

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

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра инженерного
бакалавриата CDIO
(ИБСДИО_ИЦММ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра инженерного
бакалавриата CDIO
(ИБСДИО_ИЦММ)

наименование кафедры

Э.А. Рудницкий

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОИЗВОДСТВЕННО-
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

Дисциплина Б1.В.01.02 ПРОИЗВОДСТВЕННО-
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ

Теоретические основы металлургического производства

Направление подготовки / 22.03.02 Металлургия профиль 22.03.02.11
специальность Металлургия CDIO

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

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 22.03.02 Metallургия профиль 22.03.02.11 Metallургия
CDIO

Программу
составили

канд.техн.наук, доцент, Васюнина Н.В.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

получение студентами базовых сведений по теории гидрометаллургических, пирометаллургических и электрометаллургических процессов и основным способам применения методов физической химии для их анализа, необходимых для освоения специальных дисциплин, а по окончании обучения в вузе – для грамотной, эффективной работы в сфере профессиональной деятельности.

1.2 Задачи изучения дисциплины

формирование компетенций, которые помогут раскрыть роль теории 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

ПК-1: способностью к анализу и синтезу	
Уровень 1	базовые понятия, законы и структуру разделов дисциплины
Уровень 1	формулировать цели и задачи изучаемого объекта, а также выделять компоненты системы, процесса и объекта
Уровень 1	устанавливать связи между базовыми понятиями, законами и определениями различных разделов дисциплины
ПК-4: готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы	
Уровень 1	законы термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы в профессиональной деятельности, описываемые математическими зависимостями
Уровень 1	использовать известный аппарат термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы в ходе решения профессиональных задач
Уровень 1	навыком анализа исследуемого объекта с точки зрения законов термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы
ПК-10: способностью осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	
Уровень 1	перспективы развития теории металлургических процессов как теоретической основы превращений, протекающих при выщелачивании и извлечении металлов из технологических растворов, высокотемпературных превращений

Уровень 2	физико-химическую сущность явлений и процессов, связанных с осуществлением отдельных операций гидрометаллургических, пирометаллургических технологий и электрометаллургических процессов.
Уровень 1	оценить термодинамическую вероятность протекания отдельных процессов с учетом конкретных условий и вещественного состава систем, в которых осуществляется исследуемое взаимодействие
Уровень 2	оценить влияние отдельных факторов на скорость протекания операций
Уровень 3	определить вероятную лимитирующую стадию процесса и предложить решения, обеспечивающие регулирование скоростных показателей процесса
Уровень 1	навыками работы со справочной, периодической и монографической литературой для решения практических задач
Уровень 2	самостоятельного изучения, анализа и обобщения информации для принятия решений в области формирования технологических схем, содержащих гидрометаллургические передельные процессы
Уровень 3	работы со справочной, периодической и монографической литературой для решения практических задач пирометаллургии и др

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Обогащение и переработка минерального и техногенного сырья

Физическая химия

Химия

Математика

Основы металлургии

Основы технологии получения металлов

Проектная деятельность

Оборудование металлургического производства

Металлургия благородных металлов

Металлургия легких металлов

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=22454>

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		5
Общая трудоемкость дисциплины	5 (180)	5 (180)
Контактная работа с преподавателем:	2 (72)	2 (72)
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы	0,5 (18)	0,5 (18)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	2 (72)	2 (72)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
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	Теория гидрометаллургических процессов	12	6	10	24	ПК-1 ПК-10 ПК-4
2	Теория электрометаллургических процессов	12	6	4	24	ПК-1 ПК-10 ПК-4
3	Теория пирометаллургических процессов	12	6	4	24	ПК-1 ПК-10 ПК-4
Всего		36	18	18	72	

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	Виды гидрометаллургических процессов. Типы растворов. Законы Рауля Генри. Средний химический потенциал	2	0	0

2	1	Стадии гетерогенного процесса. Отличие диффузионного режима от кинетического. Влияние температуры на скорость гетерогенного процесса: температурный процесс диффузии, правило Вант-Гоффа, температурный коэффициент константы скорости реакции, уравнение Аррениуса	2	0	0
3	1	Общее уравнение потока выщелачивания. Удельная скорость выщелачивания. Схема модели выщелачивания. Закономерности внешней и внутренней диффузии. Закономерности протекания процесса в кинетической области. Влияние условий выщелачивания на лимитирующую стадию процесса	2	0	0
4	1	Общие понятия процессов ионного обмена и экстракции. Состав ионообменных смол, их основные характеристики. Равновесие ионного обмена, его количественные характеристики	2	0	0
5	1	Факторы, влияющие на растворимость солей. Условия осаждения гидроксидов, основных солей и сульфидов. Разделение металлов осаждением труднорастворимых соединений	2	0	0

