

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.16 Metallургические технологии

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Направленность (профиль)

22.03.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Форма обучения

очная

Год набора

2019

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. техн. наук, доцент, Марченко Наталья Владимировна; канд. техн.

наук, доцент, Ковтун Ольга Николаевна

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Программа дисциплины «Металлургические технологии» составлена для студентов, обучающихся по направлению «Металлургия» и предусматривает изучение основ технологических процессов получения цветных металлов из рудного сырья, принципов разработки технологических схем производства цветных металлов и знакомство студентов с основным оборудованием, необходимым для осуществления металлургических операций, составляющих технологические схемы.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В задачи изучения дисциплины входит приобретение навыков, позволяющих описывать конкретные металлургические процессы с точки зрения практического их осуществления в зависимости от химического и минералогического состава предлагаемых для переработки руд и концентратов, получение представлений о возможности применения соответствующего оборудования и умение рассчитывать основные металлургические процессы и выбирать оборудование, необходимое для осуществления этих процессов.

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: готовностью использовать фундаментальные общинженерные знания</b>	
ОПК-1: готовностью использовать фундаментальные общинженерные знания	Знать химизм металлургических процессов Уметь использовать химические законы для объяснения параметров металлургических процессов  Владеть навыком использования законов химии и математики для выполнения металлургических расчетов
<b>ОПК-4: готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач</b>	
ОПК-4: готовностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	Знать основные технологические схемы производства цветных металлов, их достоинства и недостатки Уметь анализировать параметры и показатели технологических процессов. Владеть навыком расчета материальных балансов металлургических операций
<b>ПК-9: готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач</b>	

ПК-9: готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач	знать методы расчета материальных балансов отдельных металлургических операций и технологических схем, применяемое оборудование для осуществления процесса
	уметь проводить расчеты металлургических процессов, определять достоверность полученных результатов владеть навыками проведения расчетов различных металлургических процессов

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

URL-адрес и название электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=23908>.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>4,5 (162)</b>		
занятия лекционного типа	2,5 (90)		
практические занятия	2 (72)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>5,5 (198)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Нет		
курсовая работа (КР)	Да		
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>2 (72)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Metallurgy of heavy non-ferrous metals</b>									
	1. Тема 1. Свойства, сырьевая база, история производства и применения свинца и цинка.	1							
	2. Тема 2. Принципы формирования технологических схем производства свинца. Разновидности свинцовых плавков	1							
	3. Тема 3. Агломерирующий обжиг - назначение, химизм, практическое осуществление, оборудование	2							
	4. Тема 4. Шахтная восстановительная плавка - химизм процесса, продукты плавки, устройство и показатели работы печи. Способы переработки шлаков (фьюмингование, вельцевание)	2							
	5. Тема 5. Сравнительная оценка реакционных плавков - в горнах, короткобарabanной печи, в электропечи, в аппарате КИВЦЭТ - ЦС.	2							

6. Тема 6. Методы рафинирования чернового свинца. Технологическая схема пиromеталлургического рафинирования, последовательность операций, реагенты, химизм, получаемые продукты, оборудование, условия осуществления	2							
7. Тема 7. Технологические схемы получения цинка. Обжиг в технологии получения цинка пиро- и гидрометаллургическим способом. Химизм обжига. Оборудование. Продукты.	2							
8. Тема 8. Выщелачивание - назначение операции, схемы, химизм, оборудование. Способы очистки раствора от примесей - гидrolитическая, цементационная, химическая. Схемы очистки. Оборудование.	2							
9. Тема 9. Электролитическое осаждение цинка из сульфатного цинкового раствора. Катодный и анодный процесс. Перенапряжение водорода и факторы влияющие на него. Конструкция электролизных ванн. Показатели процесса	2							
10. Тема 10. Пиromеталлургическая технология получения цинка. Агломерирующий обжиг, дистилляция, рафинирование. Химизм процессов, показатели, продукты. Оборудование	2							
11. Тема 11. Свойства, сырьевая база, история производства и применение меди и никеля. Принципиальные технологические схемы переработки сульфидных медных, медно-никелевых и окисленных никелевых руд.	2							

