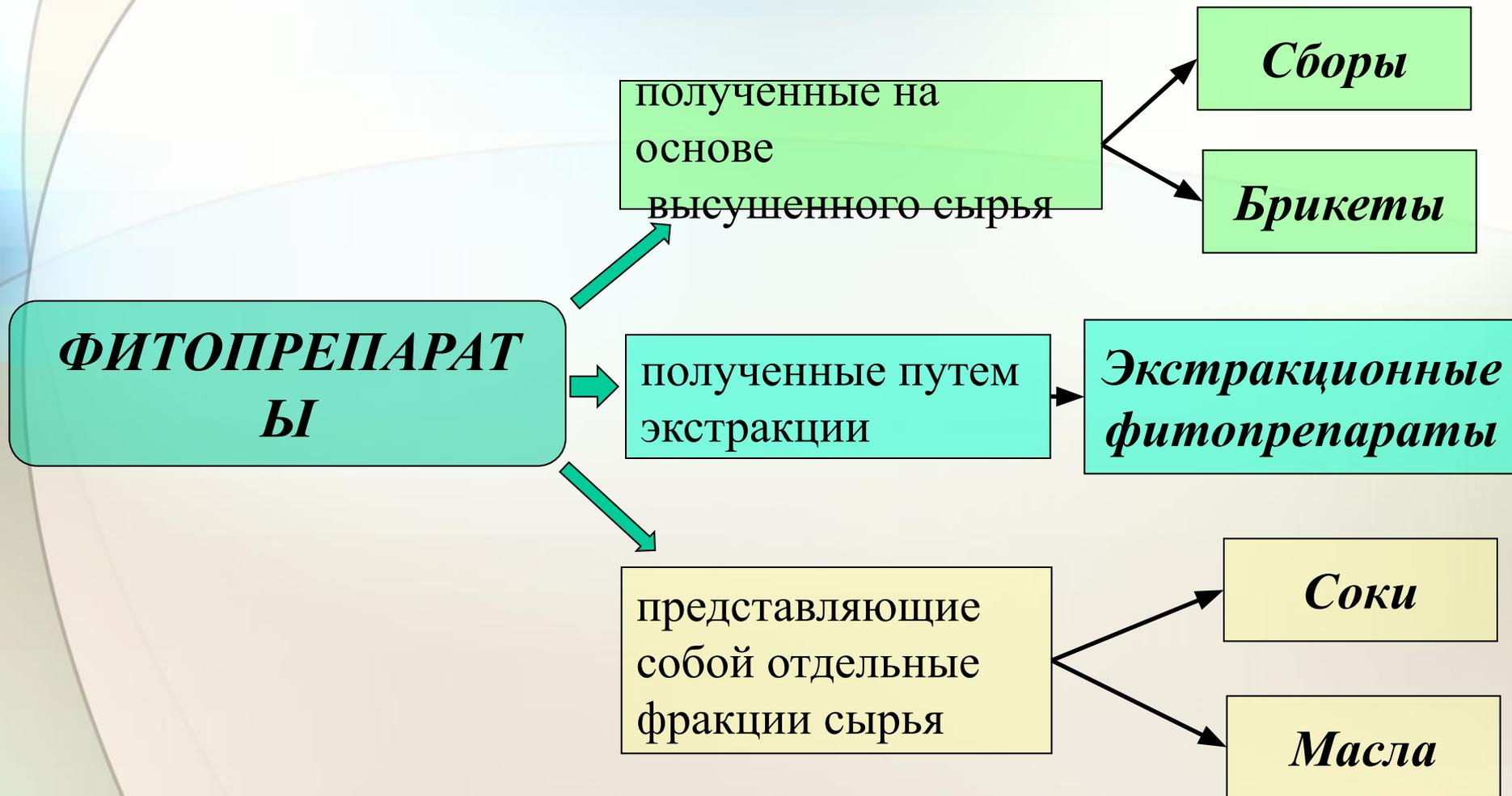
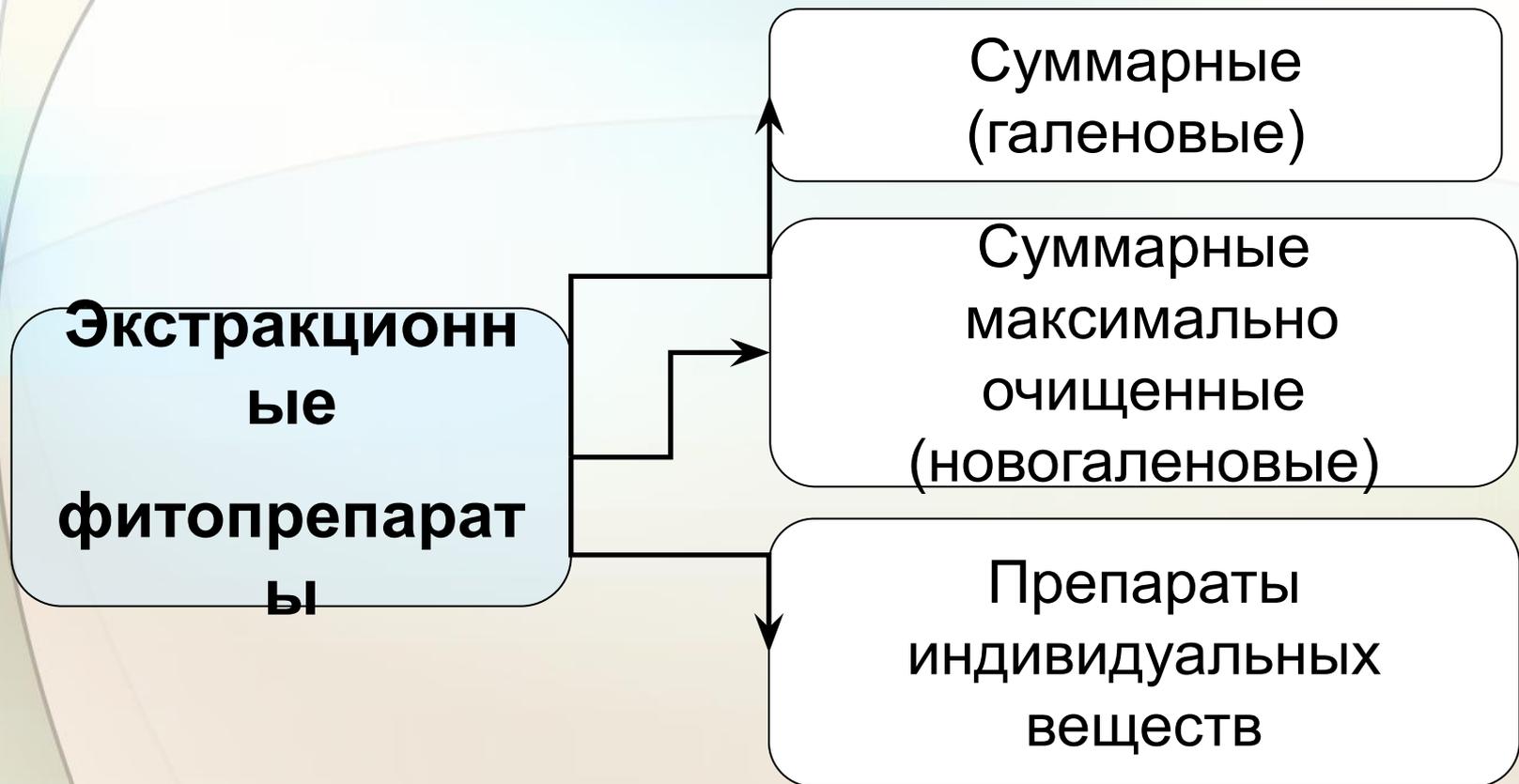