6	1	Закономерности соосаждения примесей. Изоморфное и неизоморфное соосаждение. Адсорбционное соосаждение примесей. Старение осадков	2	0	0
7	2	Основные законы электролиза. Законы Фарадея. ТЭП работы электролизера	2	0	0
8	2	Основы теории электролитической диссоциации. Электропроводность электролита. Явления диффузии и миграции	2	0	0
9	2	Механизм возникновения электродного потенциала. Двойной электрический слой (ДЭС). Причины возникновения ДЭС. Понятие тока обмена. Обратимый, необратимый, стационарный электродный потенциал	2	0	0
10	2	Термодинамика электродных процессов. Классификация электродов и цепей. Электродные реакции. Уравнения Нерста	2	0	0

11	2	<p>Кинетика электродных процессов. Анодные и катодные реакции. Поляризация и перенапряжение. Пассивность металлов. Влияние плотности тока и состава электролита на анодное растворение металла.</p> <p>Нерастворимые аноды и процессы, протекающие на них. Закономерности образования и роста кристаллической фазы. Влияние различных факторов на катодное выделение металлов</p>	2	0	0
12	2	<p>Электролиз водных растворов. Строение и свойства расплавленных солей. Физико-химические свойства расплавленных солей. Строение расплавленных солей. Плотность, вязкость, диффузия, поверхностное натяжение расплавленных солей</p>	2	0	0
13	3	<p>Термодинамика и кинетика процессов диссоциации. Критерии прочности соединений. Расчет величины давления диссоциации оксидов, карбонатов и т.д.</p>	2	0	0
14	3	<p>Термодинамика восстановления металлов из оксидов газами (CO, H₂). Влияние температуры и природы восстанавливаемого металла на равновесие. Восстановление высших и низших оксидов</p>	2	0	0

15	3	Термодинамика реакций окисления. Кинетика и механизм окисления металлов. Термодинамика окисления сульфидов и взаимодействия сульфидов и оксидов. Кинетика и механизм окисления сульфидов	2	0	0
16	3	Строение и свойства шлаковых расплавов. Классификация и роль шлаков в металлургических процессах. Потери металлов со шлаками. Форма нахождения цветных металлов в промышленных шлаках	2	0	0
17	3	Ликвационное рафинирование. Уравнение Стокса, границы его применимости. Ликвационное рафинирование металлов (свинца, олова)	2	0	0
18	3	Особенности кристаллизации в системах с твердыми растворами, равновесная и неравновесная кристаллизация. Равновесный и эффективный коэффициенты распределения примеси. Методы очистки металлов направленной кристаллизацией, основные параметры процесса и их оптимизация. Зонная плавка	2	0	0
Всего			26	0	0

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	Способы выражения концентрации раствора. Связь между концентрациями, выраженными различными способами	2	0	0
2	1	Расчет термодинамических характеристик процессов выщелачивания	2	0	0
3	1	Расчет коэффициента разделения, ДОЕ, ПДОЕ	2	0	0
4	2	Расчет коэффициента разделения, ДОЕ, ПДОЕ	2	0	0
5	2	Расчет производительности электролизёров, выхода по току, удельного расхода электроэнергии	2	0	0
6	2	Расчет составов и физико-химических свойств (плотность, удельный и мольный объём, электропроводность) расплавленных солей	2	0	0
7	3	Определение окислительной способности газовой фазы	2	0	0
8	3	Анализ диаграмм состояния двух- и трехкомпонентных оксидных систем	2	0	0
9	3	Определение выхода и состава продуктов ликвации	2	0	0
Итого			18	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№	№	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	---	----------------------	---------------------

п/п	раздела дисциплины		Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Изучение закономерностей процесса выщелачивания цинкового огарка в сернокислом растворе.	6	0	0
2	1	Сорбционное выделение меди из сульфатных растворов	4	0	0
3	2	Электролитическое рафинирование меди	4	0	0
4	3	Изучение условий восстановления металлов из их оксидов	4	0	0
Итого			18	0	0

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	Погодаев А. М., Погодаева И. А.	Теория пирометаллургических процессов: [сборник задач]	Красноярск: СФУ, 2007
Л1.2	Набойченко С. С., Шнеерсон Я. М., Калашникова М. И., Чугаев Л. В., Набойченко С. С.	Автоклавная гидрометаллургия цветных металлов: Том 1	Екатеринбург: Уральский технический университет - УПИ, 2008
Л1.3	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, 2005

