

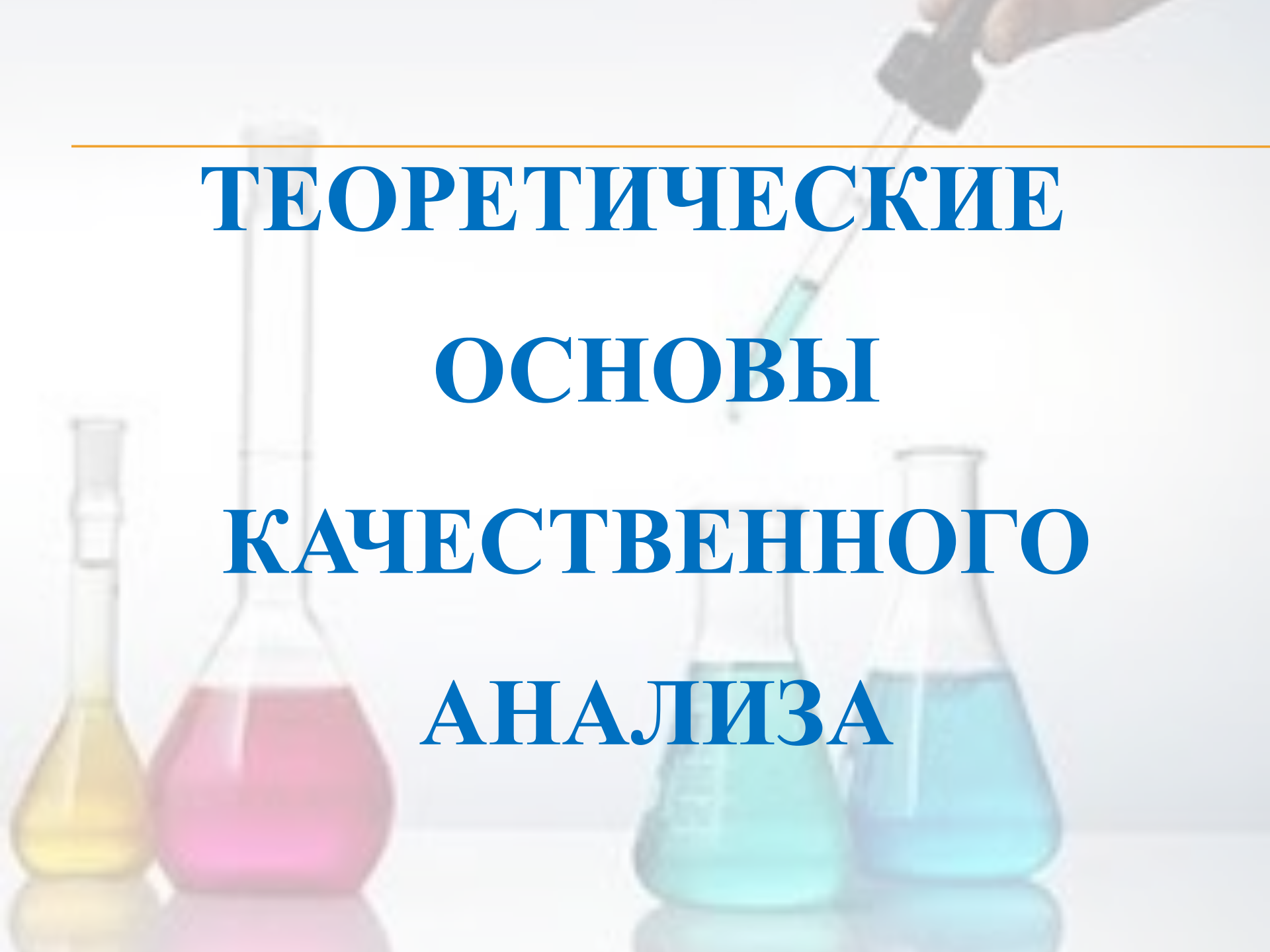
---

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ**

**ОСНОВЫ**






**КАЧЕСТВЕННОГО**

**АНАЛИЗА**



# ПЛАН ЛЕКЦИИ:

---

- 1
  - Цель, задачи и методы качественного анализа
- 2
  - Качественная химическая реакция и требования к ней 
- 3
  - Классификация качественных химических реакций 
- 4
  - Аналитические классификации ионов 
- 5
  - Дробный и систематический методы качественного анализа 
- 6
  - Идентификация неизвестного вещества 

# АНАЛИЗ ВЕЩЕСТВ (МАТЕРИАЛОВ):

---

Качественный анализ (что это?)