*Экстракционные  
фитопрепараты*

# Классификация фитопрепаратов

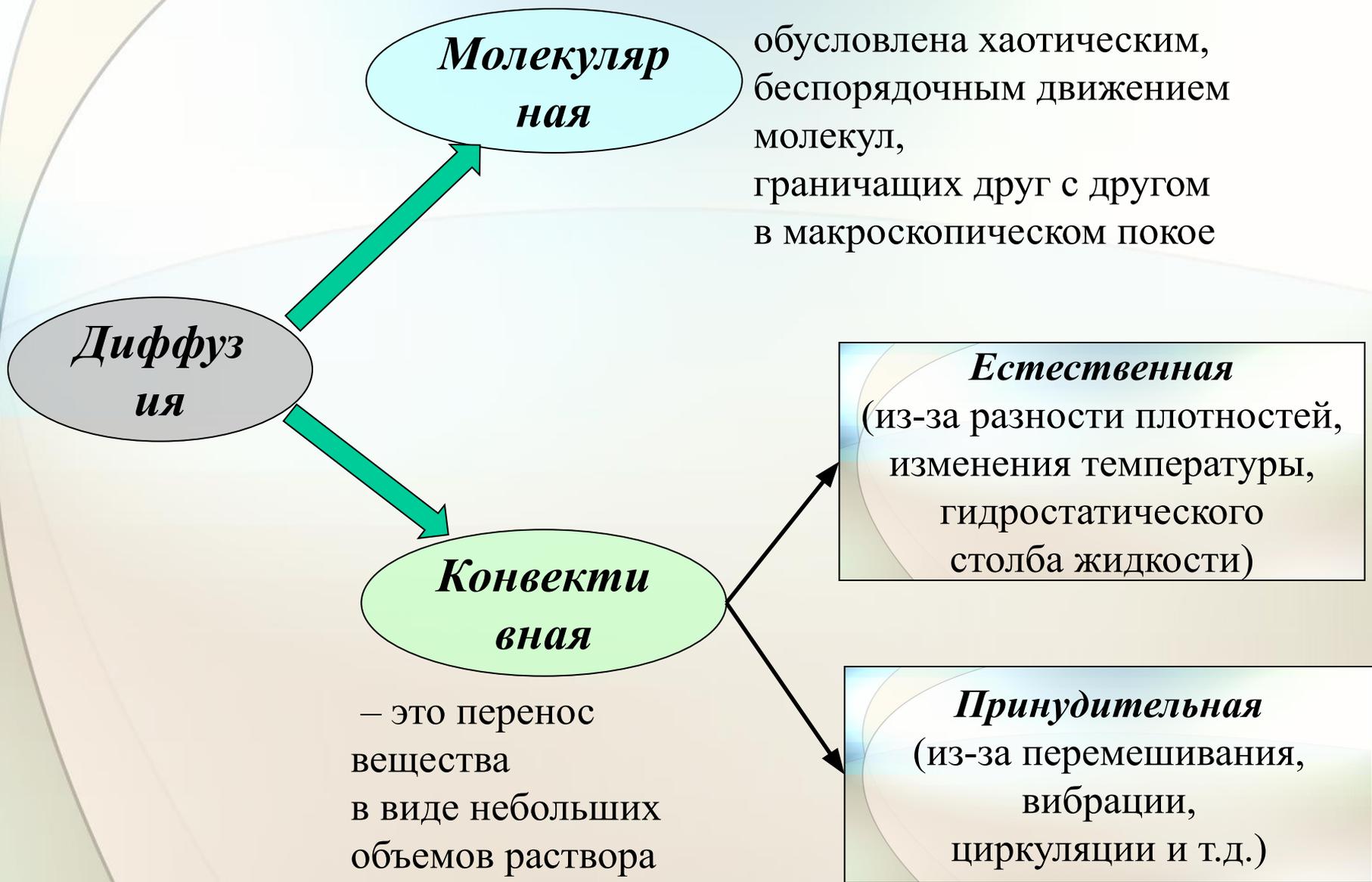


# *Классификация экстракционных фитопрепаратов*



# Схема технологии экстракционных фитопрепаратов





*По характеру диффузии различают три основных этапа экстракции:*

1. Диффузия экстрактивных веществ из внутренней части клеток к их поверхности (мембране);
2. Диффузия веществ через ламинарный слой, окружающий частицу и возникающий за счет сил трения (сил вязкости) экстрагента при протекании через слой сырья;
3. Конвективный перенос экстрактивных веществ от наружной поверхности ламинарного слоя в общий поток растворителя.

## ***Уравнение массопередачи:***

$$dM = K \cdot F \cdot (C_1 - C_2) \cdot d\tau$$

F – поверхность растительного материала, через которую проходит массообмен;

$\tau$  – время экстракции;

$C_1$  – концентрация вещества в твердой фазе;

$C_2$  – концентрация вещества в жидкой фазе

***Коэффициент массопередачи:***

$$K = \frac{1}{\frac{R}{D_B} + \frac{\delta}{D_{жс}} + \frac{1}{\beta}}$$

R – размер частиц сырья;

$D_B$  – коэффициент внутренней диффузии;

$\delta$  – толщина диффузионного (ламинарного) слоя;

$D_{жс}$  – коэффициент диффузии в пограничном слое;

$\beta$  – коэффициент конвективной диффузии

## *Закон Фика –Шукарева*

Количество растворенного вещества ( $M$ ), продиффундировавшего сквозь слой растворителя, прямо пропорционально разности концентрации ( $C_1 - C_2$ ), времени ( $t$ ), площади поверхности слоя ( $F$ ) и обратно пропорционально толщине диффузионного слоя ( $\delta$ )

$$M = \frac{D \cdot F \cdot \tau \cdot (C_1 - C_2)}{\delta}$$

**Коэффициент молекулярной диффузии ( $D$ )** – количество вещества, которое диффундирует через единицу поверхности ( $F$ ) в течение единицы времени ( $t$ ) при разности концентрации, равном единице.