12. Тема 12. Плавки медных, медно-никелевых и никелевых руд и концентратов на штейн. Общая характеристика процессов плавки. Отражательная плавка медных концентратов. Роль окислительного обжига при подготовке концентратов к плавке. Особенности плавки огарка. Электроплавка. Шахтная плавка (пиритная, полупиритная, медно-серная). Конструкция печей.	2							
13. Тема 13. Автогенные процессы плавки сульфидных концентратов и их сравнительный анализ. Плавка во взвешенном состоянии (финская плавка, КФП, КИВЦЭТ) и плавка в расплаве (плавка Ванюкова). Химизм процессов, особенности окисления сульфидов, показатели процессов, характеристика продуктов плавки. Конструкция печей.	4							
14. Тема 14. Восстановительно-сульфидирующая плавка окисленных никелевых руд на штейн в шахтной печи - состав шихты, химизм процесса, особенности конструкции печи. Плавка окисленных никелевых руд на ферроникель.	2							
15. Тема 15. Конвертирование медных, медно-никелевых и никелевых штейнов. Теоретические основы процесса. Химизм процесса. Продукты конвертирования. Тепловой режим процесса. Устройство конвертора.	2							
16. Тема 16. Переработка никелевых и медно-никелевых файнштейнов. Способы разделения меди и никеля медно-никелевого файнштейна (флотация, карбонильный процесс). Обжиг. Восстановительная плавка закиси никеля. Продукты. Оборудование	2							



17. Тема 17. Рафинирование черновой меди - огневое и электролитическое. Назначение процессов. Химизм. оборудование. Показатели.	2							
18. Тема 18. Электролитическое рафинирование никеля. Анодный и катодный процесс. Состав электролита. Конструкция ванн. Способы очистки никелевого электролита (анолита) от примесей	2							
19. Тема 1. Стехиометрические расчеты. Расчет рационального состава руды/концентрата			2					
20. Тема 2. Расчет состава шихты агломерирующего обжига свинцовых концентратов			2					
21. Тема 3. Расчет процесса обжига цинковых концентратов в печах КС			2					
22. Тема 4. Расчет процесса выщелачивания цинкового огарка			4					
23. Тема 5. Расчет основных показателей автогенной плавки			2					
24. Тема 6. Расчет материального и теплового баланса автогенной плавки			4					
25. Тема 7. Расчет основных показателей электролитического рафинирования меди и никеля			2					
26. Закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних работ. Подготовка к контрольным работам.							72	
<b>2. Metallurgy of non-ferrous metals</b>								

1. Тема 19. Общие сведения о благородных металлах. Состояние производства и потребления. Развитие производства. Физические и химические свойства благородных металлов.	2							
2. Тема 20. Руды и минералы золота и серебра. Формы нахождения золота и серебра в рудах.	2							
3. Тема 21. Компоновка технологических схем переработки различных типов золотосодержащего сырья	2							
4. Тема 22. Механическая подготовка руды. Гравитационные методы извлечения золота. Методы переработки гравитационных концентратов - амальгамация, плавка золотой головки.	2							
5. Тема 23. Гидрометаллургические методы переработки золотосодержащего сырья. Цианирование.	2							
6. Тема 24. Практика цианирования. Схемы цианирования	2							
7. Тема 25. Разделение золотосодержащей пульпы	2							
8. Тема 26. Выделение золота из цианистых растворов цементацией. Переработка цементного осадка	2							
9. Тема 27. Сорбционное выщелачивание золотосодержащих руд. Электролитическое выделение золота из тиомочевинного элюата.	2							
10. Тема 8. Количественные определения в операциях обогащения			2					
11. Тема 9. Выщелачивание руд благородных металлов. Термодинамика растворения			4					
12. Тема 10. Металлургические расчеты выщелачивания			4					

13. Тема 11. Отделение растворов от осадка. Расчет промывки осадков			4					
14. Тема 12. Цементация благородных металлов из растворов			4					
15. Закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних работ. Подготовка к контрольным работам.							54	
16.								
<b>3. Metallurgy of light metals</b>								
1. Тема 28. Сырье для производства легких металлов - минералы, руды. Области применения легких металлов. Состояние производства легких металлов.	2							
2. Тема 29. Производство глинозема из бокситов (по способу Байера и способу спекания) и нефелинов. Технологические схемы. Химизм. оборудование. Показатели.	4							
3. Тема 30. Производство фтористых солей. Требования к криолиту, фториду натрия, фториду алюминия. Плавиковый шпат - источник производства криолита и фтористых солей. Месторождения и способы обогащения плавикового шпата. Производство искусственного криолита	1							
4. Тема 31. Производство электродов угольных и графитизированных	1							
5. Тема 32. Криолит-глиноземные расплавы. Основные требования к электролитам. Влияние добавок фторидов магния, кальция, лития на свойства электролита.	1							