Количественный анализ (сколько этого?)

# ЦЕЛЬ:

---

Получение достоверной информации о содержании структурных единиц определенного типа (атомов того или иного элемента, функциональных групп, молекул, индивидуальных веществ) в анализируемом объекте

# ЗАДАЧИ:

---

**Обнаружение** – установление наличия или отсутствия данного структурного элемента в анализируемом объекте

**Идентификация** – установление тождества данного структурного элемента или анализируемого объекта с уже известным

# МЕТОДЫ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА:

---

## Сенсорные (органолептические)

при помощи органов чувств  
(зрение, обоняние, осязание)

## Химические

при помощи качественных  
химических реакций

## Физические и физико-химические

при помощи физических приборов

# СЕНСОРНЫЕ (ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ) МЕТОДЫ



# ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ





# **ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВЕННОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ:**

**Внешний эффект**

**Чувствительность**

**Селективность**

# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ

```
graph TD; A[КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ] --> B[по степени селективности]; A --> C[по чувствительности]; A --> D[по способу выполнения]; A --> E[по объему (массе) анализируемой пробы];
```

**по степени  
селективности**

**по  
чувствительности**

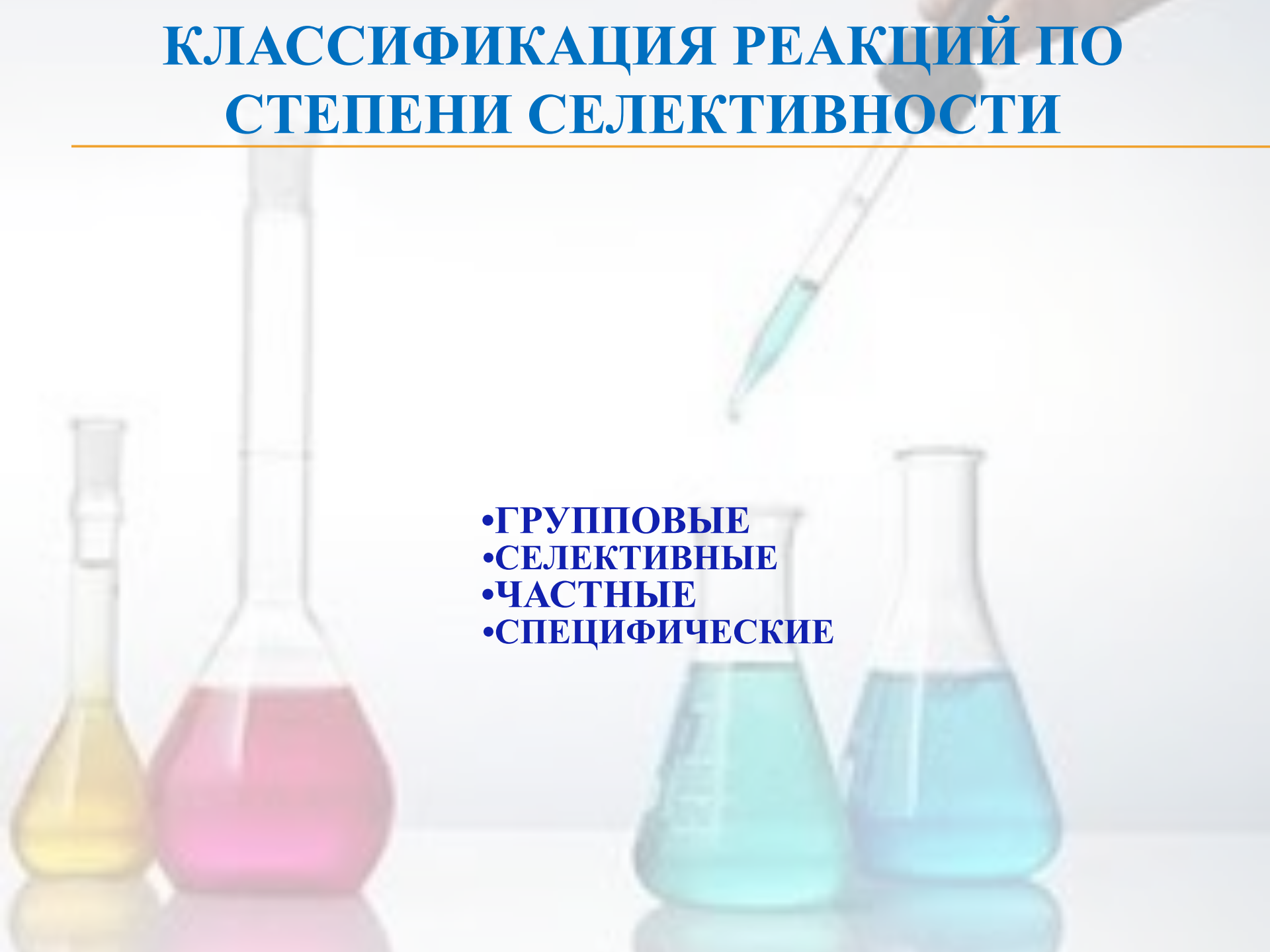
**по способу  
выполнения**

**по объему (массе)  
анализируемой  
пробы**

# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ ПО СТЕПЕНИ СЕЛЕКТИВНОСТИ

---

- ГРУППОВЫЕ
- СЕЛЕКТИВНЫЕ
- ЧАСТНЫЕ
- СПЕЦИФИЧЕСКИЕ