Л1.4	Чекушин В. С., Олейникова Н. В.	Гидрометаллургические процессы: практикум для вузов по специальности 150102 "Металлургия цветных металлов"	Красноярск: Красноярский университет цветных металлов и золота [ГУЦМиЗ], 2004
Л1.5	Чекушин В. С., Перфильева Н. С., Олейникова Н. В.	Теория гидрометаллургических процессов: [сборник описаний лабораторных работ]	Красноярск: Красноярский университет цветных металлов и золота [ГУЦМиЗ], 2004
Л1.6	Исаева Л. А.	Теоретические основы электролиза расплавленных солей: учебное пособие	Красноярск: Изд- во КГАЦМиЗ, 2002
Л1.7	Исаева Л. А., Михалев Ю. Г.	Теория электрометаллургических процессов: учеб. пособие для вузов по спец. "Металлургия цветных металлов"	Красноярск: ГУЦМиЗ, 2006
Л1.8	Исаева Л. А.	Теория электрометаллургических процессов: методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 150102 "Металлургия цветных металлов"	Красноярск: Красноярский университет цветных металлов и золота [ГУЦМиЗ], 2004
Л1.9	Белоусова Н. В.	Теория пирометаллургических процессов: учеб.-метод. пособие для лаб. работ [для студентов спец. 150400.62.02 "Металлургия цветных металлов"]	Красноярск: СФУ, 2012
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	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: Интермет инжиниринг, 2003
Л2.2	Погодаева И. А., Погодаев А. М., Копач И. И.	Теория пирометаллургических процессов: программа, метод. указ. и контрольные задания для студентов металлургических спец. заоч. формы обучения	Красноярск: Изд- во КГАЦМиЗ, 1999
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

ЛЗ.1	Исаева Л. А., Михалев Ю. Г.	Теория электрометаллургических процессов: [практикум]	Красноярск: Красноярский университет цветных металлов и золота [ГУЦМиЗ], 2006
ЛЗ.2	Попель С. И., Сотников А. И., Бороненков В. Н.	Теория металлургических процессов: учеб. пособие для студентов металлург. спец. вузов	Москва: Металлургия, 1986

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

Э1	Теоретические основы металлургического производства	https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=22454
Э2	Образовательный ресурс ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»: Оборудование гидromеталлургических заводов [электронный ресурс]	http://media.ls.urfu.ru/429/1123/2328/
Э3	Научная библиотека СФУ	http://bik.sfu-kras.ru
Э4	Все о металлургии [электронный ресурс]	http://metal-archive.ru/

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Курс изучения дисциплины «Теоретические основы металлургических процессов» включает в себя: лекции (36 часов), практические занятия (18 часов), лабораторные работы (18 часов). На самостоятельную работу студентам отводится 72 часа.

Чтение лекций предполагает использование студентами учебников и учебных пособий по приведенному списку литературы.

Лекции дополняются практическими занятиями. В целом практические занятия по тематике совпадают с прочитанными лекциями. Цель практических занятий – дополнить и закрепить знания, полученные на лекционном курсе. Студенты учатся грамотно проводить основные виды металлургических расчетов, рассчитывать показатели металлургических процессов, составлять балансы, выбирать и рассчитывать основное оборудование. Для работы на практических занятиях рекомендуется иметь при себе конспект лекций и учебное пособие, рекомендованное преподавателем.

Самостоятельная работа студентов включает в себя:

-изучение теоретического курса

-подготовка к практическим и лабораторным занятиям

Самостоятельная работа предусматривает изучение теоретического курса по вопросам, выданным преподавателем на лекционном занятии. Для изучения используется литература, рекомендованная преподавателем.

Подготовка к практическим занятиям предусматривает решение задач по рекомендованным методическим указаниям.

Подготовка к лабораторным занятиям предусматривает выполнение отчета и подготовку к защите лабораторных работ.

Экзамен принимается в онлайн-формате с использованием сервиса видеоконференций ZOOM или в офлайн-формате.

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

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	1)Операционная система Microsoft Windows 7 или более поздней версии (или аналогичная)
9.1.2	2)Офисный пакет Microsoft Office 2007 или более поздней версии (или аналогичный), включающий:
9.1.3	- текстовый редактор Word;

9.1.4	- редактор электронных таблиц Excel;
9.1.5	- редактор презентаций Power Point.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

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

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

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, оснащенных ПЭВМ, интерактивной доской и проектором.