$$D = \frac{R \cdot T}{\eta \cdot 6 \cdot N_0 \cdot \pi \cdot r}$$

$R$  – универсальная газовая постоянная;

$T$  – абсолютная температура;

$N_0$  – число Авогадро;

$\eta$  – вязкость;

$r$  – радиус диффундирующих частиц

***Скорость молекулярной диффузии зависит от:***

Температуры;

Вязкости среды;

Размера частиц экстрагируемого вещества

**Коэффициент конвективной диффузии ( $\beta$ )** – количество вещества, которое передается через единицу поверхности ( $F$ ) фазового контакта в течение единицы времени ( $t$ ) при градиенте концентрации ( $dc/dx$ ), равном единице.

$$\beta = \frac{m}{F \cdot \Delta C \cdot \tau}$$

$m$  – количество экстрагированного вещества;

$F$  – поверхность экстрагирования твердой фазы;

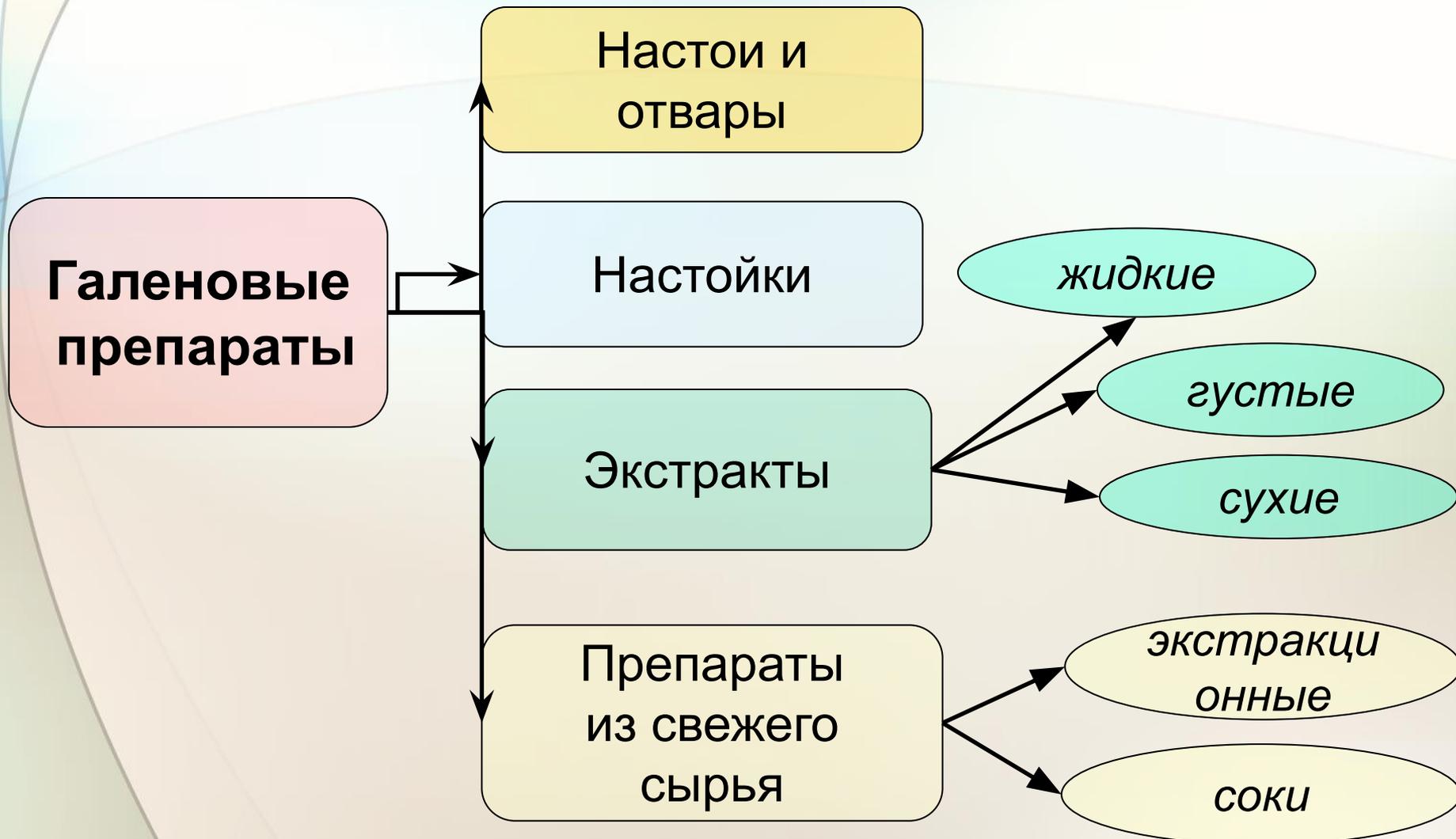
$\Delta C$  – среднелогарифмическая разность концентраций

**Первый закон Фика** описывает стационарный процесс переноса вещества:

$$dM = -D \cdot F \cdot \frac{dc}{dx} \cdot d\tau$$

$\frac{dc}{dx}$  – градиент концентрации, показывающий изменение концентрации за бесконечно малый промежуток времени ( $d\tau$ ) на единице длины нормали ( $dx$ ).

