

**Компонент ОПОП 04.03.01 Химия. Аналитическая химия и химическая**

**экспертиза**  
наименование ОПОП

**Б1.В.06**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины  
(модуля)

**Методы разделения и концентрирования**

---

Разработчик (и):

Деркач С.Р.

профессор

д.х.н., профессор

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	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ПК-2</b> Способен владеть методологией химического анализа</p>	<p>ИД-1пк.<sub>2</sub> 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-2пк.<sub>2</sub> Настраивает, градуирует и выявляет неисправности в работе химического оборудования. ИД-3пк.<sub>2</sub> Знает и соблюдает технику безопасности при работе со сложным аналитическим оборудованием. ИД-4пк.<sub>2</sub> Владеет приемами оценивания методов утилизации отходов технологического процесса в соответствии с их химическим составом и свойствами.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химические основы методов (т.е. за счет чего происходит разделение и концентрирование), их достоинства и недостатки;</li> <li>– способы реализации метода и конкретные примеры;</li> <li>– специфические особенности рассматриваемых способов разделения и концентрирования и достигаемые в них метрологические показатели.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить сравнительный анализ различных методов</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теоретическими основами различных классов методов разделения и концентрирования, в том числе методов, основанных на образовании новой фазы и на различии в межфазном распределении, методов внутрифазового распределения;</li> </ul>
<p><b>ПК-5</b> Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>ИД-1пк.<sub>5</sub> Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР. ИД-2пк.<sub>5</sub> Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР. ИД-3пк.<sub>5</sub> Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР. ИД-4пк.<sub>5</sub> Готовит объекты исследования.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками выбора областей и объектов анализа, для которых эти методы могут быть использованы;</li> </ul>

### 2. Содержание дисциплины (модуля)

#### Модуль 1. Введение. Разделение и концентрирование в аналитической химии

Основные понятия: микрокомпонент, (микроэлемент, следы элементов)

макрокомпонент (матрица), разделение, концентрирование, абсолютное концен-

трирование, относительное концентрирование, групповое концентрирование, индивидуальное концентрирование. Количественные характеристики разделения и концентрирования: степень извлечения, коэффициент концентрирования, коэффициент разделения. Место и роль разделения и концентрирования в анализе: стадия пробоподготовки, прямые и гибридные методы.

Классификация методов разделения и концентрирования; методы, основанные на образовании новой фазы; методы, основанные на различном распределении вещества между различными фазами; мембранные методы; методы внутрифазового распределения.

Постановка задачи: требования к методике, сопоставление методов.

## **Модуль 2. Экстракционное разделение и концентрирование**

Роль экстракции в аналитической химии. Основные понятия жидкостной экстракции: экстракция, исчерпываемая (отдающая) фаза, рафинат, экстрагент, разбавитель, экстракт, реэкстракция, реэкстрагент, реэкстракт. Количественные характеристики экстракционных процессов: степень (фактор) экстракции (извлечения), коэффициент концентрирования, (фактор обогащения), коэффициент разделения.

Способы проведения экстракции: периодическая (простая) экстракция, непрерывная экстракция, экстракционная хроматография, противоточная экстракция. Энергетика экстракционных процессов: качественное рассмотрение (гидратация, сольватация, диссоциация, энтропийный фактор), фазовое равновесие, химические потенциалы, стандартное состояние, закон действующих масс.

Классификация экстракционных процессов: физическое распределение, катионообменная экстракция, анионообменная экстракция, координационная экстракция, экстракция смесями экстрагентов. Типичные экстрагенты.

Нетрадиционные методы жидкостной экстракции: жидкомембранное концентрирование, мицеллярное концентрирование, концентрирование в трехфазных системах.

## **Модуль 3. Электрохимические методы концентрирования. Сорбционные методы концентрирования**

Электровыделение (законы Фарадея, потенциостатический и гальваностатический режимы), цементация, электрокинетические методы, двойной электрический слой, электрофорез (разновидности, в том числе капиллярный электрофорез), электродиализ, электроосмос.

