

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

<b>Код модуля</b>	<b>Модуль</b>
1158991	Теоретические основы металлургических процессов

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Metallургия черных, цветных и редких металлов	<b>Код ОП</b> 1. 22.04.02/33.02
<b>Направление подготовки</b> 1. Metallургия	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 22.04.02

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Колмачихина Ольга Борисовна	к.т.н.	доцент	Metallургии цветных металлов
2	Письмак Владимир Николаевич	к.т.н.	доцент	Metallургия цветных металлов

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теоретические основы металлургических процессов

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль является основным для траектории и необходим для успешного освоения всех последующих модулей. Включает две дисциплины: цель дисциплины «Методы исследования процессов цветной металлургии» состоит в знакомстве с основными инструментальными методами исследований, теоретическими принципами, положенными в их основу и аппаратным оформлением. Обучающиеся приобретают навык правильно выбирать физический метод исследования и средства его реализации, строить план эксперимента в соответствии с поставленной целью и особенностями материала или процесса, корректно сопоставлять результаты, полученные разными методами; цель дисциплины «Физико-химические закономерности процессов цветной металлургии» – изучение теоретических основ пирометаллургических, гидromеталлургических и электрометаллургических процессов.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Методы исследования процессов цветной металлургии	3
2	Физико-химические закономерности процессов цветной металлургии	11
ИТОГО по модулю:		14

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Методы исследования	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить,	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа,

<p>процессов цветной металлургии</p>	<p>формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ПК-7 - Способен осуществлять анализ научно-технической информации и результатов исследований в области производства цветных металлов, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований</p>	<p>З-1 - Описывать цели и задачи исследований и разработок в области производства цветных металлов</p> <p>З-2 - Описывать методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области исследований цветных металлов</p> <p>У-1 - Формулировать цели и задачи проводимых исследований и разработок по определенной тематике</p> <p>У-2 - Выбирать конкретные методы анализа научно-технической информации с учетом задач исследования</p> <p>П-1 - Самостоятельно проводить эксперименты и наблюдения, обобщать и обрабатывать информацию по результатам исследований, используя методы анализа</p>

		<p>П-2 - Составлять аннотированную библиографию по тематике исследований цветных металлов</p> <p>П-3 - Оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований в области производства цветных металлов</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>ПК-9 - Способен разрабатывать и организовывать выполнение научно-исследовательских и проектных работ по тематическому плану</p>	<p>У-1 - Выбирать методы и средства планирования и организации научно-исследовательских и проектных работ с учетом тематики</p> <p>У-2 - Определять тематику для планирования научно-исследовательских и проектных работ с учетом их актуальности</p> <p>П-1 - Составлять тематический план научно-исследовательских и проектных работ и обосновывать методы и средства организации их выполнения</p>
<p>Физико-химические закономерности процессов цветной металлургии</p>	<p>ПК-7 - Способен осуществлять анализ научно-технической информации и результатов исследований в области производства цветных металлов, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований</p>	<p>З-1 - Описывать цели и задачи исследований и разработок в области производства цветных металлов</p> <p>З-2 - Описывать методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области исследований цветных металлов</p> <p>У-1 - Формулировать цели и задачи проводимых исследований и разработок по определенной тематике</p> <p>У-2 - Выбирать конкретные методы анализа научно-технической информации с учетом задач исследования</p> <p>П-1 - Самостоятельно проводить эксперименты и наблюдения, обобщать и обрабатывать информацию по результатам исследований, используя методы анализа</p> <p>П-2 - Составлять аннотированную библиографию по тематике исследований цветных металлов</p> <p>П-3 - Оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам</p>

		выполненных исследований в области производства цветных металлов Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление
--	--	--

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы исследования процессов цветной**  
**металлургии**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Колмачихина Ольга Борисовна	к.т.н.	доцент	Металлургии цветных металлов
2	Письмак Владимир Николаевич	к.т.н.	доцент	Металлургия цветных металлов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии**

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Электрохимические методы исследования: потенциометрия и полярография.	Оптимальный выбор методов для решения поставленных задач. Классификация физико-химических методов, применяемых для исследования веществ.  Измерение потенциала. Индикаторные электроды, требования, предъявляемые к ним. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Прямая потенциометрия. Ионметрия. рН-метрия, индикаторные электроды рН-метрии. Классификация ионселективных электродов.  Стационарные поляризационные измерения. Гальваностатические и потенциостатические схемы. Расчет кинетических параметров.  Нестационарные (импульсные) измерения. Потенциостатический и потенциодинамический методы. Гальваностатический метод (хронопотенциометрия).  Уравнение Ильковича. Потенциал полуволны, факторы, влияющие на его величину. Высота волны. Полярографические максимумы, причины их возникновения и способы их устранения. Идентификация и определение неорганических и органических соединений. Схема выполнения полярографического анализа. Полярографическая установка. Полярографы.



