

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Химический факультет

**Аннотированная рабочая программа дисциплины**

**Хроматография**

Направление подготовки  
**04.03.01 Химия**

Профиль подготовки  
**Химическое образование**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

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

Б.1.В.ДВ.4.4.2 Хроматография

### 2. Цель изучения дисциплины (модуля)

**Цель курса:** формирование основных понятий, знаний и навыков в работе с газохроматографическими методами для анализа различных классов органических веществ и физико-химических исследований, формирование теоретических знаний о принципах разделения смесей органических соединений в газовой хроматографии.

### 3. Год/годы и семестр/семестры обучения.

4 год, 7 семестр

**4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** ) составляет 4 зачетных единиц, 144 часов, из которых 64 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (28 часов – занятия лекционного типа, 36 часов – лабораторные работы), 80 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>СК-3</b> владение методами синтеза, анализа и физико-химического исследования органических веществ	<b>У1 (СК-3) – Уметь:</b> Планировать эксперимент по хроматографическому анализу несложных образцов (3-4 компонента), в концентрациях не менее 100 мг/л по предлагаемой методике, готовить оборудование к работе; <b>В1 (СК-3) – Владеть:</b> навыками газохроматографического определения качественного и количественного состава пищевой, непивной продукции, объектов окружающей среды; <b>З1 (СК-3) – Знать:</b> современное аппаратное оформление метода и хроматографические материалы, сущность и физико-химические основы газохроматографического метода разделения веществ; возможности аналитической газовой хроматографии в качественном и количественном анализе

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

### 6.1. Структура учебных видов деятельности

№ п/п	Модуль дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
				лекции*	практика	СРС	
			1-18				
1	Сущность газовой хроматографии, области её применения, аппаратное оформление		5	4	6	4	
2	Теоретические основы газовой хроматографии		6	4	6	6	
3	Газо-адсорбционная газо-жидкостная хроматография		7	4	6	6	
4	Качественный и количественный газохроматографический анализ		8	4	6	6	Коллоквиум
5	Капиллярная хроматография. Комбинированные физико-химические методы		9	6	6	6	Отчеты по лабораторным работам
6	Методы концентрирования в газовой хроматографии. Газохроматографический анализ объектов химической экспертизы		10	6	6	8	Реферат
				28	36	44	
	Экзамен					36	
	<b>ВСЕГО</b>		<b>144/64</b>	<b>28</b>	<b>36</b>	<b>80</b>	

## 6.2 Содержание дисциплины

### Модуль 1. Газовая хроматография

Тема 1. Сущность газовой хроматографии, области её применения, аппаратное оформление

История возникновения хроматографии. Сущность хроматографии. Основные виды хроматографии и области ее применения. Сведения об аппаратуре. Физико-химические основы детектирования. Основные детекторы и их характеристики. Основные характеристики удерживания. Работы М.С. Цвета.

### Тема 2. Теоретические основы газовой хроматографии

Теория равновесной газовой хроматографии, уравнение материального баланса. Теория неравновесной газовой хроматографии. Причины размывания хроматографических полос. Теория тарелок Мартина. Теория критерия разделения Жуховицкого и Туркельтауба. Высота, эквивалентная теоретической тарелке. Способы определения числа теоретических тарелок.

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

Применение газовой хроматографии при изучении механизмов химических реакций в органической химии. Определение кинетических и термодинамических параметров.

Препаративная газовая хроматография. Устройство и принципы работы препаративного хроматографа, применяемые колонки и производители. Применение препаративной хроматографии в органической и фармацевтической химии.

Газовая хроматография с программированием температуры и расхода газ-носителя.

### Тема 3. Газо-адсорбционная и газожидкостная хроматография

Сущность и особенности процессов распределения в газо-адсорбционной хроматографии. Адсорбенты, используемые в газо-адсорбционной хроматографии. Особенности физико-химических процессов в газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ). Носители в ГЖХ, их классификация, характеристики, способы модифицирования. Неподвижная жидкая фаза (НФ). Требования к НФ. Способы нанесения НФ на носитель, приготовление колонок. Полярность и селективность фазы. Характеристики наиболее распространенных НФ и области их применения.