# Классификация галеновых препаратов



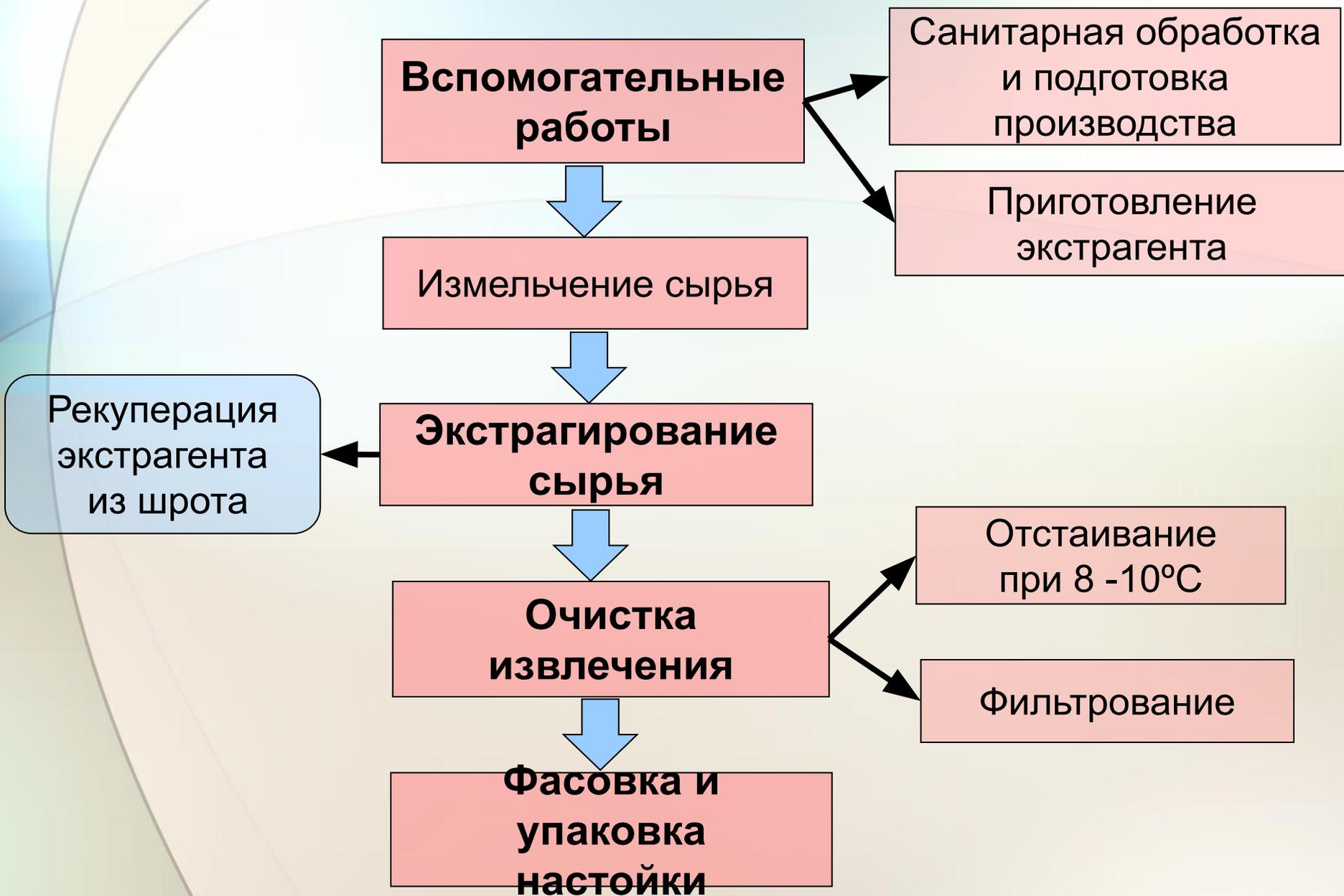
***Настойки*** – жидкая лекарственная форма, представляющая собой обычно окрашенные спиртовые или водно-спиртовые извлечения, получаемые из лекарственного растительного сырья (высушенного или свежесобранного), а также из сырья животного происхождения без нагревания и удаления экстрагента.

Настойки подразделяют на простые, на основе одного вида лекарственного растительного сырья, и сложные (комплексные) – из смеси нескольких видов лекарственного сырья.

Настойки готовят в соотношении **1:5** или **1:10**.

Из одной части ЛРС *по массе* получают 5 или 10 *объемных* частей настойки.

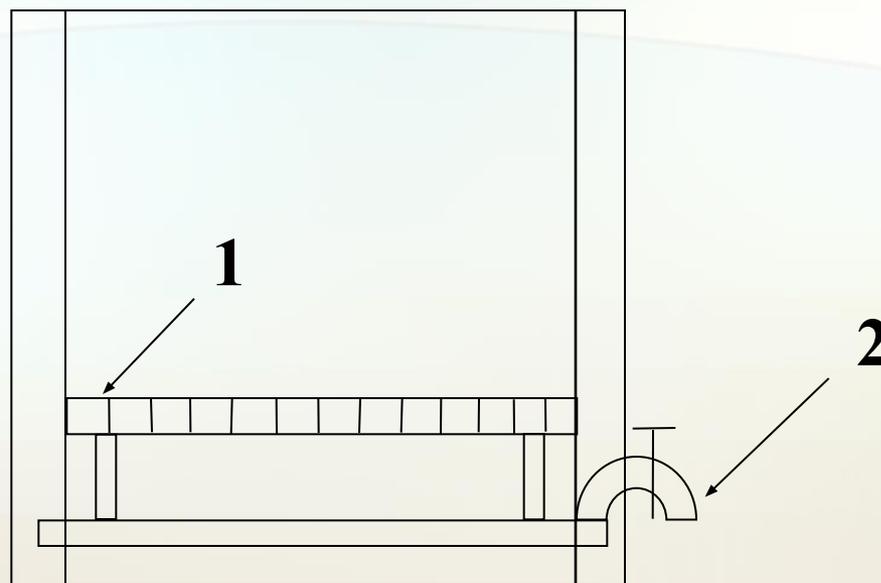
# Схема получения настоек



*Методы экстракции  
используемые для получения  
настоек:*

- Мацерация с циркуляцией экстрагента;
- Ускоренная дробная мацерация;
- Перколяция
- Растворение сухих экстрактов

# *Мацерационный бак*



1 – решетка;

2 – кран для слива вытяжки

# *Метод мацерации*

## *Расчет количества сырья:*

Из одной массовой части сырья получают 5 или 10 объемных частей готового продукта.

## *Расчет количества экстрагента:*

$$V_{\text{экстрагента}} = V_{\text{готового продукта}} + m_{\text{сырья}} \times K_{\text{спиртопоглощения}}$$

*Коэффициент спиртопоглощения* показывает какой объем спиртоводной смеси удерживает 1 грамм сырья.

# Дробная мацерация (Ремацерация)



ЧИСТЫЙ  
экстрагент

- |                                       |   |                                |
|---------------------------------------|---|--------------------------------|
|                                       |   | 24 – 48 ч. Мацерационная пауза |
| 1-ый слив $\frac{1}{4}$ от V настойки | ↓ |                                |
|                                       | ← |                                |
|                                       | ↓ | 1,5 – 2 ч.                     |
| 2-ой слив $\frac{1}{4}$ от V настойки | ← |                                |
|                                       | ↓ | 1,5 – 2 ч.                     |
| 3-ий слив $\frac{1}{4}$ от V настойки | ← |                                |
|                                       | ↓ | 1,5 – 2 ч.                     |
| 4-ый слив $\frac{1}{4}$ от V настойки | ← |                                |

