

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

Б1.В.08 Теория металлургических процессов

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

22.04.02 Металлургия

Направленность (профиль)

22.04.02.02 Металлургия цветных металлов

Форма обучения

очная

Год набора

2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

д-р хим. наук, Профессор, Н.В. Белоусова

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины – приобретение и углубление знаний в области теории металлургических процессов, необходимых для грамотного, научно обоснованного подхода к анализу результатов исследований металлургических систем и технологических ситуаций.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

- приобретение общекультурных и профессиональных компетенций, которые помогут использовать теорию металлургических процессов при описании многокомпонентных систем, использовать термодинамический метод в металлургических технологиях; дадут возможность эффективно применять теорию в профессиональной деятельности.

### 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>ПК-3: Способен осуществлять научное руководство в области производства глинозема</b>	
ПК-3.2: Оценивает результаты технологических исследований, формирует отчетную документацию	знает основные законы термодинамики и кинетики знает возможности физической химии в плане трактовки термодинамических расчетов и результатов кинетических исследований гидро- и пирометаллургических процессов знает основы физико-химического анализа многокомпонентных гетерогенных систем умеет выполнять термодинамические расчеты умеет определять кинетические характеристики гидро- и пирометаллургических процессов на основании экспериментальных данных умеет объяснять результаты физико-химических исследований гидро- и пирометаллургических процессов способен выполнять физико-химический анализ гидро- и пирометаллургических процессов способен выстраивать логику физико-химических исследований способен оформлять результаты расчетов и опытов
<b>ПК-5: Способен разрабатывать инновационные технологические процессы в области технологии материалов и участвовать в их сопровождении и интеграции</b>	

ПК-5.1: Анализирует результаты экспериментальных технологических опытов и вносит предложения по изменению действующей	знает алгоритм термодинамических расчетов знает методы обработки кинетических данных знает особенности поведения многокомпонентных гетерогенных систем в условиях пиро-, гидро- и электрометаллургических процессов умеет критически анализировать результаты
технологии или внедрению новой	экспериментальных исследований поведения систем в условиях пиро-, гидро- и электрометаллургических процессов умеет прогнозировать поведение пиро-, гидро- и электрометаллургических систем на основании установленных закономерностей умеет оценивать влияние внешних факторов на реакционную способность металлургических систем способен анализировать результаты экспериментальных исследований и расчетов способен делать выводы из результатов проделанной работы способен вносить предложения по изменению действующей технологии на основании заключений, сделанных по результатам физико-химических исследований пиро-, гидро- и электрометаллургических систем и процессов

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

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>5,5 (198)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</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. Термодинамика и кинетика пирометаллургических процессов</b>									
	1. Термодинамика и кинетика пирометаллургических процессов	2							
	2. Восстановление металлов из оксидов: свойства газовых атмосфер, термодинамика восстановления оксидов, карботермия, металлотермия	2							
	3. Окисление металлов. Окислительное рафинирование: кинетика окисления металлов, окислительное рафинирование, раскисление металлов	2							
	4. Функции и свойства шлаков. Методы определения активности. Ликвационное рафинирование, методы перекристаллизации: ликвационные процессы, направленная кристаллизация и зонная плавка	2							
	5. Процессы испарения, возгонки и конденсации: теория процессов испарения, возгонки и конденсации, перегонка металлов, ректификация	2							

6. Определение типа диссоциации соединений: расчет константы равновесия процесса диссоциации, определение давления диссоциации			4					
7. Расчет давления диссоциации оксидов металлов в системах с растворами: Рассчитываются термодинамические характеристики процесса диссоциации оксидов металлов для случаев образования металлического и шлакового растворов			4					
8. Определение окислительной способности газовой фазы: проводится анализ влияния температуры на смещение равновесий газовых реакций, рассчитываются константы равновесия процессов с участием СО и водорода			2					
9. Термодинамические расчеты окислительно-восстановительных реакций получения металлов (карботермия, металлотермия): решение задач на определение возможности карботермического и металлотермического восстановления металлов, расчет констант равновесия процессов восстановления			2					
10. Кинетика процессов восстановления: решение задач на определение продолжительности процесса, давления пара летучих продуктов реакции, энергии активации процесса по кинетическим данным			4					
11. Расчет остаточного содержания никеля в меди при окислительном рафинировании: рассчитывается константа равновесия реакции взаимодействия никеля с оксидом меди; содержание оксида меди в меди; мольная доля никеля после рафинирования и массы компонентов в моле расплава			2					

