

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

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМЦ ТФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов

наименование кафедры

Шиманский А.Ф.

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕОРИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ**  
**ПРОЦЕССОВ**

Дисциплина Б1.В.09 Теория металлургических процессов

Направление подготовки /  
специальность 22.03.01 Материаловедение и технологии  
материалов профиль подготовки  
22 03 01 00 02 Физико-химия материалов и

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

профиль подготовки 22.03.01.00.02 Физико-химия материалов и процессов

---

Программу  
составили

канд. техн. наук, Доцент, Симонова Н.С.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины "Теория металлургических процессов" освоение теоретических основ пирометаллургических процессов производства черных, цветных и редких металлов; описание термодинамики и кинетики этих процессов и выбор оптимальных условий их проведения.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

- освоить понятийный и методологический аппарат современной науки;
- изучить основные приемы самостоятельной учебно-познавательной деятельности в информационной среде пирометаллургического производства металлов;
- ознакомиться с современным научно-техническим уровнем развития теории металлургических процессов;
- сформировать способности мобилизации теоретических знаний и практических умений в решении металлургических задач;
- создать представление об инженерной деятельности в целом в области теории металлургических процессов;
- сформировать основы металлургического мировоззрения.

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

<b>ПК-9:готовностью участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами</b>	
Уровень 1	Знать основные процессы производства и рафинирования металлов; способы управления технологическими металлургическими процессами.
Уровень 1	Уметь применять знания о получении и рафинирования металлов, системы управления технологическими металлургическими процессами.
Уровень 1	Владеть знаниями о процессах производства и рафинирования металлов; методами определения возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценки их последствий.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной

программы

Дисциплина "Теория металлургических процессов" относится к циклу дисциплин по выбору вариативной части учебного плана.

Для изучения дисциплины студентам необходимо усвоить следующие дисциплины:

Физическая химия неорганических материалов

Физическая химия

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данного курса, могут быть использованы при выполнении научно-исследовательских работ и выпускной квалификационной работы.

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=32418>

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		7	8
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5 (180)</b>	<b>3 (108)</b>	<b>2 (72)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,5 (90)</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1 (36)</b>
занятия лекционного типа	1,5 (54)	1 (36)	0,5 (18)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы			
лабораторные работы			
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>2,5 (90)</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</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	Введение. Термодинамика, механизм и кинетика процессов диссоциации химических соединений.	9	4	0	14	ПК-9
2	Термодинамика и кинетика газовых реакций.	9	5	0	12	ПК-9
3	Термодинамика окислительно-восстановительных процессов пирометаллургических процессов.	9	5	0	16	ПК-9
4	Строение и свойства металлургических шлаков.	9	4	0	12	ПК-9
5	Пирометаллургические процессы с участием сульфидов металлов.	9	9	0	18	ПК-9
6	Физические методы рафинирования металлов. Заключение.	9	9	0	18	ПК-9

Всего	54	36	0	90	
-------	----	----	---	----	--

### 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	Конденсатная и газообразная диссоциация соединений. Влияние температуры, исходных давлений газов в системе и фазовых переходов на прочность соединений. Диссоциация сложных соединений и оксидов металлов с различной степенью окисления. Диссоциация оксидов металлов при наличии в системе растворов. Механизм и кинетика процессов диссоциации химических соединений.	9	0	0
2	2	Реакции горения H <sub>2</sub> , CO и CO <sub>2</sub> . Кинетика горения водорода и углерода.	9	0	0
3	3	Термодинамика восстановления металлов из оксидов водородом и углеродом. Металлотермия. Окислительное рафинирование металлов. Раскисление металлов.	9	0	0

4	4	<p>Основность и кислотность шлаков. Строение твёрдых силикатов. Ионная теория строения силикатных расплавов. Диаграммы плавкости оксидных систем. Электропроводность и вязкость шлаковых расплавов. Поверхностные свойства шлаковых расплавов и снижение потерь металлов со шлаками.</p>	9	0	0
5	5	<p>Свойства серы и сульфидов цветных металлов. Диаграммы состояния систем в координатах Т-Х и Р-Т. Особенности плавки сульфидных руд и концентратов. Взаимодействие между оксидами и сульфидами металлов. Обжиг сульфидов металлов. Применение изотермических диаграмм парциальных давлений для анализа равновесий в системах металл-сера-кислород.</p>	9	0	0
6	6	<p>Ликвационное рафинирование металлов. Очистка металлов методами направленной кристаллизации. Рафинирование металлов и промпродуктов методами испарения и конденсации.</p>	9	0	0
Итого			54	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

			Объем в акад. часах		
--	--	--	---------------------	--	--



			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Конденсатная и газообразная диссоциация химических соединений. Диссоциация оксидов и карбонатов металлов. Диссоциация оксидов металлов при наличии в системе растворов.	4	0	0
2	2	Реакции горения H <sub>2</sub> , CO и CO <sub>2</sub> .	5	0	0
3	3	Термодинамика восстановления металлов из оксидов водородом и углеродом. Металлотермия. Окислительное рафинирование металлов. Раскисление металлов.	5	0	0
4	4	Бинарные диаграммы состояния систем. Тройные диаграммы состояния систем.	4	0	0
5	5	Применение изотермических диаграмм парциальных давлений для анализа равновесий в системах металлов.	9	0	0
6	6	Ликвационное рафинирование металлов. Очистка металлов методами направленной кристаллизации.	9	0	0
Всего			26	0	0

