

# Хроматография

Выполнила студентка  
2 курса (БРБ — 221) Тупик  
Е.Е

# Введение

Хроматографический метод разделения и анализа сложных смесей был открыт русским ботаником М. С. Цветом в 1903 г. В первых же работах с помощью этого метода М. С. Цвет установил, что считавшийся однородным зеленый пигмент растений хлорофилл на самом деле состоит из нескольких веществ. При пропускании экстракта зеленого листа через колонку,



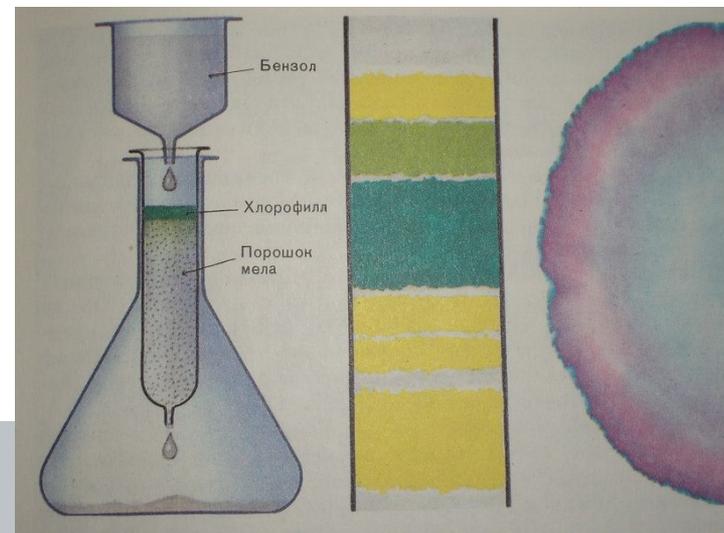
# Основные виды хроматографии

Хроматография - физико-химический процесс, основанный на многократном повторении актов сорбции и десорбции вещества при перемещении его в потоке подвижной фазы вдоль неподвижного сорбента.

В качестве неподвижной фазы используют твердые (или твердообразные) тела и жидкости.

В соответствии с агрегатным состоянием подвижной и неподвижной фаз различают следующие виды хроматографии:

- 1) газовая хроматография (газо-адсорбционная и газо-жидкостная)
- 3) жидкостная хроматография
- б) сверхкритическая флюидная хроматография