# *Метод перколяции*

## *Стадии перколяции:*

1. Намачивание;
2. Настаивание;
3. Собственно перколяция

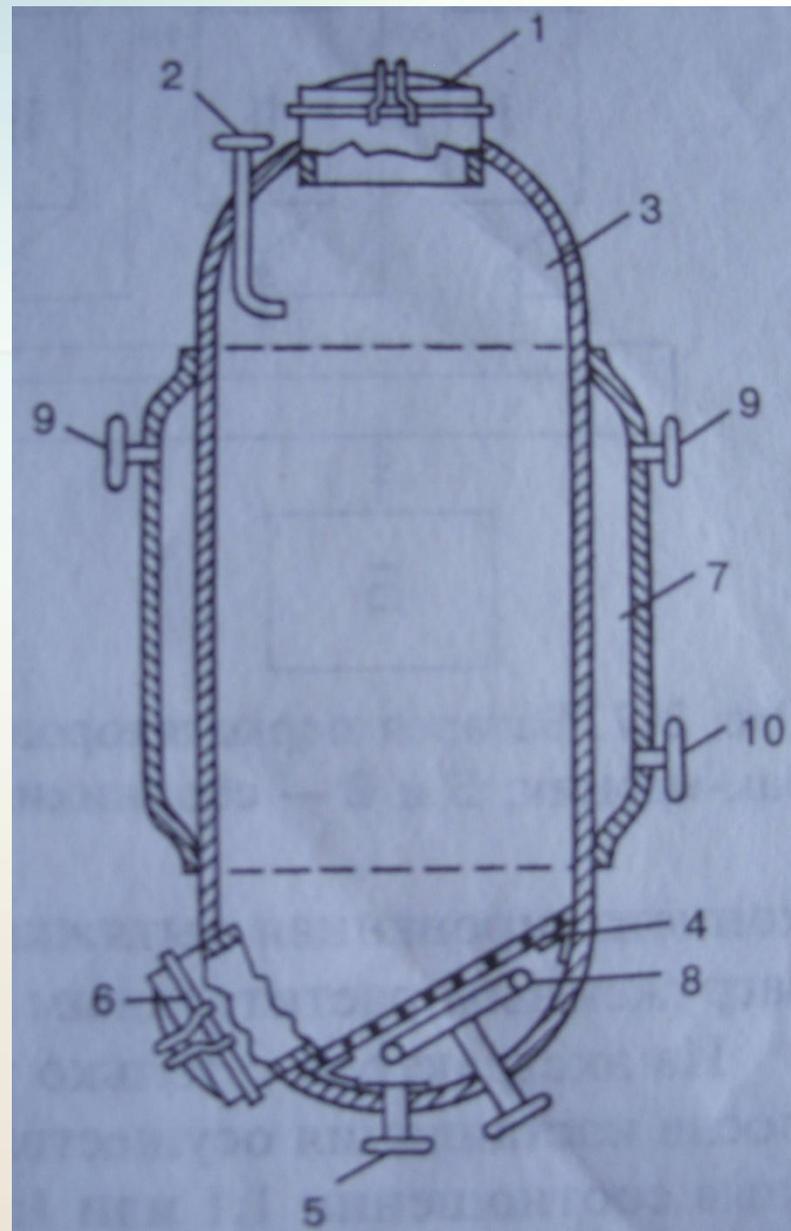
*Скорость перколяции – от 1/4 до 1/12*

части используемого объёма перколятора  
(рабочего объёма) в час

Расчет *объема экстрагента* проводят по формуле

# Устройство перколятора

- 1 – крышка; 2 – штуцер;
- 3 – корпус; 4 – ситовидное дно;
- 5 – спускной кран;
- 6 – боковой люк;
- 7 – паровая рубашка;
- 8 – барботер;
- 9 – штуцер ввода пара;
- 10 – штуцер вывода пара



# *Показатели качества настоек*

- Описание;
- Подлинность;
- Количественное определение;
- Плотность;
- Содержание этанола;
- Содержание метанола и 2-пропанола;
- Сухой остаток;
- Тяжелые металлы;
- Объем содержимого упаковки;
- Микробиологическая чистота

# *Особые случаи приготовления настоек*

## *Исключения по соотношению сырья и настойки:*

**1:10** н-ка календулы, боярышника,  
стручкового перца, пиона, арники;

**1:2** н-ка софоры японской;

**1:20** н-ка мяты

***Исключения по концентрации  
экстрагента:***

- **95%** н-ка лимонника;
- **90%** н-ка мяты, стручкового перца;
- **48%** н-ка софоры японской
- **30%** н-ка ЭВКОМИИ;

## ***Особенности технологии:***

### ***Н-ка мяты***

Добавляют  
эфирное масло  
мяты перечной

### ***Сложные настойки***

Экстрагируют смесь ЛРС

***Н-ка горькая***, состав:

- Трава золототысячника 60 г
- Листья трилистника 60 г
- Корневище аира 30 г
- Трава полыни 30 г
- Кожура мандарина 15 г

**Экстракты** представляют собой концентрированные извлечения из ЛРС, реже из сырья животного происхождения.

*По консистенции различают:*

- экстракты сухие (*Extracta sicca*);
- экстракты густые (*Extracta spissa*);
- экстракты жидкие (*Extracta fluida*).

Экстракты **сухие** – порошкообразные массы, обладающие свойством сыпучести, с содержанием влаги не более 5 %.

Экстракты **густые** – вязкие массы с содержанием влаги не более 25 %.

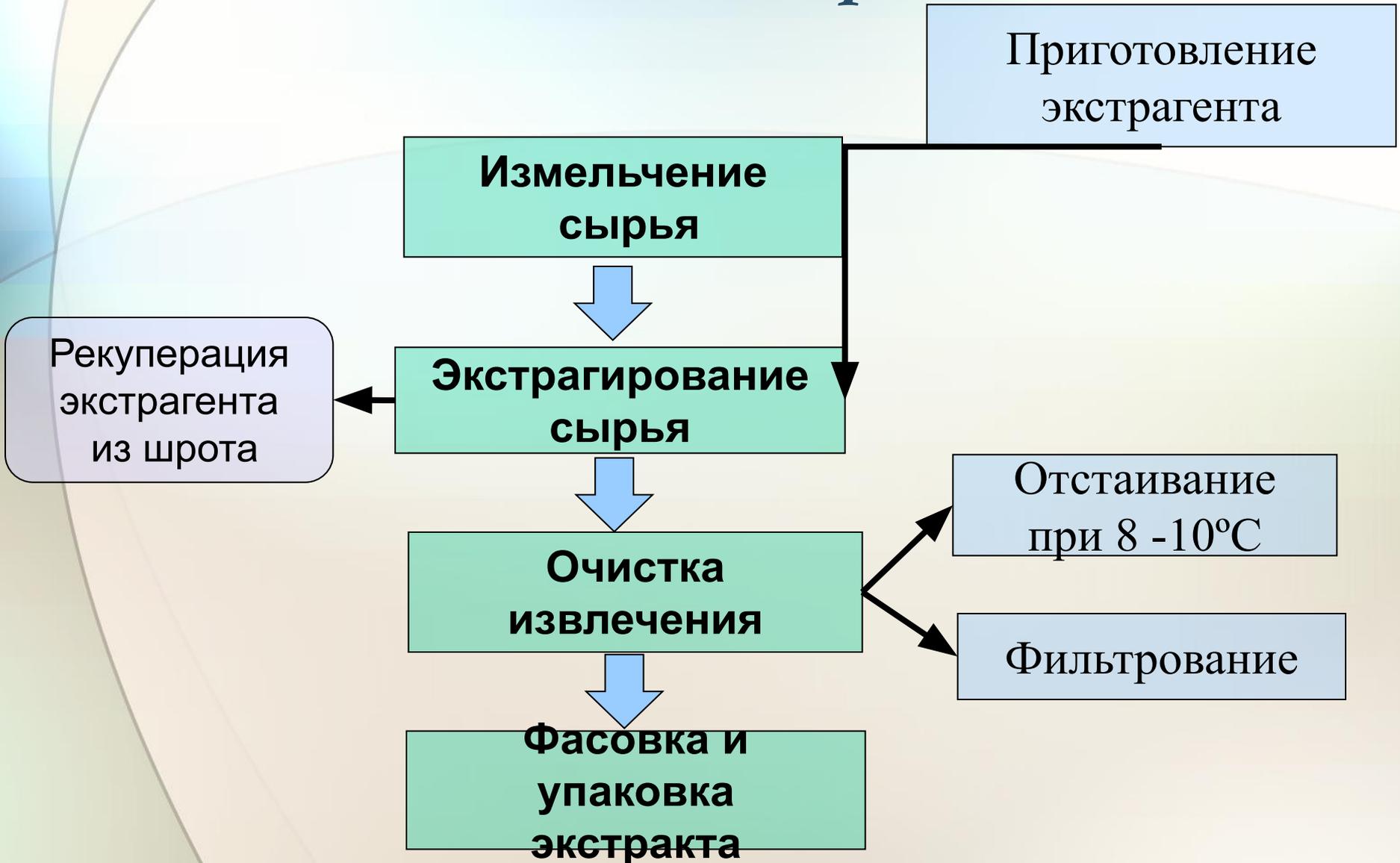
Экстракты **жидкие** – густые, подвижные, иногда маслянистые жидкости.