12. Определение выхода и состава продуктов ликвации: на основании диаграмм состояния металлических систем определяется состав равновесных фаз при заданной температуре, по правилу рычага рассчитываются массы фаз, выход продуктов ликвации			2					
13. Расчеты процессов испарения, возгонки и конденсации: решаются задачи на определение температуры начала конденсации металла, извлечение металла в конденсат, потери металла из-за неполноты конденсации			2					
14. Самостоятельная работа заключается в проработке теоретического курса и выполнении домашних заданий.							100	
<b>2. Термодинамика и кинетика гидрометаллургических процессов</b>								
1. Выщелачивание: термодинамика процессов выщелачивания, кинетика выщелачивания	4							
2. Выделение металлов из растворов различными способами: выделение малорастворимых соединений, процессы кристаллизации из растворов, выделение металлов электролизом, осаждение металлов и оксидов из растворов восстановлением водородом и другими газами, цементация	4							
3. Термодинамика процессов выщелачивания, сопровождающихся химическими реакциями: Рассчитываются термодинамические характеристики процессов выщелачивания, минимальный расход реагента, проводится анализ диаграмм Пурбе			2					



4. Кинетика выщелачивания: Рассчитывается кинетика процессов, протекающих в кинетической и диффузионной области (определение порядка реакции, констант скоростей, энергии активации)			2					
5. Выделение малорастворимых соединений: рассчитывается количество осажденных соединений при разных условиях осаждения, анализируется влияние различных факторов			2					
6. Основы процессов кристаллизации из растворов: рассчитывается выход раствора и кристаллов, состав осадка			2					
7. Выделение металлов электролизом: рассчитывается количество металлов, полученных электролитическим путем, определяется выход по току, анализируются условия выделения металлов из растворов			2					
8. Осаждение металлов и оксидов из растворов восстановлением водородом и другими газами: рассчитываются параметры автоклавного осаждения металлов водородом			2					
9. Выделение металлов цементацией: рассчитывается расход металла-цементатора и объем реактора			2					
10. Самостоятельная работа заключается в проработке теоретического курса и выполнении домашних заданий.							98	
11.								
Всего	18		36				198	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Исаева Л. А. Теория электрометаллургических процессов: учеб.-метод. пособие для самост. работы студентов спец. 150102.65 «Металлургия цветных металлов».(Красноярск: СФУ).
2. Напалков В. И., Махов С. В., Бобрышев Б. Л., Моисеев В. С., Напалков В. И. Физико-химические процессы рафинирования алюминия и его сплавов: учеб.-справочное пособие(Москва: Теплотехник).
3. Вольдман Г. М., Зеликман А. Н. Теория гидрометаллургических процессов: учебное пособие для вузов по спец. "Химическая технология редких металлов и материалов на их основе"(Москва: Интернет инжиниринг).
4. Погодаев А. М., Погодаева И. А. Теория пирометаллургических процессов: [сборник задач](Красноярск: СФУ).
5. Погодаев А. М., Погодаева И. А. Основы теории пирометаллургических процессов: учеб. пособие для студентов (бакалавров, преподавателей) спец. 110200 "Металлургия цветных металлов"(Красноярск: ГУЦМиЗ).
6. Белоусова Н. В. Теория пирометаллургических процессов: учеб.-метод. пособие для лаб. работ [для студентов спец. 150400.62.02 "Металлургия цветных металлов"] (Красноярск: СФУ).

### **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. В учебном процессе по данной дисциплине используются стандартные программы Microsoft Office и Internet.

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

1. Доступ к информационным справочным системам осуществляется через Научную библиотеку СФУ (<http://bik.sfu-kras.ru>).
- 2.

## **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)**

Реализация программы предусматривает наличие помещений для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Аудитории должны быть укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации.