

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины
Твердофазные аналитические методы**

Направление подготовки
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Квалификация
Специалист

Форма обучения
Очная

1. Код и наименование дисциплины:

Б1.В.ДВ.1.2.5 Твердофазные аналитические методы, модуль «Аналитическая химия»

Б1.В.ДВ.1.3.5 Твердофазные аналитические методы, модуль «Химия материалов»

2. Цель изучения дисциплины – формирование у студентов понимания теоретических и практических основ, методологии и современных тенденций развития твердофазных аналитических методов, включающих актуальные направления развития инструментальной аналитической химии, в частности твердофазной спектрофотометрии, и химических сенсоров.

3. Год/годы и семестр/семестры обучения – 4 год, 8 семестр

4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, из которых 48 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (36 часов – занятия лекционного типа, 12 часов – занятия практического типа) 60 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
Первый уровень (пороговый) (СК-1) – I Второй уровень (углубленный) (СК-1) – II способность использовать в исследованиях и расчётах приобретённые знания о физических и химических процессах получения веществ и материалов, их анализе, прогнозировании свойств	З (СК-1) – I – Знать: сущность процессов, определяющих характеристики твердофазных аналитических систем. У1 (СК-1) – I – Уметь: прогнозировать свойства твердофазных аналитических систем в зависимости от их состава, ориентироваться в способах иммобилизации аналитических реагентов в твердую фазу и условиях проведения аналитической реакции в твердой фазе. У2 (СК-1) – II – Уметь: применять полученные знания на практике для создания новых сенсорных устройств для решения конкретной аналитической задачи.
Первый уровень (пороговый) (СК-2) – I – владение основами методов пробоотбора и пробоподготовки, идентификации и определения, математической статистики для обработки аналитической информации и умением их применять в анализе реальных объектов	З (СК-2) – I – Знать: теоретические основы функционирования твердофазных сенсорных устройств и направления их практического использования. У (СК-2) – I – Уметь: применить твердофазные аналитические методы и химические сенсоры для решения конкретных аналитических задач. В (СК-2) – I – Владеть: различными приемами измерения аналитического сигнала на стандартном оборудовании с использованием твердофазных аналитических систем.

6. Содержание дисциплины (модуля) и структура учебных видов деятельности

6.1. Структура учебных видов деятельности

Наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Лабораторные работы	
Общие принципы и преимущества твердофазных аналитических систем.	6	2		4
Иммобилизация аналитических реагентов	18	2	4	12
Твердофазная спектрометрия	24	4	4	16
Общая характеристика химических и биологических сенсоров	4	2		2
Оптические химические сенсоры	20	4	4	12
Электрохимические и микроэлектронные сенсоры	24	16		8
Гравиметрические и термометрические сенсоры.	4	2		2
Аналитические и метрологические характеристики твердофазных аналитических методов и сенсоров.	4	2		2
Будущее химических сенсоров	4	2		2
Итого	108	36	12	60

6.2. Содержание дисциплины

Тема 1. Общие принципы и преимущества твердофазных аналитических систем. Общие принципы: использование твердых носителей различного типа для прямого определения путем экстракции определяемых веществ из анализируемого объекта, иммобилизации аналитических реагентов и проведения аналитических реакций в твердой фазе, обеспечивающих получение легко измеряемого аналитического сигнала. Преимущества твердофазных аналитических методов: миниатюризация, значительное сокращение или полное исключение токсичных органических растворителей, повышение чувствительности за счет концентрирования, простота сочетания с инструментальными методами анализа, возможность автоматизации.

Тема 2. Иммобилизация аналитических реагентов. Способы иммобилизации: иммобилизация за счет физической сорбции (физическая иммобилизация), химическая иммобилизация, их преимущества и недостатки. Основные типы носителей, используемых для иммобилизации аналитических реагентов: целлюлоза, ионообменные смолы, пенополиуретаны, поливинилхлорид, нафионовые мембраны, полимерные мембраны. Химическое равновесие между иммобилизованным реагентом и определяемым веществом в растворе.

Тема 3. Твердофазная спектрометрия. Классификация твердофазных спектроскопических методов по способу измерения аналитического сигнала: твердофазная спектрофотометрия, спектроскопия диффузного отражения, твердофазная люминесценция, цветометрия. Классификация твердофазно-спектроскопических методов по способу получения окрашенного или люминесцирующего соединения в твердой фазе.

Твердофазная спектрофотометрия: особенности измерения оптической плотности в твердой фазе сорбента. Спектроскопия диффузного отражения: теория Кубелки-Мунка.

основные факторы, влияющие на правильность и воспроизводимость измерения диффузного отражения. Твердофазная люминесценция: теория люминесцентной спектроскопии твердых светопоглощающих материалов. Цветометрия: цветометрические характеристики анализируемого образца: светлота, насыщенность цвета, желтизна, цветовой тон и другие; цветометрические сканер-технологии.