**Экстракты-концентраты** – экстракты различной консистенции, стандартизованные по отношению к ЛРС в определенных соотношениях, например 1:1 или 1:2. Эти экстракты используются преимущественно для получения настоев и отваров, заменяя в указанных соотношениях лекарственное растительное сырье.

***По используемому экстрагенту различают:***

- экстракты водные, полученные с использованием в качестве экстрагента воды очищенной;
- экстракты спиртовые, полученные с использованием в качестве экстрагента спирта этилового различных концентраций;
- экстракты масляные, полученные с использованием в качестве экстрагента растительного масла;
- экстракты, полученные с использованием различных органических растворителей (четыреххлористого углерода, дихлорэтана и др.);
- экстракты, полученные путем последовательного экстрагирования лекарственного растительного сырья экстрагентами, в том числе различной полярности.

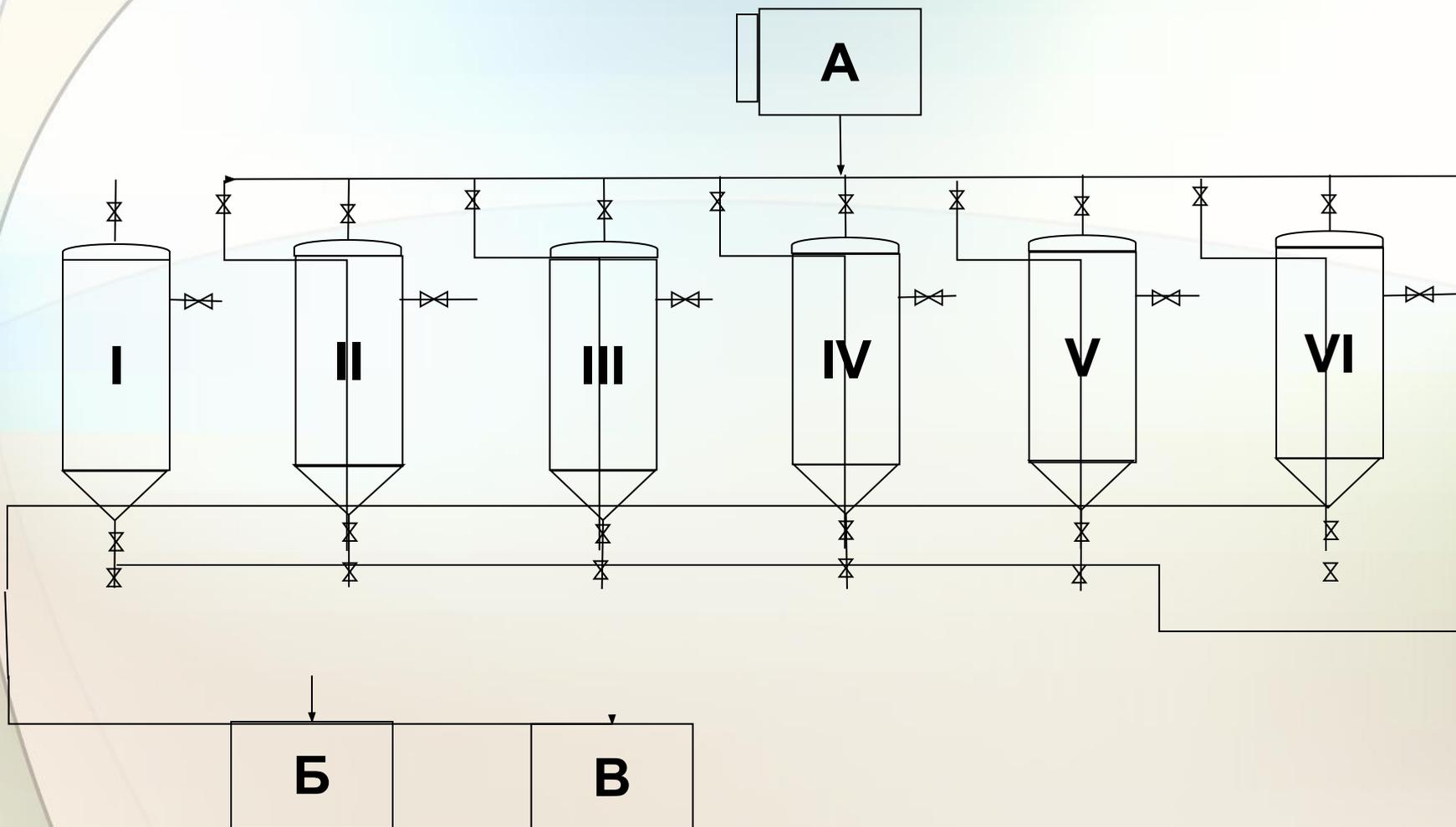
# Технологические этапы получения жидких экстрактов