Основные понятия сорбции (адсорбция, абсорбция, капиллярная конденсация, физическая адсорбция, хемосорбция), физико-химические закономерности сорбции, энергетика адсорбции (потенциал Леннарда-Джонса, межмолекулярные силы Лондона и Гамакера), изотермы адсорбции (Лэнгмюра, БЭТ и Фрейдлиха), виды сорбентов (оксиды, оксигидраты, сульфидные сорбенты, цианофератные сорбенты, органические иониты, комплексообразующие (хелатные сорбенты)).

## **Модуль 4. Хроматография**

Классификация по агрегатному состоянию и основные характеристики газовой (газожидкостная и газотвердофазная) и жидкостной (жидкостно-жидкостная, жидкостно-твердофазная и жидкостно-гелевая) хроматографии. Классификация по механизму взаимодействия (распределительная, адсорбционная, ионообменная, эксклюзивная, аффинная, осадительная, комплексообразовательная, экстракционная). Особенности экстракционной хроматографии, кривые элюирования, определение по ним степени селективности, коэффициента распределения; достоинства и недостатки.

## **Модуль 5. Методы концентрирования на основе образования новой фазы.**

### **Иные методы концентрирования**

Осаждение и соосаждение (типы осадков, осадители). Направленная

кристаллизация и зонная плавка. Пробирная плавка.

Дистилляция, ректификация (фазовые диаграммы, уравнение Релея), отгонка после химических превращений, флотация (смачиваемость, пенная, масляная пленочная флотации. Методы пенного (адсорбционного концентрирования).

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных 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, 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. Аналитическая химия: учебник для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Дрофа, 2003, 2002. - 384 с.
2. Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач: учеб. пособие для вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова; под ред. В. П. Васильева. - 3-е изд., стер.; 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Дрофа, 2004, 2003. - 320 с.
3. Аналитическая химия : учебник для вузов. В 3 т. Т. 2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа / [И. Г. Зенкевич и др.]; под ред. Л. Н. Москвина. - Москва: Академия, 2008. - 299, с.
4. Москвин, Л. Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии / Л. Н. Москвин, Л. Г. Царицына. - Ленинград: Химия, 1991. - 256 с.

#### ***Дополнительная литература:***

5. Отто, М.Современные методы аналитической химии (в 2-х томах). Т. 2 / М. Отто; пер. с нем. под ред. А. В. Гармаша. - Москва: Техносфера, 2004. - 281 с.
6. Введение в микромасштабную высокоэффективную жидкостную хроматографию: пер. с англ. / под ред. Д. Исии. - Москва : Мир, 1991. - 240 с.
7. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. В. Пашкова, Е. В. Волосова, А. Н. Шипуля [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2017. — 59 с. — 2227-8397. <http://www.iprbookshop.ru/76128.html>

### **6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>

2. Химия: новости науки <http://chemport.ru/>
3. Российский химико-аналитический портал <http://www.anchem.ru>
4. <http://moya-shkola.info/>
5. <http://knigozilla.ru/9266-analiticheskaja-khimiya..html>
6. <http://www.nofollow.ru/detail106408.htm>
7. Аналитическая химия в России <http://www.wssanalytchem.org/default.aspx>
8. <http://anchem.ru/>
9. <http://chemexpress.fatal.ru>

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

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

## 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 магистратуры, 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;
- Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения			
	Очная			
	Семестр			Всего часов
	6			
Лекции	48			48
Практические занятия				
Лабораторные работы	54			54
Самостоятельная работа	42			42
Подготовка к промежуточной аттестации				

<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144</b>			<b>144</b>
/ из них в форме практической подготовки	54			54

**Формы промежуточной аттестации и текущего контроля**

Экзамен	-			
Зачет/зачет с оценкой	+/-			
Курсовая работа (проект)	-			
Количество расчетно-графических работ	-			
Количество контрольных работ	-			
Количество рефератов	1			
Количество эссе	-			

**Перечень лабораторных работ по формам обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы лабораторных работ</b>
1.	Концентрирование микроколичеств алюминия и железа из природных вод экстракцией 8-оксихинолином с последующим фотометрическим определением
2.	Экстракционно-фотометрическое определение меди из природных вод диэтилдитиокарбаматом свинца
3.	Определение селективности ионита КУ-2-8 по извлечению ионов меди (в динамических условиях)
4.	Концентрирование микроколичеств железа из природных вод соосаждением с карбонатом кальция и последующим колориметрическим определением железа с сульфосалициловой кислотой