### Тема 4. Качественный и количественный газохроматографический анализ

Качественный газохроматографический анализ. Эталоны. Графические зависимости при идентификации. Система индексов удерживания Ковача, относительные параметры удерживания. Метод селективного вычитания и сдвига.

Количественный газохроматографический анализ. Метод абсолютной калибровки, метод простой нормировки, внутренняя нормировка с калибровочными коэффициентами (их физический смысл). Метод контролируемой внутренней нормализации. Метод внутреннего стандарта, метод стандартной добавки. Источники ошибок в хроматографическом анализе.

### Тема 5. Капиллярная хроматография. Комбинированные физико-химические

методы

Капиллярная хроматография. Уравнение Голея и его анализ. Капиллярные колонки, способы их приготовления. Капиллярные колонки со сшитыми и привитыми формами. Капиллярные колонки с толстым слоем НЖФ, поликапиллярные колонки. Пиролитическая газовая хроматография с использованием капиллярных колонок. Области применения капиллярной хроматографии.

Сочетание газовой хроматографии с ИК-спектроскопией и масс-спектрометрией.

Основы масс-спектрометрии. Способы ионизации молекул. Устройство масс-спектрометра. Основные закономерности фрагментации органических соединений. Хромато-масс-спектрометрия и её применение для анализа сложных смесей органических соединений, растительного и природного сырья.

Тема 6. Методы концентрирования в газовой хроматографии. Газохроматографический анализ объектов химической экспертизы

Сорбционное концентрирование, твердофазная экстракция, современные варианты ускоренной жидкостной экстракции. Анализ равновесной паровой фазы, динамическая газовая экстракция. Применение газовой хроматографии для определения различных типов взрывчатых и отравляющих веществ, гептила и др. супертоксикантов. Газохроматографическое определение качества нефтепродуктов, пищевой и алкогольной продукции, природных и синтетических наркотических веществ и др. объектов криминалистической экспертизы.

### **6.3. Форма промежуточной аттестации Экзамен**

#### **7. Ресурсное обеспечение:**

##### **7. Ресурсное обеспечение:**

а) основная литература:

1. Конюхов В. Ю. Хроматография : учебник / В. Ю. Конюхов. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. - 222 с.: рис. - (Учебники для вузов. Специальная литература) . URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=4044](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=4044)
2. Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: [учебное пособие для студентов по специальности "Фармация" и химическим специальностям] / А. И. Жебентяев. - Москва [и др.] : ИНФРА-М [и др.], 2013. - 205 с.: рис., табл.- (Высшее образование) - (Электронно-библиотечная система "Znanium.com")

б) дополнительная литература:

1. Высокоэффективная газовая хроматография. Под ред. К. Хайвера. – М.: Мир, 1993 - 288 с.
2. Гольберт К.А., Вигдергауз М.С. Введение в газовую хроматографию. – М.: Химия, 1990 - 352 с.
3. Обзорные статьи в J.Chromat. и J.Analit.Toxicol.за 1999 – 2004 гг.

в) электронные ресурсы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>
2. Электронная Библиотека Диссертаций [Электронный ресурс] / Российская государственная библиотека. – Электрон. дан. – М., 2003- . URL: <http://diss.rsl.ru/>
3. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Томск, 2011- . URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
4. Научная библиотека Томского государственного университета [Электронный ресурс] / НИ ТГУ, Научная библиотека ТГУ. – Электрон. дан. – Томск, 1997-. – URL: <http://www.lib.tsu.ru/ru>

## **8. Преподаватель (преподаватели).**

Автор: Слизов Ю.Г., канд. хим. наук, доцент кафедры органической химии химического факультета НИ ТГУ

Рецензент: Хасанов В.В., канд. хим. наук, доцент кафедры органической химии химического факультета НИ ТГУ

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии химического факультета 24 мая 2015 года, протокол № 169.