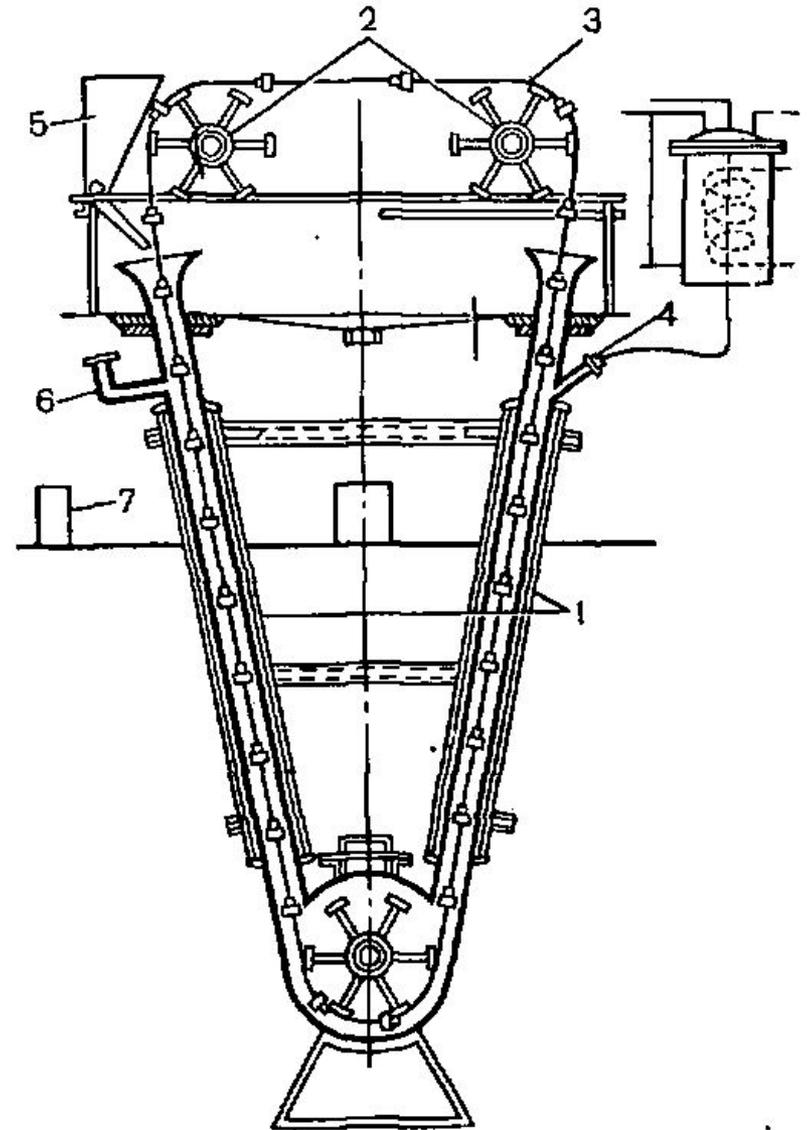
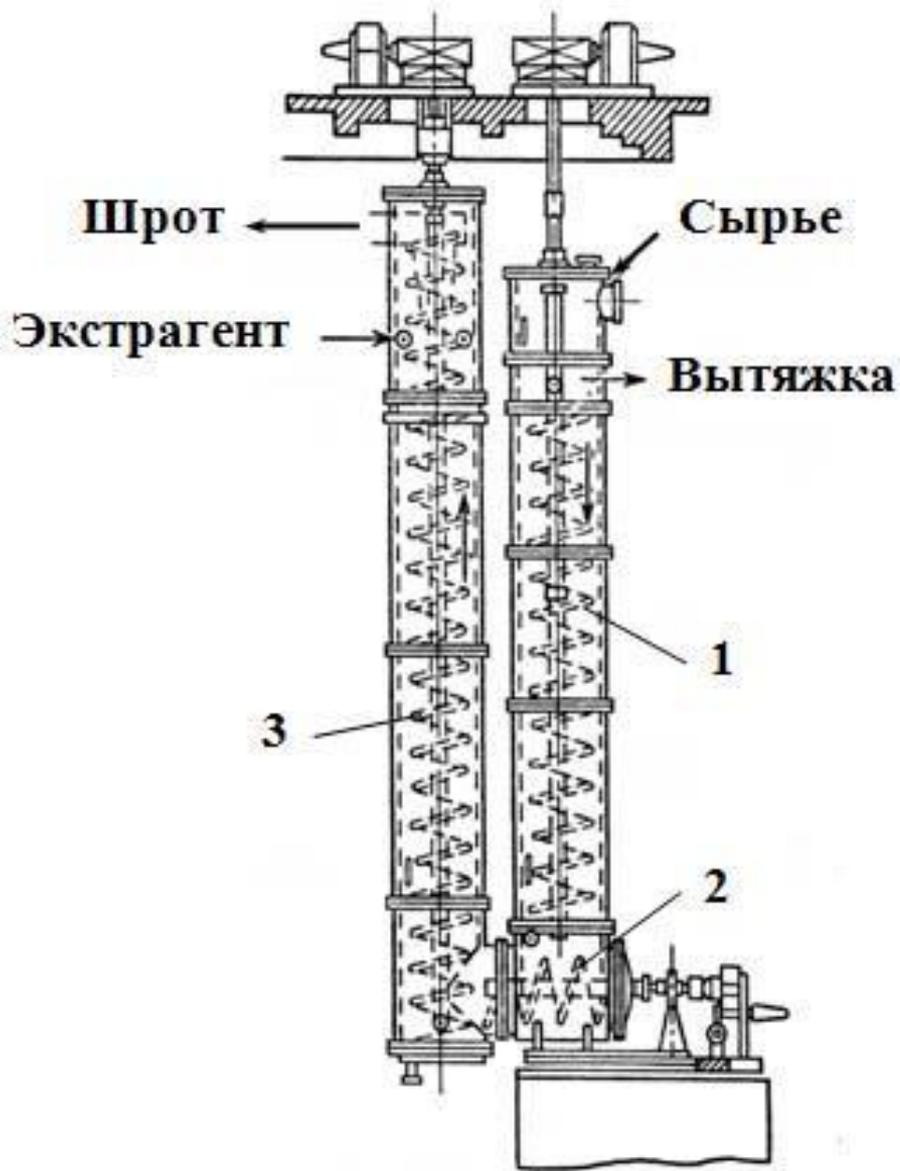
# *Методы экстракции используемые для получения жидких экстрактов:*