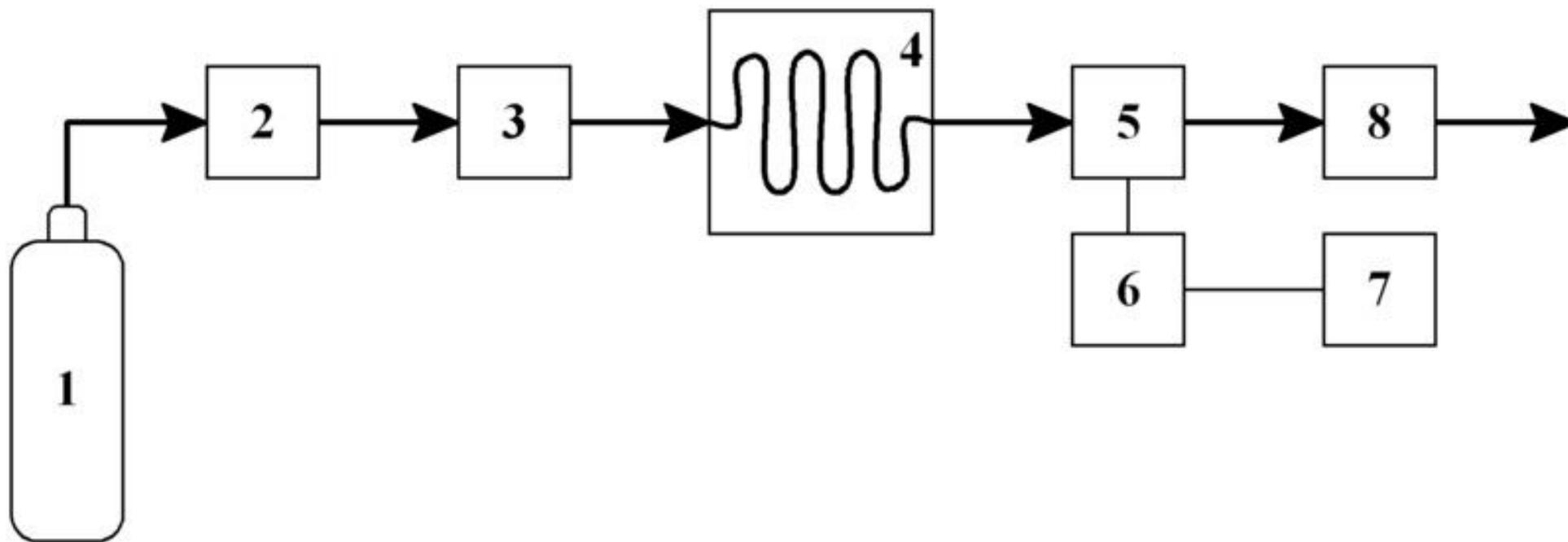
# Газовая хроматография

Газовая хроматография — разновидность хроматографии, метод разделения летучих компонентов, при котором подвижной фазой служит инертный газ (газ-носитель), протекающий через неподвижную фазу с большой поверхностью. В качестве подвижной фазы используют водород, гелий, азот, аргон, углекислый газ. Газ-носитель не реагирует с неподвижной фазой и разделяемыми веществами.

Различают газо-твёрдофазную и газо-жидкостную хроматографию. В первом случае неподвижной фазой является твёрдый носитель (силикагель, уголь, оксид алюминия), во втором — жидкость, нанесённая на поверхность инертного носителя.

# Газовая хроматография

Главным прибором для этого метода исследований является газовый хроматограф (Рис. 1).