# Классификация реакций по степени селективности

**Групповая** - реакция, в которой реагент образует с целой группой ионов сходные продукты с характерными свойствами

**Пр**  
и  
труд



дает  
иде  
белого

# Классификация реакций по степени селективности

**Характерная (частная)** - реакция с реагентом, образующим характерный внешний эффект только с данным ионом. Но этот же реагент способен образовать характерные внешние эффекты с некоторыми другими ионами

**Пример**  
рас



ованного  
ется

# Классификация реакций по степени селективности

---

**Специфическая** - реакция, с помощью которой можно обнаружить данный ион в присутствии любых других ионов



# Классификация реакций по чувствительности

**Чувствительность** качественной реакции характеризует ее способность к образованию внешнего эффекта при различном содержании иона в анализируемой пробе

**Высокочувствительная** реакция – внешний эффект проявляется при минимальном содержании иона

# КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

**предельное разбавление (например, 1 : 25000 )**

**предел обнаружения (например, 0,16 мкг )**

**предельная концентрация (например, 0,1 мкг/мл )**



# КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ ПО СПОСОБУ ВЫПОЛНЕНИЯ

---



## «Сухой» способ

- пирохимические
- получение перлов
- растирание

## «Мокрый» способ

- качественные химические реакции в растворах



# Окрашивание пламени

(пирохимические реакции)

Элемент		Цвет пламени	Элемент		Цвет пламени
1	натрий	ярко-желтый	5	барий	желто-зеленый
2	калий	фиолетовый	6	медь	ярко-зеленый
3	кальций	кирпично-красный	7	бор	ярко-зеленый
4	стронций	карминово-красный	8	свинец и мышьяк	бледно-голубой