<p><b>P2</b></p>	<p>Спектральные методы: инфракрасная спектроскопия; методы ЯМР, ЭПР</p>	<p>Инфракрасная спектроскопия (ИК), ее теоретические и методические основы. Скелетные и характеристические колебания в анализе органических соединений. Улучшение аналитических характеристик метода за счет Фурье-преобразования. Фурье-спектрометрия, области применения. Особенности ИК спектроскопии в ближней области. Способы изображения ИК-спектров. Приготовление образцов. Принципы устройства и действия ИК-Фурье-спектрометров.</p> <p>Физические основы радиоспектроскопических методов. Магнитные моменты и характеристики атомных ядер. Снятие вырождения спиновых состояний в постоянном магнитном поле. Условия резонанса. Способы достижения условий резонанса. Заселенность уровней энергии, насыщение, релаксационные процессы. Химический сдвиг, его определение и использование в химии. Схема аддитивности химических сдвигов. Спин-спиновое расщепление в спектрах ЯМР, число компонент мультиплетов, распределение интенсивностей. Анализ спектров ЯМР первого порядка. ЯМР спектры газов, жидкостей (растворов) и твердых тел. Условия наблюдения спектров высокого разрешения. Применение ЯМР-спектроскопии для установления структуры молекул. Идентификация соединений. Конформация молекул. Изучение быстротекущих процессов. Импульсный ЯМР с Фурье-преобразованием. Техника и методика эксперимента ЯМР. Физические основы спектроскопии ЭПР. Применение ЭПР в аналитических целях.</p>
<p><b>P3</b></p>	<p>Электронная микроскопия</p>	<p>Электронная микроскопия: принцип работы электронного микроскопа. Типы электронных микроскопов. Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия. Особенности подготовки образцов к анализу.</p>
<p><b>P4</b></p>	<p>Рентгеноструктурный анализ. Метод порошка. Идентификация соединений</p>	<p>Метод порошка. Дифракционная картина порошка. Возможности метода порошка.</p> <p>Рентгеновский фазовый анализ. Индексы (HKL) отражения. Монокристалл и его рентгенограммы. Первичная характеристика кристалла. Обратная решетка. Фоторегистрация рассеяния кристаллом. Интенсивность брэгговских отражений. Комплексные волновые функции. Интегральная интенсивность. Структурная амплитуда. Определение кристаллической структуры. Дифрактометрические данные. Основные методы построения модели структуры. Уточнение модели структуры и состава соединения.</p>
<p><b>P5</b></p>	<p>Термический анализ. Калориметрия</p>	<p>Основы метода. Методология эксперимента. Расшифровка термограмм. Условия проведения термографического опыта и возможные ошибки. Термогравиметрия (дериватография). Некоторые области применения термографии.</p> <p>Основы метода. Методология эксперимента. Определение термодинамических параметров методами калориметрии. Определение энтальпии растворения легкогидролизующихся</p>

		соединений. Определение энтальпии испарения (сублимации). Определение энтальпии и констант равновесия обратимых реакций.
--	--	---

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Методы исследования процессов цветной металлургии

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Мельченко, Г. Г.; Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный химический анализ : учебное пособие.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141298> (Электронное издание)
2. Мельченко, Г. Г.; Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный химический анализ : учебное пособие.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141298> (Электронное издание)
3. Онохина, Н. А.; Введение в химический анализ неорганических соединений : учебное пособие.; Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), Архангельск; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436243> (Электронное издание)
4. Гаркушин, И. К.; Физико-химический анализ в материаловедении. В 2 томах. Т.2 : учебное пособие.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/91132.html> (Электронное издание)
5. Гаркушин, И. К.; Физико-химический анализ в материаловедении. В 2 томах. Т.1 : учебное пособие.; Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, Самара; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/91805.html> (Электронное издание)
6. Мовчан, Н. И.; Количественный химический анализ. Титриметрия : учебно-методическое пособие.; Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань; 2019; <http://www.iprbookshop.ru/109548.html> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. , Савицкий, Е. М.; Физико-химический анализ сверхпроводящих сплавов : Сб. ст..; Наука, Москва; 1979 (1 экз.)
2. , Клетеник, Ю. Б.; Химический анализ цветных и редких металлов : Сб. ст..; Б. и., Новосибирск; 1964 (1 экз.)
3. , Пономарев, А. И.; Химический и спектральный анализ в металлургии : Практ. руководство.; Наука, Москва; 1965 (1 экз.)