# Газовая хроматография

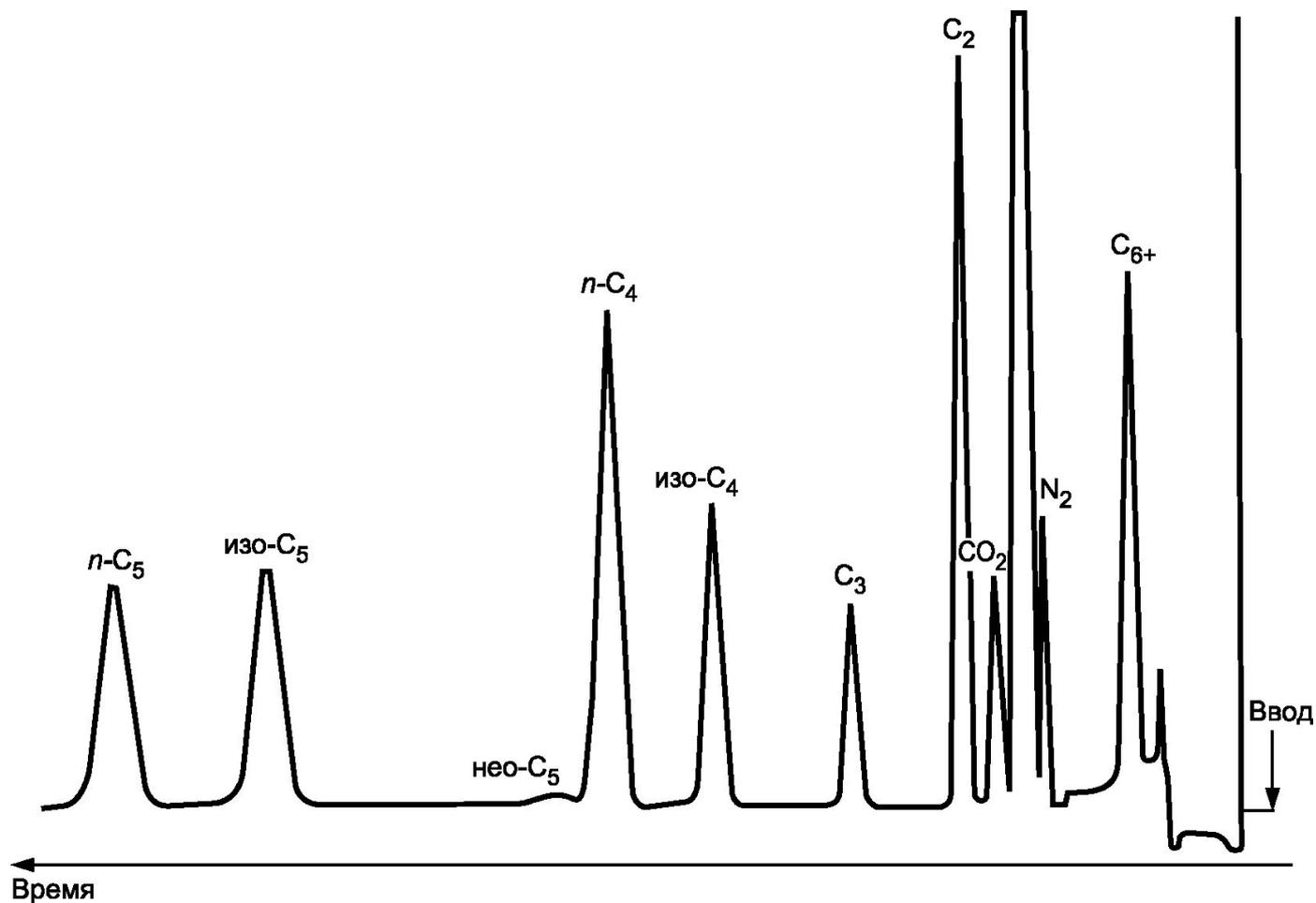


Рисунок 2 - Хроматограмма

# Газовая хроматография

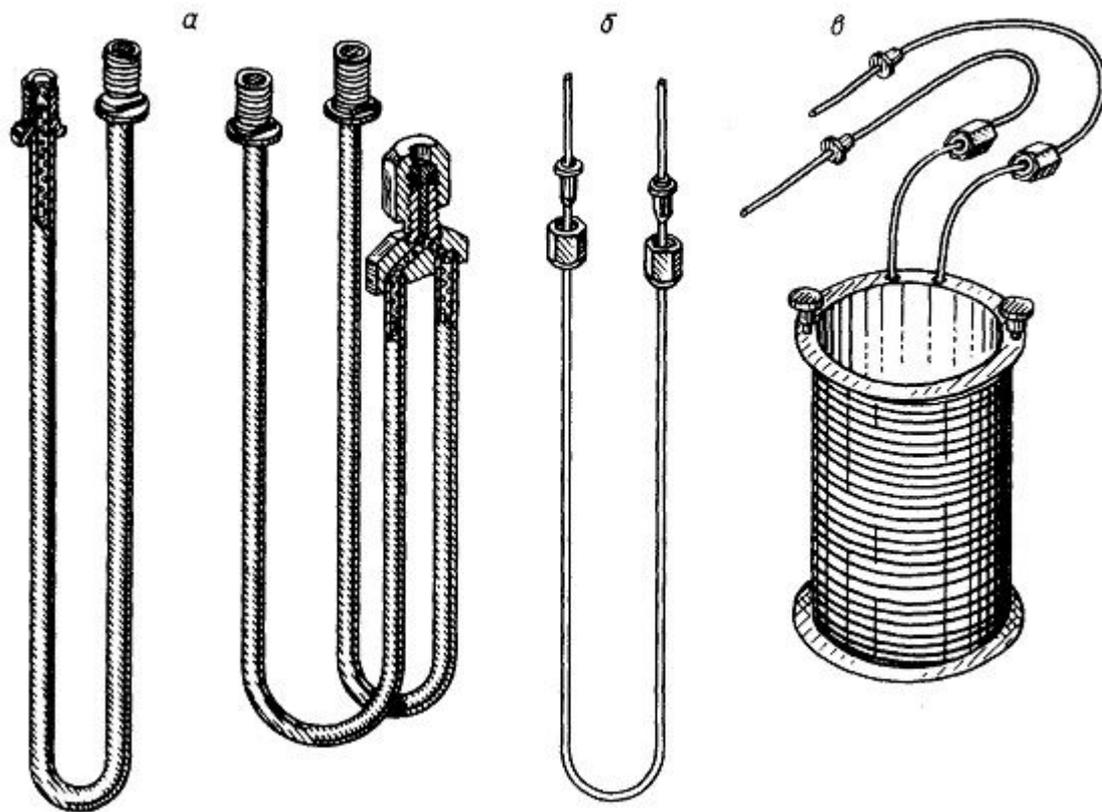


Рисунок 3 — Типы колонок.

а — насадочная колонка;

б — микронасадочная колонка;

в — капиллярная колонка.

# Газовый хроматограф



# Газовая хроматография

Детектор	Область применения	Нижний предел детектирования, пг	Линейный диапазон (отношение наибольшего содержания вещества к наименьшему)
Детектор по теплопроводности (катарометр)	Все вещества	10	10 <sup>4</sup>
Пламенно-ионизационный детектор (ПИД)	Все виды органических веществ	100	10 <sup>6</sup>
Термоионный детектор (ТИД)	Вещества, содержащие азот и фосфор	1–10	10 <sup>3</sup> –10 <sup>4</sup>
Детектор электронного захвата (ЭЗД)	Вещества, содержащие серу, галоген и азот	0,001–1,0	10 <sup>2</sup>
Пламенно-фотометрический детектор (ПФД)	Вещества, содержащие серу и фосфор	100	10 <sup>3</sup> –10 <sup>5</sup>

# Газовая хроматография

## Сферы применения

Использование газовых хроматографов актуально в различных промышленных отраслях, медицине и криминалистике.

С помощью таких хроматографов обычно исследуют:

**Продукты горения.** Анализ могут подвергаться продукты горения, образовавшиеся при использовании топлива различных видов.

**Результаты работы промышленных печей, топочных приборов, парогенераторов и т. д.**

Посредством газового хроматографа можно анализировать и контролировать результаты работы технического оборудования.