Тема 4. Общая характеристика химических и биологических сенсоров. Обоснование необходимости разработки сенсоров. Характеристики и основные принципы работы сенсоров. Типы трансдюсеров. Характеристика биосенсоров: биологическое распознавание молекул, иммобилизация биологических молекул.

Тема 5. Оптические химические сенсоры. Принцип действия световода на оптических волокнах. Внешний и внутренний режим работы волноводов в сенсорах. Понятие о «затухающем» свете. Конструктивные особенности.

Оптические методы, используемые при внешнем режиме работы волноводов в сенсорах: измерение оптической плотности, коэффициента отражения, люминесценции. Сенсоры, основанные на спектроскопии внутреннего отражения: методы нарушенного полного внутреннего отражения, нарушенного полного внутреннего отражения с флуоресценцией и поверхностного плазмонного резонанса.

Преимущества и недостатки оптических сенсоров

Тема 6. Электрохимические и микроэлектронные сенсоры.

Потенциометрические химические сенсоры (ПХС). Потенциометрический метод. Основные принципы работы сенсоров (уравнение Нернста, калибровочные кривые, активность ионов, измерение концентраций, селективность, время отклика). Мембраны для сенсоров. Сенсоры со стеклянными мембранами. Сенсоры с твердыми мембранами из плохо растворимых неорганических солей (монокристаллические мембраны, мембраны из прессованного порошка и сенсорные мембраны по Пунгору). Сенсоры с полимерными мембранами. Сенсоры, основанные на иммобилизованных в мембране ферментах. Твердоконтактные электроды. Полевые транзисторы: полевой транзистор с изолированным затвором, химически чувствительные полевые транзисторы, ионоселективные полевые транзисторы, ферментные полевые транзисторы.

Вольтамперометрические (амперометрические) сенсоры. Метод вольтамперометрии и амперометрии. Кислородный датчик. Глюкозный биосенсор. Использование медиаторов. Модифицированные электроды (модифицированные угольно-пастовые электроды, полимерные электроды). Амперометрические газовые сенсоры. Печатные электроды.

Тема 5. Гравиметрические и термометрические сенсоры.

Суть пьезоэлектрического эффекта. Типы пьезоэлектрических материалов. Использование пьезоэлектрического эффекта для анализа газов и в биосенсорах. Пьезоэлектрический эффект и генерация акустических волн. Различные типы сенсоров на акустических волнах.

Термометрические сенсоры. Три типа термометрических сенсоров (калориметрические, каталитические и измерители теплопроводности).

Тема 6. Аналитические и метрологические характеристики твердофазных аналитических методов и сенсоров. Селективность. Чувствительность: рабочий диапазон, линейный диапазон и предел обнаружения сенсора. Временные характеристики: время отклика, время регенерации и время жизни. Прецизионность, точность и воспроизводимость.

Тема 7. Будущее химических сенсоров. Сенсоры как составная часть и один из базисных элементов микроаналитических систем. Принципы построения микроаналитических систем.

6.3. Форма промежуточной аттестации: зачет.

7. Ресурсное обеспечение

7.1. Основная литература

1. Отто М. Современные методы аналитической химии / М. Отто. – М.: Техносфера, 2008. – 552 с.
2. Золотов Ю.А. Микрофлюидные системы для химического анализа / Ю.А. Золотов. – М.: Физматлит, 2011. – 528 с.
3. Баника Ф.Г. Химические и биологические сенсоры: основы и применения / под ред. д.т.н., проф. В.А. Шубарева. - Москва: Техносфера, 2014. – 880 с.

7.2. Дополнительная литература

1. Эггинс Б. Химические и биологические сенсоры / Б. Эггинс. – М.: Техносфера, 2005. –366 с.
2. Каттралл Р. В. Химические сенсоры / Р. Каттралл. М.: Научный мир, 2000. – 144 с.
3. Тёрнер Э., Карубе И., Уилсон Дж. (ред.). Биосенсоры. Основы и приложения / Пер. с англ. под ред. Тернера. - М.: Мир, 1992. – 614 с.
4. Сорбционное концентрирование микрокомпонентов из растворов: применение в неорганическом анализе /Ю.А. Золотов, Г.И. Цизин, С.Г. Дмитриенко, Е.И. Моросанова. – Москва: Наука, 2007 – 319 с.

7.3. Электронные ресурсы

1. Химические сенсоры / под ред. Ю. Г. Власова. – Москва: Наука, 2011. – 400 с.: — Проблемы аналитической химии; Т. 14.
http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1779597#1
2. Интеллектуальные сенсоры <http://www.intuit.ru/studies/courses/590/446/info>
3. Микрофлюидные системы для химического анализа.
http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1780515#1

- 8. Преподаватели (авторы):** канд. хим. наук, доцент Н.А. Гавриленко
канд. хим. наук, доцент В.В. Шелковников