

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.
Лобачевского»

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол от

31 августа 2021 г. № 11

Рабочая программа дисциплины
Методы аналитического концентрирования примесей

Направление подготовки
04.06.01 «Химические науки»

Направленность подготовки
02.00.02 «Аналитическая химия»

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Нижний Новгород
2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы (ООП)

Дисциплина «Методы аналитического концентрирования примесей» относится к числу профессиональных дисциплин, является обязательной дисциплиной и изучается на 2 году обучения, в 3 и 4 семестрах.

Дисциплина основывается на знаниях, навыках и умениях, приобретенных в результате освоения теоретических основ аналитической химии, а также теоретических основ инструментальных методов анализа. Успешному освоению дисциплины сопутствует параллельное применение полученных знаний при написании кандидатской диссертации.

Для успешного освоения дисциплины аспирант должен:

- знать основы инструментальных методов анализа;
- проводить самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (научных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Internet).

Изучение дисциплины «Методы аналитического концентрирования примесей» как предшествующей составляет основу дальнейшей подготовки аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по специальности, а также при выборе методов исследования в ходе научно-исследовательской работы аспиранта при написании диссертации.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ООП (компетенциями выпускников)

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ПК 4 базовый</i>	<i>З1 Знать:</i> основные приемы химического эксперимента, инструментальные аналитические методы исследования объектов окружающей среды и технологических сред. <i>У1 Уметь:</i> осуществлять исследования объектов окружающей среды и технологических сред. <i>В1 Владеть:</i> Навыками разработки принципов анализа объектов окружающей среды и технологических сред.
<i>ПК 6 базовый</i>	<i>З1 Знать:</i> технические характеристики учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов. <i>У1 Уметь:</i> осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области. <i>В1 Владеть:</i> навыками разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.).

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 38 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (36 часов лекций), 36 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Таблица 2

Структура дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего, часов	В том числе					
		Контактная работа, часов					Самостоятельная работа обучающегося, часов
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Теоретические основы концентрирования	32	16	-	-	-	16	16
Методы концентрирования	40	20	-	-	-	20	20
Аттестация по дисциплине: зачет							
Итого	72	36	-	-	-	36	36

Таблица 3

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля*
1	Теоретические основы концентрирования	1. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. 2. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.	Занятия лекционного типа; групповые или индивидуальные консультации	Зачет
2	Методы концентрирования	1. Основные методы разделения и концентрирования, их	Занятия лекционного типа; групповые	Зачет

		<p>роль в химическом анализе.</p> <p>2. Классификация методов концентрирования.</p> <p>3. Метод экстракции. Теоретические основы метода. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов.</p> <p>4. Характеристика основных экстракционных систем</p> <p>5. Варианты экстракционных процессов, используемых в аналитической практике.</p> <p>6. Дистилляционные методы концентрирования примесей: простая перегонка, ректификация, молекулярная дистилляция.</p> <p>7. Ректификации, как эффективный многоступенчатый метод концентрирования примесей. Его преимущества и недостатки.</p> <p>8. Зонная плавка. и направленная кристаллизация.</p> <p>9. Методы осаждения и соосаждения. Органические и неорганические реагенты для осаждения.</p> <p>10. Сорбционные методы концентрирования примесей</p> <p>11. Сублимация метод</p>	или индивидуальные консультации	
--	--	---	---------------------------------	--

		концентрирования примесей. 12. Химические транспортные реакции для концентрирования примесей. 13. Мембранные методы концентрирования примесей. 14. Термодиффузия 15. Электрохимические методы концентрирования примесей. 16. Фильтрация.		
--	--	---	--	--

4. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине используются различные образовательные технологии:

- информационно-развивающие технологии (самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации);
- деятельностные практико-ориентированные технологии (анализ, сравнение методов проведения химических и физико-химических исследований, выбор метода, в зависимости от объекта исследования в конкретной ситуации и его практическая реализация);
- развивающие проблемно-ориентированные технологии (учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность, решение задач повышенной сложности).

Рекомендуются методические пособия и разработки кафедры:

1. Мосягин П.В., Крылов В.А. Газохроматографическое определение органических токсикантов в воде. Электронное учебно-методическое пособие. Регистрационный номер 534.12.02, дата издания 04.12.12. http://www.unn.ru/books/met_files/Chrom.pdf.

5. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Целью самостоятельной работы является овладение навыками работы с литературой (в читальном зале библиотеки, с доступом к ресурсам Интернет), более углубленное изучение отдельных разделов дисциплины при выполнении индивидуальных заданий. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме контроля самостоятельной работы (защита реферата).

Итоговый контроль по данному курсу проводится в виде экзамена на знание материала по контрольным вопросам.

Контрольные вопросы для зачета:

1. Роль методов разделения и концентрирования в химическом анализе.

2. Особенности методов аналитического концентрирования.
3. Область применения метода экстракции.
4. Основные характеристики экстракционных систем.
5. Область применения дистилляционных методов концентрирования примесей.
6. Эффективность многоступенчатых методов концентрирования примесей.
7. Кристаллизационные методы концентрирования примесей.
8. Возможности методов осаждения и соосаждения.
9. Основные характеристики сорбционных методов концентрирования примесей.
10. Область применения сублимационного метода концентрирования примесей. Основные характеристики метода.
11. Применение химических реакций для концентрирования примесей. Требования к реагентам.
12. Концентрирование молекулярных примесей мембранными методами.
13. Методы изотопного концентрирования примесей.
14. Возможности и ограничения электрохимических методов концентрирования примесей.
15. Концентрирование неомогенных примесей.
16. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

Темы рефератов:

1. Методы концентрирования супертоксиантов из воздуха.
2. Использование микроэкстракционного концентрирования при анализе воды.
3. История развития метода микроэкстракции.
4. Новые сорбенты и области их применения.
5. Проблемы концентрирования примесей и пути их решения.
6. Метод дериватизации: объекты, примеси, достоинства и ограничения.
7. Тенденции развития методов концентрирования в России и за рубежом.
8. Использование современных методов концентрирования для решения задач экологического мониторинга.
9. Методы концентрирования непосредственно в аналитическом приборе.
10. Сравнение методов экстракции и микроэкстракции: достоинства и ограничения.

6. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в приложении 1.

6.2. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине. Описание шкал оценивания

Уровень освоения учебной дисциплины обучающимися определяется следующими оценками: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» предполагает:

- хорошее знание основных терминов и понятий курса;
- последовательное изложение материала;
- умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов;

- достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета;
- умение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответе на зачете.
- оценка «не зачтено» предполагает:
- неудовлетворительное знание основных терминов и понятий курса;
- отсутствие логики и последовательности в изложении материала;
- неумение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов;
- неумение использовать фундаментальные понятия из базовых естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин при ответах на зачете.

6.3. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций.

Уровни освоения дисциплины оцениваются согласно требованиям, изложенным в паспорте каждой из указанных компетенций, где указаны критерии оценивания результатов обучения и Планируемые результаты обучения.

Контрольные вопросы к зачету:

1. Роль методов разделения и концентрирования в химическом анализе (ПК 4).
2. Особенности методов аналитического концентрирования (ПК 4).
3. Область применения метода экстракции (ПК 4).
4. Основные характеристики экстракционных систем (ПК 6).
5. Область применения дистилляционных методов концентрирования примесей (ПК 4).
6. Эффективность многоступенчатых методов концентрирования примесей (ПК 4).
7. Кристаллизационные методы концентрирования примесей (ПК 4).
8. Возможности методов осаждения и соосаждения..
9. Основные характеристики сорбционных методов концентрирования примесей (ПК 6)
10. Область применения сублимационного метода концентрирования примесей. Основные характеристики метода (ПК 6).
11. Применение химических реакций для концентрирования примесей. Требования к реагентам (ПК 6)
12. Концентрирование молекулярных примесей мембранными методами (ПК 4).
13. Методы изотопного концентрирования примесей (ПК 4).
14. Возможности и ограничения электрохимических методов концентрирования примесей (ПК 4).
15. Концентрирование неомогенных примесей (ПК 4).
16. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования (ПК 4)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ras M. R., Borrull F., Marce R. M. Sampling and preconcentration techniques for determination of volatile organic compounds in air samples // Trends in Analytical Chemistry. 2009. Vol. 28, № 3. P. 347–361. [Электронный ресурс]:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165993608002380>.

2. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>
3. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей [Электронный ресурс] / В.Н. Майстренко, Н.А. Ключев. — 3-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 326 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — (Методы в химии). ISBN 978-5-9963-2608-2 <http://znanium.com/bookread2.php?book=550567>

Дополнительная литература:

1. Жидкофазное микроэкстракционное концентрирование примесей / Крылов В.А., Крылов А.В., Мосягин П.В., Маткивская Ю.О. // Журнал аналитической химии. 2011. Т. 66. № 4. С. 341 – 360. [Электронный ресурс]: <http://elibrary.ru/download/54661843.pdf>
2. Развитие методов концентрирования микрокомпонентов в России (1991-2010 гг.) / Цизин Г.И. // Журнал аналитической химии, Т. 66, № 11, 2011, с. 1135-1143. [Электронный ресурс]: <http://elibrary.ru/download/63144662.pdf>
3. ГОСТ Р ИСО 16017-1-2007. Воздух атмосферный, рабочей зоны и замкнутых помещений. Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках. Часть 1. Отбор проб методом прокачки. М.: Стандартиформ. 32 с. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html> (Система ГАРАНТ/Консультант плюс).

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Pure and Applied Chemistry [Электронный ресурс]: <http://www.iupac.org/publications/pac/index.html#fsc>.
2. The American Chemical Society (ACS) [Электронный ресурс]: <http://www.pubs.acs.org>.
3. Журналы Elsevier [Электронный ресурс]: <http://www.sciencedirect.com/science/journals>
4. Локальные базы данных: система ГАРАНТ/Консультант плюс. [Электронный ресурс]: <http://www.lib.unn.ru/eresources.html>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
- материально-техническое обеспечение, необходимое для реализации дисциплины, включая лабораторное оборудование;
- лицензионное программное обеспечение: *Windows, Microsoft Office*

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Автор

д.х.н. профессор _____ Крылов В.А.

Рецензент

Декан химического факультета, профессор _____ Маркин А.В.

Заведующий кафедрой аналитической и медицинской химии
химического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского _____ Князев А.В.

Программа рекомендована на заседании кафедры аналитической химии от «___»
_____ 2021 г. протокол № ____.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии химического факультета от 27
августа 2021, протокол № 1.

Карты компетенций, в формировании которой участвует дисциплина

ПК-4

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: основные приемы химического эксперимента, инструментальные аналитические методы исследования объектов окружающей среды и технологических сред	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основных приемах химического эксперимента, инструментальных аналитических методах исследования объектов окружающей среды и технологических сред	Неполные знания об основных приемах химического эксперимента, инструментальных аналитических методах исследования объектов окружающей среды и технологических сред	В целом полные, но содержащие определенные пробелы знания об основных приемах химического эксперимента, инструментальных аналитических методах исследования объектов окружающей среды и технологических сред	Полные и системные знания об основных приемах химического эксперимента, инструментальных аналитических методах исследования объектов окружающей среды и технологических сред
УМЕТЬ: осуществлять исследования объектов окружающей среды и технологических сред	Отсутствие умений	Частично сформированные умения об осуществлении исследований объектов окружающей среды и технологических сред	В целом успешные, но не систематическое умение об осуществлении исследований объектов окружающей среды и технологических сред	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение об осуществлении исследований объектов окружающей среды и технологических сред	Успешное и систематическое использование навыков осуществления исследований объектов окружающей среды и технологических сред
ВЛАДЕТЬ: Навыками разработки принципов анализа объектов окружающей среды и технологических сред	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков разработки принципов анализа объектов окружающей среды и технологических сред	В целом успешное, но не систематическое применение навыков разработки принципов анализа объектов окружающей среды и технологических сред	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы применение навыков разработки принципов анализа объектов окружающей среды и технологических сред	Успешное и систематическое применение навыков разработки принципов анализа объектов окружающей среды и технологических сред

ПК-6

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
ЗНАТЬ: технические характеристики учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Неполные знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Сформированные, но содержащие определенные пробелы знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов	Сформированные систематические знания о технических характеристиках учебно-научной аппаратуры для проведения химических экспериментов)
УМЕТЬ: осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	Отсутствие умений	Частично освоенное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	В целом успешное, но содержащее определенные пробелы умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области	Полностью сформированное и системное умение осуществлять документирование результатов экспериментальных и теоретических исследований в соответствующей профессиональной области
ВЛАДЕТЬ: навыками разработки,	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение навыков разработки,	В целом успешное, но не систематическое применение навыков	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение	Успешное и систематическое применение навыков

согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)		согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)	разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)	навыков разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)	разработки, согласования и утверждения технической документации различного уровня сложности (отчеты, методики, программы испытаний, лабораторные регламенты, технические условия и др.)
---	--	---	---	---	---