**Состав воздуха.** Обычно исследуют воздух в рудниках, складских и промышленных помещениях.

**Медикаменты.** Речь идет об анализе количественного и качественного состава лекарственных средств.

# Жидкостная хроматография

**Жидкостная хроматография** - метод разделения, идентификации, количественного определения и физико-химического исследования веществ; вид хроматографии, в которой в качестве подвижной фазы (элюента) используется жидкость.

Предложено несколько десятков методов и вариантов жидкостной хроматографии, которые позволяют разделять смеси соединений с молекулярными массами от 50 до нескольких миллионов, включая изомеры (в том числе оптические), макромолекулы синтетических и биополимеров, ионы, стабильные радикалы, вирусы и другие микрочастицы.

# Жидкостная хроматография

По механизму разделения выделяют следующие основные методы жидкостной хроматографии:

**адсорбционный** - разделение происходит за счёт различной адсорбируемости компонентов смеси на поверхности твёрдого тела (адсорбента);

**распределительный** - разделение за счёт различной растворимости в плёнке жидкой фазы, нанесённой на поверхность твёрдого носителя;

**ионообменный** (ионный, ион-парный) - за счёт различной способности разделяемых ионов в растворе к ионному обмену с ионитом - неподвижной фазой;

**эксклюзионный** (молекулярно-ситовый, гель-фильтрационный, гель-проникающий) - разделение макромолекул полимеров, а также малых молекул и ионов за счёт различных размеров или формы и способности проникать в поры неионогенного геля - неподвижной фазы;