4. ; Фазовый химический анализ руд и минералов; Изд-во Ленингр. ун-та, Ленинград; 1962 (3 экз.)
5. Савицкий, Е. М.; Редкие металлы и сплавы: Физико-химический анализ и металловедение; Наука, Москва; 1980 (3 экз.)
6. Заринский, В. А., Ермаков, В. И.; Высокочастотный химический анализ. Применение токов высокой частоты в аналитических и физико-химических исследованиях; Наука, Москва; 1970 (3 экз.)
7. , Меньшикова, В. Л., Морыганова, Ю. А., Очков, В. Ф., Кулешов, В. Н., Федосеев, Б. С., Пильщиков, А. П.; Химический анализ в энергетике : в 5 кн. Кн. 1. Фотометрия ; МЭИ, Москва; 2008 (2 экз.)
8. Мурашова, В. И.; Качественный химический дробный анализ : учеб. пособие.; Химия, Москва; 1976 (173 экз.)
9. Харитонов, Ю. Я., Григорьева, В. Г.; Аналитическая химия. Практикум. Качественный химический анализ : учеб. пособие для студентов мед. вузов.; ГЭОТАР-Медиа, Москва; 2009 (1 экз.)
10. , Золотов, Ю. А.; Внелабораторный химический анализ : [монография].; Наука, Москва; 2010 (1 экз.)
11. Исаков, П. М.; Качественный химический анализ руд и минералов методом растирания порошков; Госгеолтехиздат, Москва; 1955 (1 экз.)
12. Лайтинен, Г. А., Герберт А., Захаренко, Л. З., Клячко, Ю. А.; Химический анализ; Химия, Москва; 1979 (6 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Бельская Н.П., Ельцов О.С. "Спектроскопия ЯМР" электронно-образовательный ресурс УрФУ, <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/11645>

Карабаналов М.С. "Методы исследования структуры и свойств металлов", электронный учебно-методический комплекс, <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/11838>

Архангельская А.А., Фарбер В.М. "Рентгенография и электронная микроскопия" электронно-образовательный ресурс УрФУ, <https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/7990>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<https://e.lanbook.com/> электронная библиотечная система

<http://library.ustu.ru> – сайт зональной научной библиотеки УрФУ

<http://elibrary.ru> – E-Library, научная электронная библиотека

<http://www.journals.cambridge.org> — база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, Cambridge University Press

<http://search.ebscohost.com> – база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing

<http://apps.webofknowledge.com> — база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Методы исследования процессов цветной металлургии

#### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Самостоятельная работа студентов	Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физико-химические закономерности**  
**процессов цветной металлургии**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Анисимова Ольга Сергеевна	к.т.н., доцент	доцент	Металлургия цветных металлов
2	Колмачихина Ольга Борисовна	к.т.н.	доцент	Металлургии цветных металлов
3	Лебедев Владимир Александрович	д.х.н., профессор	профессор	Металлургия цветных металлов

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Инженерная школа новой индустрии**

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Необходимые сведения из термодинамики растворов-электролитов	Основные процессы гидрометаллургии. Задачи теории гидрометаллургических процессов. Свойства воды как растворителя; взаимодействие ионов с молекулами воды. Оценка термодинамической вероятности протекания процессов выщелачивания. Методы расчета изменения свободной энергии Гиббса и константы равновесия для реакции растворения веществ. Принципы построения диаграмм “потенциал – рН”.
P2	Основы процессов выщелачивания. Термодинамика и кинетика процессов выщелачивания	Стадии выщелачивания. Закономерности течения процесса во внешнедиффузионной области. Теория массопередачи. Теория пограничного слоя жидкости, примыкающего к поверхности твердого тела. Молекулярная и конвективная диффузия в массообменных процессах. Использование методики вращающегося диска при исследовании кинетики взаимодействия в системе “твердое-жидкость”. Признаки протекания процесса во внешнедиффузионной, внутридиффузионной и кинетической областях. Методы определения частного порядка реакции и экспериментальной энергии активации процесса. Основные стадии гетерогенной реакции; понятие о лимитирующей стадии и о механизме процесса. Интенсификация процессов выщелачивания путем предварительной обработки растворяемого вещества различными способами. Особенности механизма и обобщенное уравнение скорости процесса с учетом газообразного реагента (кислорода, хлора и др.).

<p><b>Р3</b></p>	<p>Основы процессов выделения металлов или их соединений из водных растворов</p>	<p>Факторы, влияющие на растворимость труднорастворимых соединений. Зависимость рН гидратообразования от произведения растворимости и активности ионов металла. Закономерности осаждения основных солей. Закономерности соосаждения малорастворимых соединений. Изоморфное, неизоморфное, адсорбционное соосаждение. Влияние условий осаждения на структуру образующихся осадков, старение осадков. Системы “вода-соль”, “вода-соль(1)-соль(2)”, треугольная и прямоугольная диаграммы для изображения трехкомпонентных солевых систем.</p> <p>Способы получения пересыщенных растворов, их численные характеристики.</p> <p>Механизм образования зародышей кристаллизации. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Роль затравки и механизм роста кристаллов. Перекристаллизация. Области применения кристаллизации в гидрометаллургии, схемы очистки солей и разделение близких по свойствам элементов методами кристаллизации.</p> <p>Выделение металлов цементацией. Термодинамика, кинетика и механизм цементации. Побочные процессы при цементации. Аппаратурное оформление цементационных процессов.</p>
<p><b>Р4</b></p>	<p>Строение и свойства расплавленных солей</p>	<p>Дырочная и автокомплексная модели ионных расплавов. Ячейковая модель молекулярных расплавов.</p> <p>Характерные свойства ионных расплавов (температуры плавления и кипения, электропроводность, плотность, вязкость, поверхностное натяжение). Характерные свойства молекулярных расплавов. Типы диаграмм состояния, условия их реализации. Криоскопия расплавленных смесей. Комплексообразование в расплавленных солях и их смесях. Ионообразующее взаимодействие.</p>
<p><b>Р5</b></p>	<p>Растворимость в расплавленных солях продуктов электролиза. Термодинамика гальванического элемента в расплавленных солях</p>	<p>Природа растворов металлов в расплавленных солях. Механизм безтокового переноса.</p> <p>Растворимость в расплавленных солях соединений. Механизм катодного рафинирования.</p> <p>Растворимость в расплавленных солях газов. Механизм аномально высокой подвижности галогенов в галогенидных расплавах. Электроды сравнения для солевых расплавов. Стандартный, условный стандартный и равновесный потенциалы металлов в солевых расплавах. Их взаимосвязь. Ряды напряжений металлов в солевых расплавах.</p> <p>Условный стандартный потенциал сплавов. Его расчет и экспериментальное определение. Ряды условных стандартных потенциалов сплавов.</p>

Р7	Пирометаллургические процессы. Общая характеристика расплавов	<p>Характеристика пирометаллургических процессов и оборудования. Процессы плавления, испарения, возгонки и конденсации. Кальцинирующий, окислительный, восстановительный, хлорирующий, агломерирующий обжиг. Рудные и рафинировочные плавки. Остаточное содержание (активность) примесей в расплаве при окислительном рафинировании. Ликвация. Металлотермия. Зонная плавка. Гомогенные и гетерогенные реакции горения.</p> <p>Общая характеристика металлургических расплавов. Свойства расплавов - вязкость, плотность, поверхностное натяжение, электрическое сопротивление.</p>
Р8	Физико-химические свойства шлаковых расплавов	<p>Теории строения шлаков (молекулярная, ионная). Процессы образования и диссоциации карбонатов, силикатов и оксидов. Химический и фазовый состав шлаков. Диаграммы состояния шлаковых систем. Физико-химические свойства шлаков. Взаимодействие жидких шлаков с огнеупорами. Влияние температуры на свойства шлаков. Плавкость шлаков и явление переохлаждения. Металлургические флюсы. Потери металлов со шлаками.</p> <p>Свойства газовой фазы и взаимодействие газов с расплавами шлаков.</p>
Р9	Физико-химические свойства штейновых расплавов	<p>Общая характеристика сульфидных расплавов. Химическое сродство. Диаграммы состояния сульфидных систем. Процессы взаимодействия сульфидов с газами, металлами и оксидами. Взаимодействие твердых и газообразных фаз в системе Me-S-O. Влияние различных факторов на кинетику окисления сульфидов. Распределение серы между металлами.</p>

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физико-химические закономерности процессов цветной металлургии

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Баймаков, Ю. В.; Электролиз в металлургии; Металлургиздат НКЧМ СССР, Ленинград, Москва; 1939; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132737> (Электронное издание)
2. Баймаков, Ю. В.; Электролиз в металлургии : курс лекций.; Металлургиздат, Москва; 1944; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132738> (Электронное издание)
3. Пфлейдерер, Г., Г., Каганова, Э. М., Ферман, Э. А., Стендер, В. В.; Электролиз воды : монография.;



ОНТИ НКТП СССР, Ленинград; 1935; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=109142> (Электронное издание)

4. Тимакова, Е. В.; Физическая химия: неравновесные явления в растворах электролитов : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575066> (Электронное издание)

5. Тимакова, Е. В.; Физическая химия: теория электролитов : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576767> (Электронное издание)

6. Верховлюк, А. М.; Физическая химия - основа металлургических процессов : учебное пособие.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617693> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Зеликман, А. Н., Беляевская, Л. В., Вольдман, Г. М.; Теория гидрометаллургических процессов : Учебник для вузов.; Металлургия, Москва; 1983 (40 экз.)

2. Зеликман, А. Н., Беляев, Л. В., Вольдман, Г. М.; Теория гидрометаллургических процессов : Учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия цвет. металлов"; Металлургия, Москва; 1975 (4 экз.)

3. Вольдман, Г. М.; Теория гидрометаллургических процессов : [учеб. для вузов по специальности "Физ.-хим. исслед. металлург. процессов"]; Металлургия, Москва; 1993 (22 экз.)

4. Зеликман, А. Н.; Теория гидрометаллургических процессов : Курс лекций. Ч. 1. ; Б. и., Москва; 1972 (1 экз.)

5. Зеликман, А. Н.; Теория гидрометаллургических процессов : Курс лекций. Ч. 2. ; Б. и., Москва; 1972 (1 экз.)

6. Зеликман, А. Н.; Теория гидрометаллургических процессов : Курс лекций. Ч. 3. ; Б. и., Москва; 1972 (1 экз.)

7. Вольдман, Г. М., Зеликман, А. Н.; Теория гидрометаллургических процессов : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Хим. технология редких металлов и материалов на их основе"; Интермет Инжиниринг, Москва; 2003 (30 экз.)

8. Набойченко, С. С., Юнь, А. А.; Расчеты гидрометаллургических процессов : Учеб. пособие.; МИСИС, Москва; 1995 (20 экз.)

9. Баймаков, Ю. В., Журин, А. И.; Электролиз в гидрометаллургии : Учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1977 (43 экз.)

10. Баймаков, Ю. В., Ветюков, М. М.; Электролиз расплавленных солей : Учеб. пособие.; Металлургия, Москва; 1966 (6 экз.)

11. , Баймаков, Ю. В.; Электрометаллургия цветных металлов : Сб. ст.; Металлургиздат, Москва; 1953 (1 экз.)

12. Попель, С. И., Бороненков, В. М., Сотников, А. И.; Теория металлургических процессов : учеб. пособие для вузов.; Металлургия, Москва; 1986 (99 экз.)

13. Попель, С. И., Жукова, Л. А., Спиридонов, М. А.; Атомное упорядочение в расплавленных и аморфных металлах ( по данным электронографии); УГТУ, Екатеринбург; 1997 (22 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

Лебедев В.А., Бабин А.В. ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАСПЛАВАХ СОЛЕЙ. Электронно-образовательный ресурс  
<https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/12447>

Лебедев В.А. "Теория электрометаллургических процессов". Электронно-образовательный ресурс  
<https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/9507>

Лебедев В.А. Электрохимия расплавов, электронный учебно-методический комплекс,  
<https://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/7334>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<https://e.lanbook.com/> электронная библиотечная система

<http://library.ustu.ru> – сайт зональной научной библиотеки УрФУ

<http://elibrary.ru> – E-Library, научная электронная библиотека

<http://www.journals.cambridge.org> — база данных Cambridge Science, Technology & Medicine (STM) Journal, Cambridge University Press

<http://search.ebscohost.com> – база данных Academic Search Complete, компания EBSCO publishing

<http://apps.webofknowledge.com> — база данных Web of Science SCI (WOS), компания Thompson Reuters

URL: <http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ[сайт].

URL: <http://www.xumuk.ru> База данных по химии.

URL: <http://www.elibrary.ru> Российская электронная научная библиотека

URL: <http://www.sciencedirect.com> Поисковая система публикаций научных изданий

URL: <http://www.springerlink.com> Поисковая система издательства научно-технической литературы Springer

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Физико-химические закономерности процессов цветной металлургии**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
-------	--------------	---	---

1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
3	Лабораторные занятия	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p>