6. Тема 33. Производства алюминия электролизом расплавленных солей. Электродные реакции. Показатели процесса, выход по току и расход электроэнергии. Конструкция электролизных ванн. Ванны с самообжигающимися и обожженными анодами. Катодное устройство. Анодное устройство. Токоподвод (боковой и верхний). Ошиновка электролизеров	3							
7. Тема 34. Технология процесса электролиза. Электролизный цех. Расположение ванн в корпусе. Транспортировка основных материалов. Газоотсос и газоочистка. Регенерация фтористых солей	2							
8. Тема 35. Рафинирование алюминия - переплавкой, трехслойное электролитическое рафинирование. Области применения алюминия высокой чистоты, его свойства. Способы получения особо чистого алюминия: зонная плавка, метод дистилляции через субфторид алюминия.	2							
9. Тема 36. Технологические схемы подготовки сырья для получения магния электролизом и термическим способом. Химизм. Оборудование. Показатели. Преимущества и недостатки технологий.	2							
10. Тема 13. Свойства алюминатных растворов (расчет процентного состава, общего и каустического модулей и др.)			2					
11. Тема 14. Расчет технологических параметров при использовании способа Байера (кремниевый модуль, выход глинозема, параметров разложения растворов, Т:Ж и др.)			4					

12. Тема 15. Расчет материальных балансов при производстве глинозема способом спекания			4					
13. Тема 16. Применение законов Фарадея в технологических расчетах при производстве алюминия			4					
14. Тема 17. Расчет элементов материального баланса электролиза алюминия (расход глинозема, электродов, фтористых солей при электролизе и др.)			4					
15. Закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних работ. Подготовка к контрольным работам. Выполнение курсовой работы.							36	
<b>4. Metallurgy редких металлов</b>								
1. Тема 37. Общие сведения о редких металлах. Классификация. Особенности производства.	2							
2. Тема 38. Metallurgy молибдена. Физические и химические свойства молибдена. Области применения. Источники сырья.	2							
3. Тема 39. Технология производства ферромolibдена и молибдена	2							
4. Тема 40. Metallurgy германия. Физические и химические свойства. Области применения. Источники сырья	2							
5. Тема 41. Первичная обработка германиевого сырья. Получение германиевого концентрата. Вскрытие германиевого концентрата.	2							
6. Тема 42. Технология производства германия из концентрата. Рафинирование германия.	2							

7. Тема 43. Metallургия галлия. Физические и химические свойства галлия. Области его применения. Источники сырья для получения галлия	2							
8. Тема 44. Поведения галлия в производстве глинозема и алюминия высокой чистоты. получение галлиевых концентратов	2							
9. Тема 45. Технология получения металлического галлия и его рафинирования	2							
10. Тема 18. Расчет процесса окислительного обжига молибденитового концентрата в кипящем слое			4					
11. Тема 19. Расчет процесса аммиачного выщелачивания молибденовых огарков			2					
12. Тема 20. Расчет процесса возгонки молибденового ангидрида из огарка			2					
13. Тема 21. Расчет процесса разложения германиевого концентрата			4					
14. Тема 22. Расчет процесса гидролиза тетрахлорида германия			2					
15. Тема 23. Расчет процесса получения металлического германия восстановлением водородом			2					
16. Тема 24. Расчет процесса цементации галлия галламой алюминия			2					
17. Закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних работ. Подготовка к контрольным работам. Выполнение курсовой работы.							36	
18.								
Всего	90		72				198	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

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).
2. Уткин Н.И. Производство цветных металлов(М.: Интермет Инжиниринг).
3. Москвитин В. И., Николаев И. В., Фомин Б. А. Металлургия легких металлов: учебник для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов" направления подготовки "Металлургия"(Москва: Интермет инжиниринг).
4. Галевский Г. В., Кулагин Н. М., Минцис М. Я. Экология и утилизация отходов в производстве алюминия: учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Металлургия"(Москва: Флинта).
5. Гудима Н. В., Шейн Я. П. Краткий справочник по металлургии цветных металлов(Москва: Металлургия).
6. Гальнбек А. А., Шалыгин Л. М., Шмонин Ю. Б. Расчеты пирометаллургических процессов и аппаратуры цветной металлургии: учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов"(Челябинск: Металлургия).
7. Аграновский А. А., Берх В. И., Кавина В. А., Левин М. В., Ляпунов А. Н. Справочник металлурга по цветным металлам. Производство глинозема(Москва: Металлургия).
8. 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).
9. Шиврин Г. Н. Металлургия свинца и цинка: учебник для техникумов цветной металлургии(Москва: Металлургия).
10. Ветюков М. М., Цыплаков А. М., Школьников С. Н. Электрометаллургия алюминия и магния: учебник для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов"(Москва: Металлургия).
11. Зеликман А. Н., Коршунов Б. Г. Металлургия редких металлов: учебник для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов"(Москва: Металлургия).
12. Борисоглебский Ю. В., Галевский Г. В., Кулагин Н. М., Минцис М. Я., Сиразутдинов Г. А. Металлургия алюминия: учебное пособие для вузов по направлению "Металлургия" и специальности "Металлургия цветных металлов"(Новосибирск: Наука).
13. Лайнер А. И., Еремин Н. И., Лайнер Ю. А., Певзнер И. З. Производство

