сырье и его состав. Классификация методов аффинажа. Аффинаж серебра электролитическим методом. Теоретические основы, аппаратура процесса. Переработка анодного скрапа и шлама, отработанного электролита, приготовление свежего электролита. Аффинаж золота электролитическим методом. Теоретические основы, аппаратура процесса. Переработка анодного скрапа и шлама, переработка отработанного электролита. Способы и аппаратура приготовления свежего электролита.

Очистка сточных вод и обезвреживание хвостов золотоизвлекательных заводов. Методы и схемы, их достоинства и недостатки, разработка новых методов. Бессточная технология и ее значение для охраны окружающей среды.

## Раздел 2. Metallургия редких металлов.

Классификация редких металлов. Особенности металлургии редких металлов.

Свойства и области применения молибдена и его соединений. Минералы, руды, месторождения руд. Способы переработки молибденитовых концентратов пиро- и гидрометаллургическими методами. Производство чистого триоксида молибдена. Техника безопасности и охрана окружающей среды при производстве молибдена.

Свойства и области применения вольфрама и его соединений. Минералы, руды, месторождения руд. Способы переработки вольфрамовых концентратов. Переработка растворов вольфрамата натрия. Производство чистого триоксида вольфрама. Техника безопасности и охрана окружающей среды при производстве вольфрама.

## 5 Перечень тем лекций

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лекций	Трудо- емкость, <i>академ. час.</i>
1	Металлургия золота и серебра	18
2	Металлургия редких металлов	18
<b>ИТОГО</b>		<b>36</b>

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела/ темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудо- емкость, <i>академ. час.</i>
1-2	Технологические расчеты основных процессов и аппаратов в металлургии редких и благородных металлов	16
1 – 2	Семинар «Применение редких и благородных металлов»	2
<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>

## 7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудо- емкость, <i>академ. час.</i>
1	Извлечение благородных металлов из медеелектролитных шламов с применением сульфатизирующего обжига.	10
1-2	Переработка медеелектролитных шламов методом спекания с содой.	8
<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>

## 8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудо- емкость, <i>академ. час.</i>
<b>ИТОГО</b>		<b>0</b>

## 9 Виды самостоятельной работы

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, <i>академ. час.</i>
1-2	1 Изучение лекционного материала, составление конспекта лекций.	10
1-2	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	10

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
1-2	3 Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета по лабораторной работе.	10
1-2	4 Подготовка к семинару.	14
1-2	6 Подготовка к текущему контролю.	10
Контрольная работа	Выполнение контрольной работы.	0
Курсовая работа (проект)	Выполнение курсовой работы (проекта).	0
Контроль	Подготовка к экзамену.	18
<b>ИТОГО</b>		<b>72</b>

## 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### а) основная литература:

1. Масленицкий И. Н. *Металлургия благородных металлов* : учебник для вузов / И. Н. Масленицкий. – М. : *Металлургия*, 1972. – 367 с.

2. Севрюков Н. Н. *Общая металлургия* : учебник для вузов / Н.Н. Севрюков, Б.А. Кузьмин, Е.В. Челищев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : *Металлургия*, 1976. – 568 с.

3. Зеликман, А.Н. *Металлургия тугоплавких редких металлов* : учебник для вузов. – М. : *Металлургия*, 1986. – 440 с.

4. Зеликман, А.Н. *Металлургия редких металлов* : учебник для вузов / А.Н. Зеликман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : *Металлургия*, 1991. – 431 с.

### б) дополнительная литература:

1. Котляр Ю.А. *Металлургия благородных металлов* : Учебник. В 2 кн. Кн. 1 / Ю.А. Котляр, М.А. Меретуков, Л.С. Стрижко. – М. : МИСИС; Издательский дом «Руда и Металлы», 2005. – 432 с.

2. Котляр Ю.А. *Металлургия благородных металлов* : Учебник. В 2 кн. Кн. 2 / Ю.А. Котляр, М.А. Меретуков, Л.С. Стрижко. – М. : МИСИС; Издательский дом «Руда и Металлы», 2005. – 484 с.

### в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3 Университетская библиотека ONLINE : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 ЭБС ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7 Электронно-библиотечная система eLibrary / ООО «РУНЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке.

8 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 – ]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

**г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:** ABBYY FineReader 11, Kaspersky Endpoint Security, AutoCAD 2013, «Программное обеспечение «Руконтекст», 7-Zip, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2007, ProjectLibre 1.6, Microsoft Windows 7.

**д) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

3 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

## **11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, в том числе: *учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа (лекций), оборудованную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором; учебную аудиторию для проведения*



занятий семинарского типа (практических занятий, лабораторных работ), оснащенную следующим оборудованием: муфельная печь, весы электронные аналитические, дистиллятор, вытяжной шкаф, сушильный шкаф; учебную аудиторию для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составители:

д.т.н., профессор, зав. кафедрой МЦМиХТ

Г.В. Галевский

д.т.н., профессор, профессор кафедры МЦМиХТ

В.В. Руднева

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МЦМиХТ, протокол № 328 от «18» марта 2019 г.

Зав. кафедрой МЦМиХТ

наименование профильной  
кафедры

Г.В. Галевский

инициалы, фамилия

Согласовано:

Старший методист  
методического отдела

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

## Приложение А

**Аннотация**  
**рабочей программы дисциплины**  
**«Металлургия редких и благородных металлов»**  
наименование учебной дисциплины  
**по направлению подготовки (специальности)**  
**22.03.02 Metallургия**  

---

код и наименование направления подготовки (специальности)  
**(направленность (профиль) «Металлургия»)**  
**форма обучения – очная**

### 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение свойств, областей применения редких и благородных металлов, физико-химических основ и аппаратурного оформления наиболее распространенных в промышленной практике процессов их производства.

Задачами учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающихся представления о процессах и аппаратах, используемых в металлургии редких и благородных металлов, существующих и возможных технологических схемах их получения;
- правильный и обоснованный выбор основного технологического оборудования;
- обеспечение оптимальных условий работы оборудования, обеспечивающих достижение максимальной его производительности при минимальных затратах и минимальном ущербе, наносимом окружающей среде.

### 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам по выбору вариативной части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- «Химия»,
- «Неорганическая химия»,
- «Физическая химия»,
- «Материаловедение»,
- «Теория металлургических процессов»,
- «Обогащение руд»,
- «Производство цветных металлов».

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– «Металлургия тяжелых цветных металлов».

### 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **профессиональные компетенции:**

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-10. Способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и металлообработке	Знать: свойства редких и благородных металлов и технологию их производства; Уметь: осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии редких и благородных металлов; Владеть: навыками выполнения технологических расчетов в металлургии редких и благородных металлов.

### 4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>7 сем.</b>
Форма промежуточной аттестации			<b>экзамен</b>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>		<b>144</b>
	<i>зачетных единиц</i>		<b>4</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>			36
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>			18
Практические работы, <i>академ. час.</i>			18
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>			0
Консультации, <i>академ. час.</i>			0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>			54
Контроль, <i>академ. час.</i>			18

### 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы): Металлургия золота и серебра; Металлургия редких металлов.

### 6 Составители:

д.т.н., профессор, зав. кафедрой МЦМиХТ

Г.В. Галевский

д.т.н., профессор, профессор кафедры МЦМиХТ

В.В. Руднева