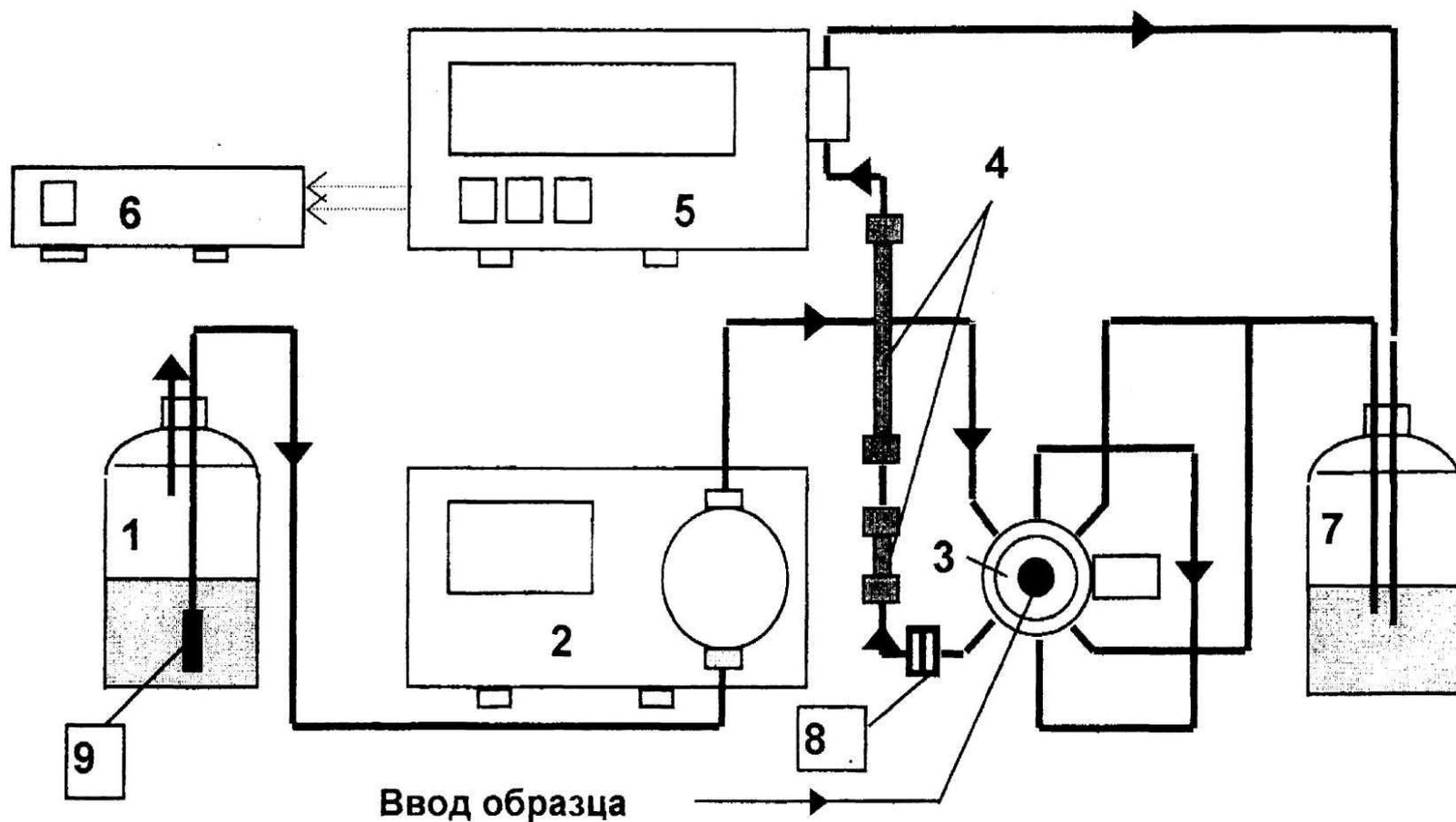
**аффинный** (биоспецифический) - разделение биологически активных соединений за счёт биоспецифических взаимодействий с комплементарными сорбционными центрами неподвижной фазы;

**лигандообменный** - разделение за счёт различной способности разделяемых соединений к комплексообразованию с катионами металлов или функциональными группами неподвижной фазы;

**хиральный** (энантиоселективный) - разделение энантиомеров за счёт взаимодействия с хиральными группами неподвижной или подвижной фазы, а также ряд других методов.