- глинозема: учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов"(Москва: Metallurgy).
14. Стрижко Л. С. Metallurgy золота и серебра: учебное пособие для вузов по спец. 110200 - "Metallurgy цветных металлов"(Москва: МИСиС).
  15. Ванюков А. В., Уткин Н. И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья: учебник для вузов(Челябинск: Metallurgy).
  16. Барченков В.В. Основы сорбционной технологии извлечения золота и серебра из руд(Москва: Metallurgy).
  17. Зеликман А. Н. Metallurgy тугоплавких редких металлов: учебник для студентов вузов по специальности "Metallurgy цветных металлов"(Москва: Metallurgy).
  18. Мечев В. В., Быстров В. П., Тарасов А. В., Гречко А. В., Мазурчук Э. Н. Автогенные процессы в цветной металлургии(Москва: Metallurgy).
  19. Гузь С. Ю., Барановская Р. Г. Производство криолита, фтористого алюминия и фтористого натрия(Москва: Metallurgy).
  20. Ивановский М. Д., Зефиоров А. П. Metallurgy золота: учеб. пособие (Москва: ОНТИ НКТП).
  21. Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М., Воскобойников В. Г. Общая металлургия: Учеб. для металлург. спец. вузов(Москва: Metallurgy).
  22. Щеголев В. И., Лебедев О. Б. Электролитическое получение магния (Москва: Руда и металлы).
  23. Бледнов Б. П., Марченко Н. В. Metallurgy меди и никеля: учебное пособие для вузов по специальности "Metallurgy цветных металлов"(Красноярск: Красноярский университет цветных металлов и золота [ГУЦМиЗ]).
  24. Дашкевич Р. Я. Производство глинозема. Сырьевая база алюминиевой промышленности: учебное пособие(Красноярск: Красноярская академия цветных металлов и золота [ГАЦМиЗ]).
  25. Михалев Ю. Г. Способы выражения состава раствора расплавленных солей: Практикум: учебное пособие(Красноярск: Изд-во КГАЦМиЗ).
  26. Спектор О. В., Марченко Н. В. Рафинирование черного свинца: учебное пособие(Красноярск: Красноярский университет цветных металлов и золота [ГУЦМиЗ]).
  27. Михнев А. Д., Колмакова Л. П., Ковтун О. Н. Расчеты технологических процессов в металлургии тугоплавких редких металлов: учеб. пособие для вузов по спец. "Metallurgy цветных металлов"(Красноярск: Красноярский университет цветных металлов и золота [ГУЦМиЗ]).
  28. Бледнов Б. П. Автогенные процессы в металлургии меди и никеля: учебное пособие(Красноярск: Красноярская академия цветных металлов и золота [ГАЦМиЗ]).
  29. Марченко Н. В., Вершинина Е. П., Гильдебрандт Э. М., Бледнов Б. П. Metallurgy тяжелых цветных металлов: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск: ИПК СФУ).
  30. Ковтун О. Н., Колмакова Л. П. Metallurgy редких металлов. Германий:



учеб.-метод. пособие для курсового проектирования и практ. занятий для студентов спец. 150102.65 "Металлургия цветных материалов"(Красноярск: СФУ).

31. Исаева Л. А., Васюнина Н. В., Симакова О. Н. Metallургия легких металлов: практикум(Красноярск: СФУ).
32. Марченко Н. В., Вершинина Е. П., Гильдебрандт Э. М. Подготовка и обжиг сульфидных цинковых концентратов: учебное пособие для вузов по направлению 150100 "Metallургия"(Красноярск: Сибирский федеральный университет [СФУ]).
33. Самарянова Л. Б., Лайнер А. И. Технологические расчеты в производстве глинозема: учебное пособие для техникумов цветной металлургии(Москва: Metallургия).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Основные средства Microsoft Office
2. Презентационная программа PowerPoint
3. Программные продукты - Word, Excel

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронно-библиотечная система СФУ обеспечивает для обучающихся доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

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

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях с применением проектора, интерактивной доски и ПЭВМ.

Аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду СФУ.