

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины  
Твердофазные аналитические методы**

Направление подготовки  
**04.03.01 Химия**

Квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Томск – 2015

### 1. Код и наименование дисциплины (модуля)

**Б1.В.ДВ.4.2.5** Твердофазные аналитические методы, модуль «Аналитическая химия» и  
**Б1.В.ДВ.4.3.5** Твердофазные аналитические методы, модуль «Химия материалов»

**2. Цель изучения дисциплины (модуля)** – 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 2 зачетные единицы, 72 часа, из которых 32 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (20 часов – занятия лекционного типа, 12 часов – занятия практического типа), 40 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

**5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы** (заполняется в соответствии с картами компетенций)

<b>Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<b>Первый уровень</b> (пороговый) <b>(СК-1) –I</b> – способность использовать в исследованиях и расчётах приобретённые знания о физических и химических процессах получения веществ и материалов, их анализе, прогнозировании свойств	<b>З (ОК-1) –I – Знать:</b> сущность процессов, определяющих характеристики твердофазных аналитических систем
<b>Второй уровень</b> (углубленный) <b>(СК-1) –II</b> – способность использовать в исследованиях и расчётах приобретённые знания о физических и химических процессах получения веществ и материалов, их анализе, прогнозировании свойств	<b>У (ОК-1) –II – Уметь:</b> 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.
<b>Первый уровень</b> (пороговый) <b>(СК-2) –I</b> – владение основами методов пробоотбора и пробоподготовки, идентификации и определения, математической статистики для обработки аналитической информации и умением их применять в анализе реальных объектов	<b>З (СК-2) – I – Знать:</b> теоретические основы функционирования твердофазных сенсорных устройств и направления их практического использования  <b>У (СК-2) – I – Уметь:</b> регистрировать аналитический сигнал твердофазных аналитических систем с использованием стандартного аналитического оборудования.

## 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.	4	2		2
Иммобилизация аналитических реагентов	16	2	4	10
Твердофазная спектрометрия	22	2	8	12
Общая характеристика химических и биологических сенсоров	3	2		1
Оптические химические сенсоры	16	2	4	10
Электрохимические сенсоры	2	2		2
Гравиметрические и термометрические сенсоры.	3	2		1
Аналитические и метрологические характеристики твердофазных аналитических методов и сенсоров.	2	4		1
Будущее химических сенсоров	2	2		1
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>40</b>

### 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.**

Основные принципы работы потенциометрических химических сенсоров (ПХС) и вольтамперометрических (амперометрических) сенсоров. Амперометрические газовые сенсоры. Печатные электроды.

#### **Тема 7. 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 8. 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 9. 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](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](http://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1780515#1)

**8. Преподаватель (автор):** канд. хим. наук, доцент Н.А. Гавриленко