### 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	Белоусова Н. В., Белоусов О. В., Ясинский А. С.	Теория металлургических процессов: учебник для студентов, обучающихся по специальности "Металлургия"	Красноярск: СФУ, 2021
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Погодаев А. М., Погодаева И. А.	Теория пирометаллургических процессов: [сборник задач]	Красноярск: СФУ, 2007
Л2.2	Погодаев А. М., Погодаева И. А.	Основы теории пирометаллургических процессов: учеб. пособие для студентов (бакалавров, преподавателей) спец. 110200 "Металлургия цветных металлов"	Красноярск: ГУЦМиЗ, 2004
Л2.3	Погодаева И. А., Погодаев А. М.	Основы физической химии и теории металлургических процессов: учебное пособие для специальностей 060800 "Экономика и управление на предприятии", 210200 "Автоматизированные технологии и производства" и 110800 "Порошковая металлургия, композиционные материалы и покрытия": рекомендовано СИБРУМЦ	Красноярск: Изд-во КГАЦМиЗ, 2002
Л2.4	Попель С. И., Сотников А. И., Бороненков В. Н.	Теория металлургических процессов: учебное пособие для металлургических специальностей вузов	Москва: Металлургия, 1986
Л2.5	Ванюков А. В., Зайцев В. Я.	Теория пирометаллургических процессов: учебное пособие для вузов по специальности "Металлургия цветных металлов"	Москва: Металлургия, 1973
Л2.6	Ванюков А. В., Уткин Н. И.	Комплексная переработка медного и никелевого сырья: учебник для вузов	Челябинск: Металлургия, 1988
Л2.7	Есин О. А., Гельд П. В.	Физическая химия пирометаллургических процессов: Ч. 1. Реакция между газообразными и твердыми фазами	Свердловск: Металлургиздат, 1962

Л2.8	Есин О. А., Гельд П. В.	Физическая химия пирометаллургических процессов: Ч. 2. Взаимодействия с участием расплавов	Москва: Металлургия, 1966
Л2.9	Вольский А. Н., Сергиевская Е. М.	Теория металлургических процессов: учеб. пособие для вузов	Москва: Металлургия, 1968
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Белоусова Н. В.	Теория пирометаллургических процессов: учеб.-метод. пособие для лаб. работ [для студентов спец. 150400.62.02 "Металлургия цветных металлов"]	Красноярск: СФУ, 2012

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

Самостоятельная работа студентов ставит целью расширение и закрепление знаний и умений, получаемых на лекциях и практических занятиях. В этом случае наиболее эффективными будут следующие формы проведения СРС:

- систематическое чтение и конспектирование литературы по вопросам изучаемой дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям и промежуточному контролю знаний;
- самостоятельное углубленное изучение узловых вопросов учебной программы, недостаточно освещенных в лекционном курсе;
- подготовка студентов к зачету или экзамену.

Для подготовки к практическим занятиям, на которых рассматриваются теоретические вопросы по применению материала лекционного курса для решения практических задач, требуется разное количество времени в зависимости от сложности материала, общим объемом 90 ч.

Задания на самостоятельную работу выдаются преподавателем, читающим дисциплину. При подготовке к занятиям, зачету или экзамену и при решении задач студенты используют литературу, рекомендованную преподавателем и приведенную в методических указаниях по практическим и лабораторным работам.

На самостоятельное изучение выносятся следующие темы:

По разделу 1:

- Связь термодинамики и термической прочности оксидных соединений.
- Прочность шлаков на основе  $\text{CaO-SiO}_2$ ,  $\text{FeO-SiO}_2$  в зависимости от температуры при образовании чугуна и при получении

меди и никеля.

- Температурная диссоциация карбонатов металлов, сульфатов и сульфидов.

- Кинетика процессов диссоциации сложных оксидных и сульфидных систем.

По разделу 2:

- Зависимость остаточной концентрации металла-примеси от химического сродства металла-примеси к кислороду;

- Какие металлы могут быть подвержены окислительному рафинированию;

- Влияние капиллярного давления на момент зарождения пузырька в расплаве металла, шлака;

- Раскислительные процессы при выплавке стали.

По разделу 3:

- Получение меди и никеля из сульфидных руд;

- Особенности получение свинца из сульфидных руд;

- Особенности получения цинка из полиметаллических сульфидных руд.

По разделу 4:

- Применение методов рафинирования при получении полупроводниковых материалов;

- Вакуумное рафинирование металлов от примесей при производстве высококачественных сталей;

- Метод зонной перекристаллизации по Пфану и использование его при производстве полупроводников.

По разделу 5:

- Представление цепных химических реакций по Н.Н. Семенову и в частности реакции горения водорода;

- Термодинамика восстановительных реакций металлов из оксидов с использованием различного рода восстановителей;

- Особенность металлотермического восстановления металлов с участием чистых конденсированных фаз.

По разделу 6:

- Классификация шлаков в черной и цветной металлургии;

- Теория строения силикатных расплавов О.А. Есина;

- Температурная зависимость электропроводности жидких шлаков по Френкелю.

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

**9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	нет.
-------	------

**9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	нет.
-------	------

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

Кафедра располагает необходимой материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов деятельности в процессе изучения дисциплины «Теория металлургических процессов», и соответствует требованиям государственного образовательного стандарта подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов».