

Компонент ОПОП 04.03.01 Химия, Аналитическая химия и химическая экспертиза
наименование ОПОП

Б1.В.13
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Теория гидрометаллургических процессов

Разработчик (и):

Долгопятова Н.В.

ФИО

доцент кафедры химии

должность

канд. техн. наук, доцент

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

химии
наименование кафедры

протокол № 6 «16» февраля 2024 г.

Заведующий кафедрой химии



Дякина Т.А.
ФИО

Мурманск
2024

Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-1 Способен применять систему фундаментальных химических понятий и законов в области аналитической химии и химической экспертизы	ИД-1пк. ₁ Владеет понятийным аппаратом химической науки и её основными законами. ИД-2пк. ₁ Знает условия и особенности проведения эксперимента при исследовании реальных объектов, включая требования к качеству химических реактивов, необходимых для работы на современном оборудовании. ИД-3пк. ₁ Планирует химический эксперимент, связанный с обнаружением и количественным определением веществ в составе исследуемого сырья, материала, продукта. ИД-5пк. ₁ Анализирует и систематизирует результаты проведенного химического анализа.	Знать: - основы гидрометаллургических процессов - условия и особенности проведения эксперимента при исследовании реальных объектов, включая требования к качеству химических реактивов, необходимых для работы на современном оборудовании. Уметь: - планировать химический эксперимент, связанный с обнаружением и количественным определением веществ в составе исследуемого сырья, материала, продукта; - анализировать и систематизировать результаты проведенного химического анализа. Владеть: понятийным аппаратом химической науки и её основными законами - навыками практического применения знаний о гидрометаллургических процессах
ПК-2 Способен владеть методологией химического анализа	ИД-1пк. ₂ Знает и применяет современные методы анализа для исследования состава и свойств различных объектов аналитического контроля, а также использует соответствующую аппаратуру для проведения исследований и решений любых задач. ИД-3пк. ₂ Знает и соблюдает технику безопасности при работе со сложным аналитическим оборудованием. ИД-4пк. ₂ Владеет приемами оценивания методов утилизации отходов технологического процесса в соответствии с их химическим составом и свойствами.	Знать: - современные методы анализа для исследования состава и свойств различных объектов; - технику безопасности при работе со сложным аналитическим оборудованием. Уметь: - использовать соответствующую аппаратуру для проведения исследований и решений любых задач Владеть: - приемами оценивания методов утилизации отходов технологического процесса в соответствии с их химическим составом и свойствами.

¹ Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

ПК-6 Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	ИД-1пк.6 Составляет обзор литературных источников по заданной теме, оформляет отчеты о выполненной работе по заданной форме.	Знать: методику составления обзора литературных источников по заданной теме Уметь: оформлять отчеты о выполненной работе по заданной форме Владеть: навыками оказания информационной поддержки специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы
--	--	---

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Классификация металлургических процессов. Задачи гидрометаллургии.

Тема 2. Основы организации гидрометаллургических процессов.

Тема 3. Термодинамика растворения солей.

Тема 4. Термодинамика выщелачивания с химической реакцией.

Тема 5. Кинетика выщелачивания. Методы изучения кинетики процессов выщелачивания. Закономерности внешней и внутренней диффузии при выщелачивании. Расчет процессов выщелачивания.

Тема 6. Сорбционные механизмы выщелачивания.

Тема 7. Аппараты выщелачивания. Методы интенсификации процессов выщелачивания. Расчет процессов выщелачивания.

Тема 8. Массообмен. Массообменные процессы: дистилляция и ректификация, сорбция, кристаллизация.

Тема 9. Кристаллизация в технологических процессах гидрометаллургии. Расчет процессов кристаллизации.

Тема 10. Сорбционные процессы. Сорбенты. Методы расчета

Тема 11. Основы теории процессов ионного обмена и экстракции

Тема 12. Осаждение металлов из растворов

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- методические указания к выполнению лабораторных и практических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;

- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

1. Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов: учебник для вузов / А.Н. Зеликман, Г.М. Вольдман, Л.В. Беляевская. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Металлургия, 1983. 422 с.
2. Зеликман А.Н. Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. пособие. М.: Металлургия, 1975. 504 с. 3.
- Каковский И.А. Термодинамика и кинетика гидрометаллургических процессов. Алма-Ата: Наука, 1986. 272 с.
4. Набойченко С.С. Расчеты гидрометаллургических процессов: Учебное пособие. М.: МИСИС, 1995. 428 с.
5. Орлов А.К. Технологические расчеты и задачи по металлургии тяжелых цветных металлов: учеб. пособие / А.К.Орлов, Г.В.Коновалов. СПб.: СПГИ, 2009. 105 с.

Дополнительная литература:

1. Дамаскин Б.Б. и др. Электрохимия / Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, Г.А.Цирли на. — 2 е изд., испр. и перераб. — М.: Химия, КолосС, 2006. — 672 с
2. Свойства электролитов : справочник / И.Н. Максимова и др. ; Под ред. И.Н. Максимовой. - Москва : Металлургия, 1987. - 128 с.
3. Морачевский, А. Г. Электрохимия расплавленных солей : учебное пособие / А. Г. Морачевский, Е. Г. Фирсова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-2506-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93700>
4. Морачевский, А. Г. Термодинамика жидких металлов и сплавов : учебное пособие / А. Г. Морачевский, Е. Г. Фирсова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-2293-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94210>
5. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учебник для химических специальностей вузов. - М.: Высш. шк., 2003. - 527 с.

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<http://chemexpress.fatal.ru>

<http://www.xumuk.ru>

<http://www.chemport.ru>

<http://www.alhimikov.net>

<http://www.chemistry.narod.ru/>

<http://www.chem.tut.ru/>

<http://gen.lib.rus.ec/>

<Http://Avogadro.cc>

<http://jmol.sourceforge.net>

<https://ptable.com>

<https://acetyl.ru/f/help36.php>

<https://chemequations.com/ru/>

[Электронно-библиотечная система\(ЭБС\)«ЛАНЬ»](#)

[Научно-электронная библиотека «eLibrary.ru»](#)

[Электронно-библиотечная система ФГАОУ «МАУ»](#)

[Платформа Moodle](#)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

- лаборатории неорганической и аналитической химии

Допускается/не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности ²	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	8											
Лекции	30			30								
Практические занятия	30			30								
Лабораторные работы	30			30								
Самостоятельная работа	18			18								
Подготовка к промежуточной аттестации ³	36			36								
Всего часов по дисциплине	144			144								
/ из них в форме практической подготовки ⁴	90			90								

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	+											
Зачет/зачет оценкой	с											
Курсовая работа (проект)												
Количество расчетно-графических работ												
Количество контрольных работ												
Количество рефератов												
Количество эссе												

² При отсутствии вида учебной деятельности, формы промежуточной аттестации и текущего контроля соответствующая строка может быть удалена

³ Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения - 36 часов, для экзамена заочной формы обучения - 9 часов, для зачета заочной формы обучения - 4 часа.

⁴ Организуется при реализации учебных дисциплин (модулей) путем проведения практических занятий, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении **отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.**

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
1	Изучение процесса пассивации поверхности минерального сырья при выщелачивании
2	Термодинамическая оценка процессов выщелачивания, сопровождающихся химическим взаимодействием
3	Исследование влияния температуры на скорость процесса выщелачивания
4	Исследование зависимости скорости процесса выщелачивания от концентрации реагента
5	Определение основных параметров ионообменной колонки и построение выходных кривых
6	Изучение процесса ионообменной хроматографии
7	Исследование процесса осаждения металлов из растворов
8	Исследование осаждения сульфидов цветных металлов из водных растворов

Перечень практических работ

№ п/п	Темы практических работ
1	2
1	Методы изучения кинетики процессов выщелачивания. Расчет процессов выщелачивания.
2	Расчет процессов выщелачивания. Построение диаграмм Пурбэ для систем алюминий-вода, медь-вода, цинк-вода.
3	Расчет процессов кристаллизации
4	Сорбционные процессы. Методы расчета.
5	Выщелачивание
6	Ионообменные процессы
7	Экстракция
8	Выделение металлов из растворов цементацией и восстановлением водородом
9	Осаждение металлов в форме малорастворимых соединений
10	Кристаллизация