# Жидкостная хроматография

## Работа изократического хроматографа



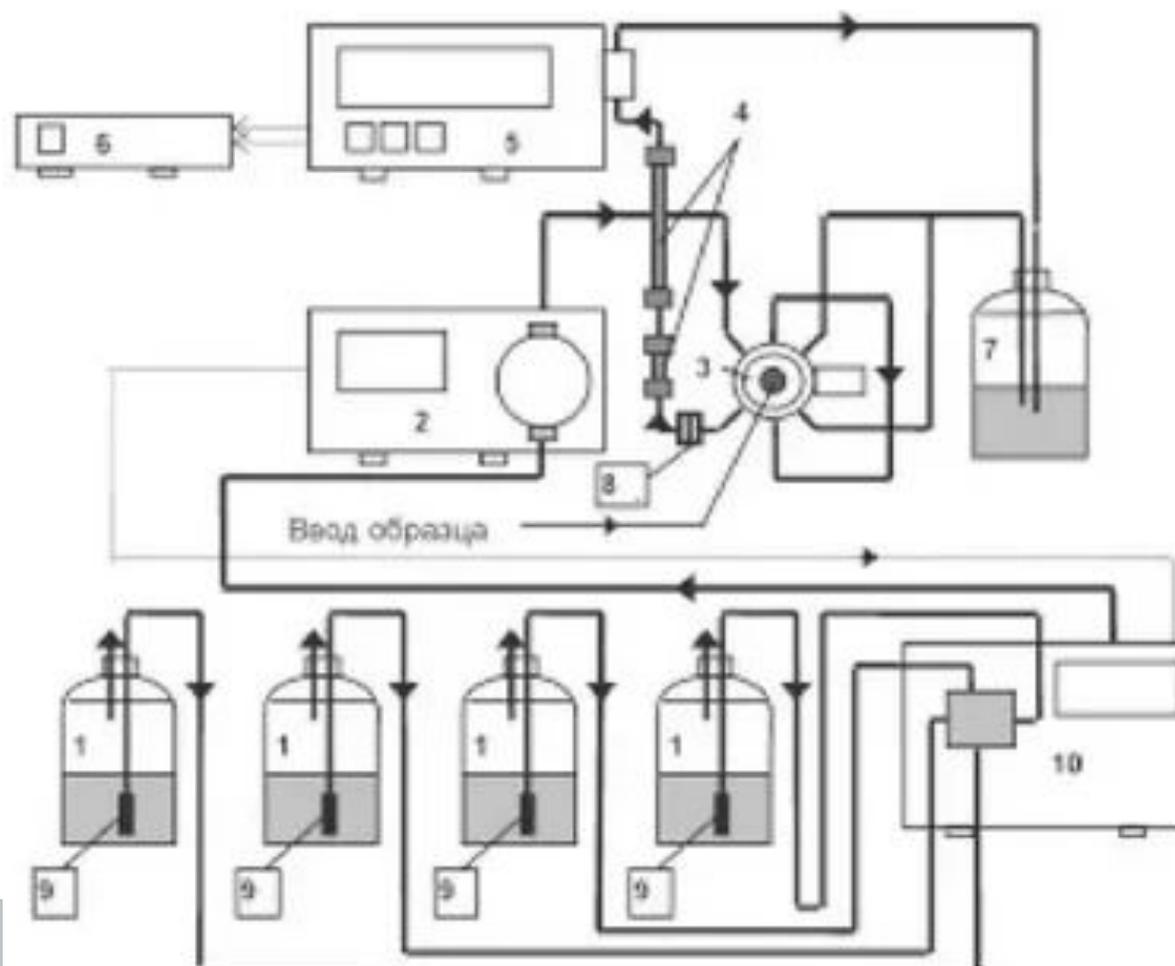
# Жидкостная хроматография

## Изократический хроматограф



# Жидкостная хроматография

## Работа градиентного хроматографа



# Жидкостная хроматография

## Градиентный хроматограф



# Жидкостная хроматография

Сферы применения

Высокоэффективная жидкостная хроматография используется:

