

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Аннотированная рабочая программа дисциплины  
Хроматографические методы анализа**

Направление подготовки  
**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Квалификация  
**Специалист**

Форма обучения  
**Очная**

Томск – 2016

**1. Код и наименование дисциплины:** Б1.В.ДВ.1.2.2 «Хроматографические методы анализа»

**2. Цель дисциплины:** – знание теоретических основ хроматографического разделения, сущности хроматографических методов анализа и области их практического применения; практические навыки осуществления процессов ионообменного разделения и концентрирования.

**3. Год/годы и семестр/семестры обучения:** 4 курс, 7 семестр

**4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, из которых 64 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа – занятия лекционного типа, 32 часа – практические занятия), 44 часа составляет самостоятельная работа обучающегося, промежуточный контроль (подготовка к экзамену – 36 часов.

**5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, 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>Второй уровень</b> (углублённый) <b>(ОПК-2) – II</b> владение навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.	<b>В (ОПК–2) – II – Владеть:</b> техникой заполнения ионообменных колонок, навыками изучения физико-химических свойств ионообменников, построения и обработки хроматографических кривых
<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 умение их применять в анализе реальных объектов	<b>З (СК–2) – I – Знать:</b> теоретические основы хроматографического разделения, идентификации и количественного определения веществ <b>У (СК–2) – I – Уметь:</b> осуществлять выбор варианта хроматографического метода анализа для определения веществ в реальных объектах.

**6. Содержание дисциплины «Хроматографические методы анализа» и структура учебных видов деятельности**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

**6.1. Структура учебных видов деятельности**

Раздел дисциплины	Всего (час.)	Контактная работа (час.)			Самостоятельная работа (час.)	Подготовка к экзамену
		Лекции	Практические занятия	Коллоквиумы, защита ИЗ		
Основные понятия и классификации хроматографических методов	2	2				
Равновесная и неравновесная хроматографии	8	4			4	
Методы идентификации веществ и количественный анализ в хроматографии	5	3			2	
Газовая хроматография	13	6		1	6	
Классификация методов жидкостной хроматографии	4	2			2	
Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ)	18	3	4	1	10	
Ионообменная хроматография	40	8	18	4	10	
Ионная хроматография, как вариант ВЭЖХ	15	3	4		8	
Плоскостная хроматография	3	1			2	
Экзамен	36					36
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>44</b>	<b>36</b>

## 6.2. Содержание дисциплины

### **Модуль 1. Введение. Теории хроматографического разделения. Газовая хроматография.**

*Основные понятия и классификации хроматографических методов.* Хроматография, хроматографическая зона, хроматограмма. Основные параметры хроматограммы: время и объем удерживания вещества, ширина пика. История развития хроматографии. Классификации методов хроматографии: по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения.

*Равновесная и неравновесная хроматографии.* Теория равновесной газовой хроматографии, уравнение материального баланса. Теория неравновесной газовой хроматографии. Причины размыwania хроматографических полос. Теория теоретических тарелок. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Способы определения числа теоретических тарелок.

Кинетическая теория эффективной диффузии. Эффективный коэффициент диффузии. Уравнение Ван-Деемтера и его анализ. Факторы, влияющие на эффективность хроматографической колонки.

Селективность и эффективность хроматографического разделения. Критерий разрешения как фактор оптимизации хроматографического процесса. Влияние различных факторов на эффективность разделения. Программирование температуры, хроматермография. Расчет числа теоретических тарелок и длины колонки, необходимых для получения заданного критерия разрешения.

*Методы идентификации веществ и количественный анализ в хроматографии.* Методы идентификации веществ в хроматографии. Индексы удерживания Ковача и их свойства. Количественный хроматографический анализ.

*Газовая хроматография.* Газоадсорбционная (ГАХ) и газожидкостная (ГЖХ) хроматографии. Сорбенты и носители, требования к ним. Процессы сорбции и распределения, лежащие в основе ГАХ и ГЖХ. Схема газового хроматографа. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения.