# Пирохимические реакции

---



# **КЛАССИФИКАЦИЯ РЕАКЦИЙ ПО ОБЪЕМУ (МАССЕ) АНАЛИЗИРУЕМОЙ ПРОБЫ**

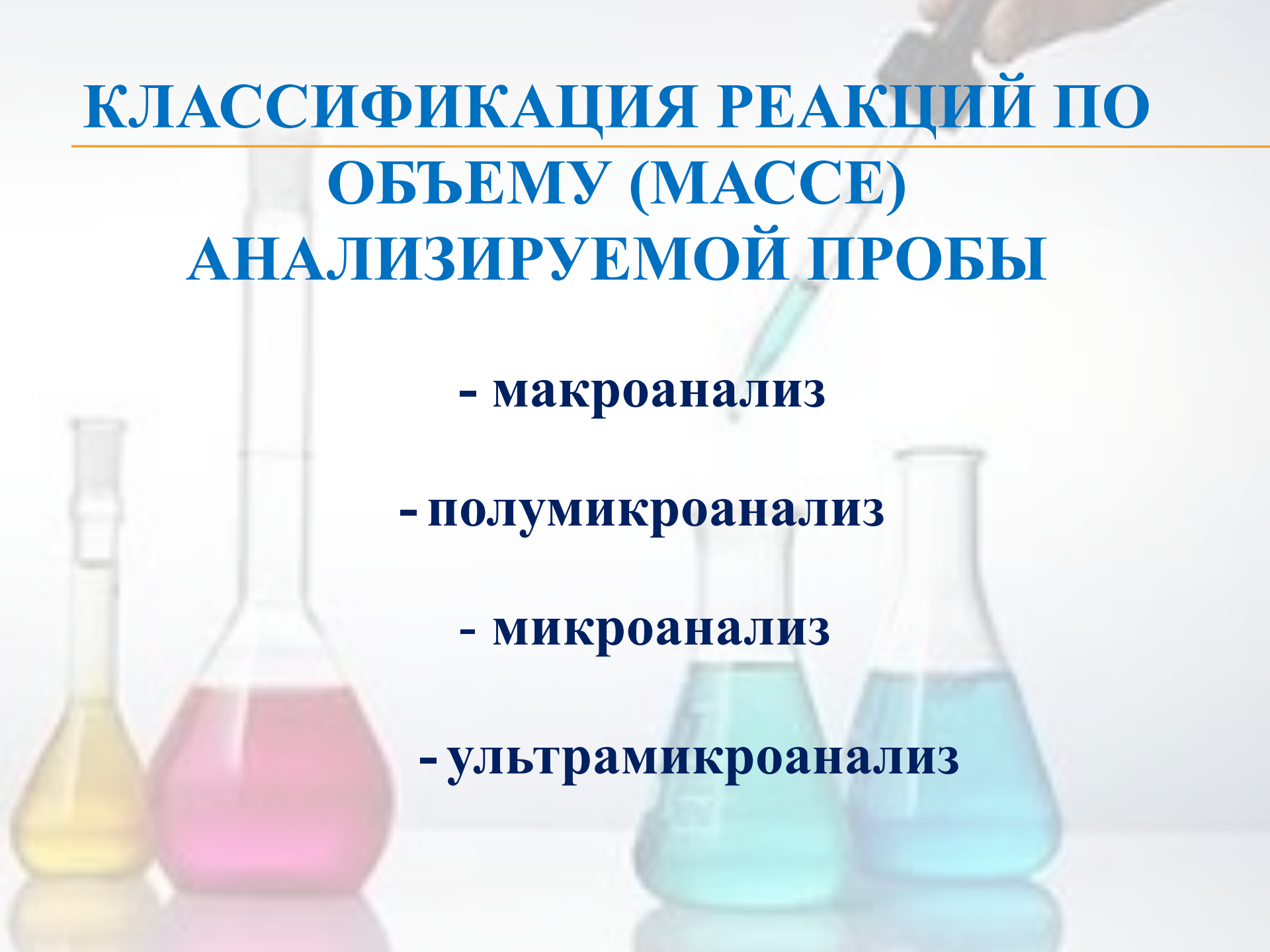
---

**- макроанализ**

**- полумикроанализ**

**- микроанализ**

**- ультрамикроанализ**



# Классификация реакций

Наименование		Количество исследуемого вещества		
старое	новое	масса, г	объем, мл	
1	Микроанализ	грамм-метод	1 – 10	10 – 100
2	<u>Полумикроанализ</u>	сантиграмм-метод	0,05 – 0,5	1 – 10
3	<u>Микроанализ</u>	миллиграмм-метод	$10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{-1} - 10^{-4}$
4	Ультрамикроанализ	микрограмм-метод	$10^{-6} - 10^{-9}$	$10^{-4} - 10^{-6}$

# АНАЛИТИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИОНОВ

(по групповому реагенту):

Сероводородная (сульфидная) –  
разработана Н.А. Меншуткиным

Аммиачно-фосфатная –  
разработана в МХТИ им. Д.И. Менделеева

Кислотно-основная –  
разработана С.Д. Бесковым

# СЕРОВОДОРОДНАЯ (СУЛЬФИДНАЯ) КЛАССИФИКАЦИЯ

Сульфиды растворимые в воде		Сульфиды не растворимые в воде (или разлагаются водой с образованием нерастворимых в ней гидроксидов)		
Карбонаты растворимые в воде	Карбонаты не растворимые в воде	Сульфиды растворимые в разбавленных кислотах	Сульфиды не растворимые в разбавленных кислотах	
Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа	Пятая группа
Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> и др.	Ca <sup>2+</sup> , Sr <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup> и др.	Al <sup>3+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Fe <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup> и др.	Хлориды не растворимые в воде: Ag <sup>+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Hg <sub>2</sub> <sup>+</sup> Хлориды растворимые в воде: Cu <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Bi <sup>3+</sup>	Сульфиды растворимые в Na <sub>2</sub> S: Hg <sup>2+</sup> , As(III), As(V), Sb(III), Sb(V), Sn(II), Sn(IV) и др.
Группового реагента нет.	Групповой реагент (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Групповой реагент (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	Групповой реагент H <sub>2</sub> S в присутствии HCl.	Групповой реагент Na <sub>2</sub> S

# КИСЛОТНО-ОСНОВНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАТИОНОВ

Группы	Групповой реагент	Катионы	Получаемые соединения
I	Нет	$\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$	—
II	2н. $\text{HCl}$	$\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}_2^+$	Осадки хлоридов нерастворимые в $\text{NaOH}$
III	2н. $\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$	Осадки сульфатов, нерастворимые в $\text{HCl}$ , $\text{NaOH}$
IV	2н. $\text{NaOH}$ избыток	$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{4+}$ , $\text{As}^{3+}$ , $\text{As}^{5+}$	Растворимые в избытке $\text{NaOH}$ и кислотах соли
V	$\text{NH}_4\text{OH}$ (концентрированный)	$\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Bi}^{3+}$ , $\text{Sb}^{3+}$ , $\text{Sb}^{5+}$	Нерастворимые гидроксиды
VI	Избыток $\text{NH}_4\text{OH}$ (концентрированный)	$\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$	Растворимые комплексные аммиакаты



# Дробный анализ

*Обнаружение ионов с помощью специфических и селективных реакций в отдельных порциях анализируемого раствора, производимое в любой последовательности, называют дробным анализом*

**Дробный анализ не требует много времени и позволяет открывать искомые ионы, минуя длительные операции последовательного отделения одних ионов от других**

# СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

*Систематический ход анализа – определенная последовательность выполнения аналитических реакций, при которых каждый ион обнаруживают после того, как будут обнаружены и удалены мешающие ионы*

**Недостатки систематического метода заключаются в громоздкости, длительности выполнения анализа, в потерях обнаруживаемых ионов, если они находятся в малых количествах**

# Идентификация неизвестного вещества (Качественный химический анализ сухой соли)

## Предварительные испытания

- ❖ Внешний осмотр
- ❖ Проба кислотой
- ❖ Растворение в воде
- ❖ Определение реакции среды раствора соли

## Идентификация катиона

- ❖ Определение принадлежности к аналитической группе (групповые реагенты)
- ❖ Специфические реакции

## Идентификация аниона

- ❖ Определение принадлежности к аналитической группе (групповые реагенты)
- ❖ Специфические реакции