- в биологии и биотехнологии (в том числе при расшифровке генома человека, решении задач протеомики, пептидомики, метаболомики);
- в медицине (например, для ранней диагностики заболеваний с использованием биохимических маркеров);
- в фармацевтике при создании новых лекарств и анализе их чистоты (в том числе энантиомерной);
- в судебно-медицинских экспертизах;
- в контроле окружающей среды и промышленных выбросов, технологических процессов и качества продукции в химической, нефтехимической, пищевой, микробиологической промышленности;
- препаративную жидкостную хроматографию используют для выделения и очистки многих природных и синтетических веществ, в том числе биологически активных соединений, вирусов (гриппа, энцефалита и др.), белков и полипептидов;

# Сверхкритичная флюидная хроматография

Сверхкритическая флюидная хроматография (СФХ) — вид элюентной хроматографии, в которой в качестве основного компонента подвижной фазы используется вещество в сверхкритическом или околокритическом состоянии.

В сверхкритической флюидной хроматографии (СФХ) подвижной фазой служит сверхкритический флюид – вещество, находящееся в сверхкритическом состоянии и имеющее показатели, промежуточные между характеристиками газов и жидкостей, благодаря тому, что находится при так называемой критической температуре и критическом давлении. Наиболее

важными характеристиками используемых в хроматографии

подвижных фаз являются плотность, вязкость и коэффициент

# Сверхкритичная флюидная хроматография

Характеристика	Газы	Сверхкритические флюиды	Жидкости
Плотность, г/см <sup>3</sup>	$0,6 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3}$	0,2 – 0,5	0,6 – 2
Вязкость, г/(см · с)	$1 \cdot 10^{-4} - 3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4} - 3 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-2} - 3 \cdot 10^{-2}$
Коэффициент диффузии, см <sup>2</sup> /с	$0,6 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3}$

# Сверхкритичная флюидная хроматография

Благодаря тому, что СФХ объединила преимущества газовой и жидкостной хроматографии, она особенно полезна при установлении соединений, которые не могут быть определены ни газовой, ни жидкостной хроматографией. Это, с одной стороны, нелетучие вещества, которые не могут испаряться без разложения, и, с другой стороны, вещества, не содержащие функциональных групп и, следовательно, не дающие сигнал при использовании обычных для жидкостной хроматографии спектроскопических или электрохимических детекторов.

# Сверхкритичная флюидная хроматография

Примеров применения СФХ для определения нелетучих веществ с относительно высокой молекулярной массой достаточно много уже в настоящее время. С ее помощью эффективно анализируются многие природные продукты, лекарства, пищевые продукты, поверхностно-активные вещества, полимеры, сырая нефть и продукты ее переработки и многие другие объекты.

# Вывод

Диапазон применения хроматографических методов огромен: от анализа атмосферы планет Солнечной системы до полного анализа содержимого одной живой клетки.

Исключительную роль хроматография играет в химической, нефтехимической, газовой, пищевой, целлюлозно-бумажной и многих других отраслях промышленности, прежде всего в технологическом контроле и поддержании оптимального режима производства, в контроле исходного сырья и качества готовой продукции, анализе газовых и водных сбросов производства.

# Вывод

На каждом из 150 крупных заводов в России в технологическом контроле постоянно функционируют от 100 до 600 газовых хроматографов.

Тысячи газовых, жидкостных и ионных хроматографов эксплуатируются в лабораториях Госсанэпиднадзора, экологических центрах, токсикологических лабораториях, и так далее.

Велико значение хроматографических методов в геологоразведке, в частности, в поиске газоносных и нефтеносных регионов как на суше, так и в морях, месторождений полезных ископаемых. Все чаще используется