*Плоскостная хроматография.* Принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный). Бумажная хроматография. Тонкослойная хроматография. Области применения.

### **Модуль 2. Жидкостная хроматография.**

*Классификация методов жидкостной хроматографии.* Варианты жидкостной хроматографии (ЖХ). Преимущества и недостатки ЖХ по сравнению с газовой хроматографией (ГХ).

*Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).* Сорбенты для ВЭЖХ. Выбор элюента. Детекторы, используемые в жидкостной хроматографии, их чувствительность и селективность. Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модификационные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии. Распределительная (жидкость-жидкостная) хроматография. Сорбенты, носители и жидкие фазы в нормально-фазовой и обращенно-фазовой распределительной хроматографии. Области применения.

*Ионообменная хроматография.* Классификация ионообменников. Методы и примеры синтеза ионитов. Физико-химические свойства ионообменников и методы их исследования. Равновесие ионного обмена (коэффициенты распределения, селективности, кажущаяся и термодинамическая константы равновесия). Влияние температуры, числа поперечных связей, структуры ионита, природы растворителя на ионообменное равновесие. Кинетика ионного обмена (внутридиффузионная и

внешнедиффузионная). Влияние формы изотермы и кинетики процесса на вид хроматограмм при различных способах хроматографирования. Применение теории тарелок в ионообменной хроматографии. Принципы ионообменного разделения. Выбор элюента. Комплексообразующие иониты.

*Ионная хроматография, как вариант ВЭЖХ.* Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Двухколоночная и одноколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Детекторы в ионной хроматографии. Ионохроматографическое определение катионов и анионов при анализе различных объектов.

### **6.3. Форма промежуточной аттестации: экзамен.**

## **7. Ресурсное обеспечение дисциплины «Хроматографические методы анализа»**

### **7.1. Основная литература**

1. Сычёв С.Н. Высокоэффективная жидкостная хроматография, 1-е перераб. / С.Н. Сычев. – СПб.: Лань, 2013. – 255 с.
2. Сычев К.С. Практическое руководство по жидкостной хроматографии / К.С. Сычев. – М.: Техносфера, 2010. – 270 с.
3. Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М.: БИНОМ, 2013, – 469 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Другов Ю. С. Экспресс-анализ экологических проб / Ю. С. Другов, А. Г. Муравьев, А. А. Родин. – М.: БИНОМ, 2010, – 424 с.
2. Нестеренко П.Н. Высокоэффективная комплексообразовательная хроматография ионов металлов / Н.П. Нестеренко, Ф. Джонс, Б. Полл; пер. с англ. Е.П. Нестеренко; под ред. П.Н. Нестеренко. – М.: Техносфера, 2013. – 311 с.
3. Долгонос А.М. Колоночная аналитическая хроматография: практика, теория, моделирование / А.М. Долгонос, О.Б. Рудаков, А.Г. Прудковский. – СПб.: Лань, 2015. – 468 с.
4. Бёккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза / Ю. Бёккер; пер. с нем. В.С. Куровой; под ред. А. А. Курганова. М.: Техносфера, 2009. – 470 с.

### **7.3. Электронные ресурсы:**

1. Хроматография [Электронный ресурс]: учебник / В. Ю. Конюхов [и др.] - Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 222 с./<http://e.lanbook.com/books/element>.
2. Методы совершенствования хроматографических систем и механизмы удерживания в ВЭЖХ [Электронный ресурс]: монография / С.Н. Сычев. /<http://sun.tsu.ru/limit/2016/000393667/000393667.djvu>
1. Анализ загрязненной воды: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. [Электронный ресурс]: электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб. 2010 – URL: <http://e.lanbook.com/>
2. Другов Ю. С. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов / Ю. С. Другов, А. А. Родин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 469 с. [Электронный ресурс]: электрон.-библиотечная система. – Электрон. дан. – СПб. 2010 – URL: <http://e.lanbook.com/>

## **8. Преподаватель (автор): канд. хим. наук, доцент Л.Н. Скворцова**