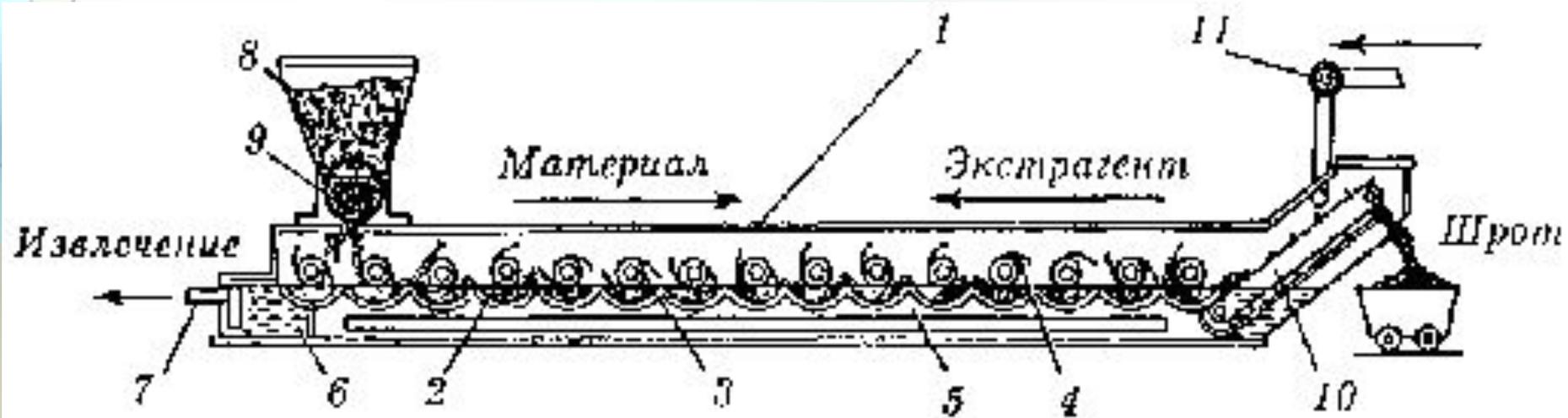
- Метод перколяции;
- Методы реперколяции  
(с делением сырья на равные части с законченным и незаконченным циклом, с делением сырья на неравные части );
- Противоточная экстракция  
(периодическая и непрерывная, ускоренная  
дробная мацерация по принципу противотока)

# Противоточная экстракция

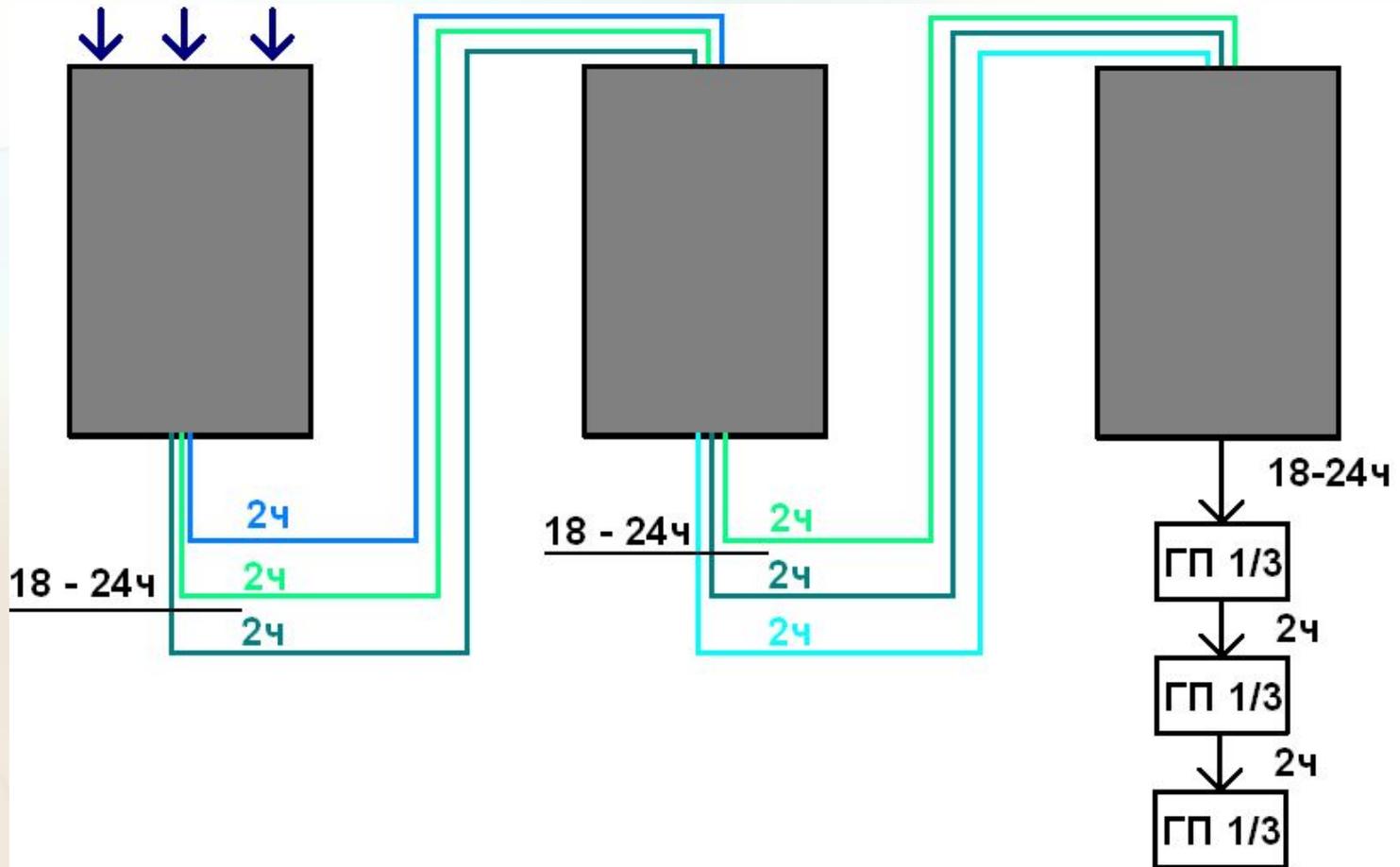


# Непрерывная противоточная экстракция





# Дробная мацерация по принципу противотока



# Технологические этапы получения густых экстрактов



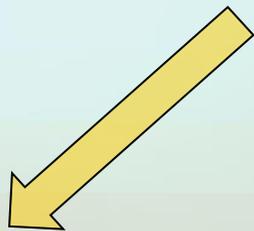
# Технологические этапы получения сухих экстрактов



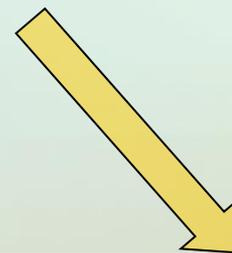
# *Показатели качества экстрактов*

- Описание;
- Подлинность;
- Количественное определение;
- Потеря в массе при высушивании/ для сухих и густых экстрактов
- Плотность;
- Насыпной объем и гранулометрический состав /для сухих экстрактов
- Содержание этанола;
- Остаточные органические растворители/в случае использования при производстве экстрактов органических растворителей
- Сухой остаток;
- Кислотное число, перекисное число, йодное число, число омыления/ для масляных экстрактов
- Тяжелые металлы;
- Показатель преломления/для масляных экстрактов
- Объем содержимого упаковки;
- Микробиологическая чистота

*Препараты из свежего  
лекарственного  
растительного сырья*



*Соки*



*Экстракцион  
ные  
препараты*

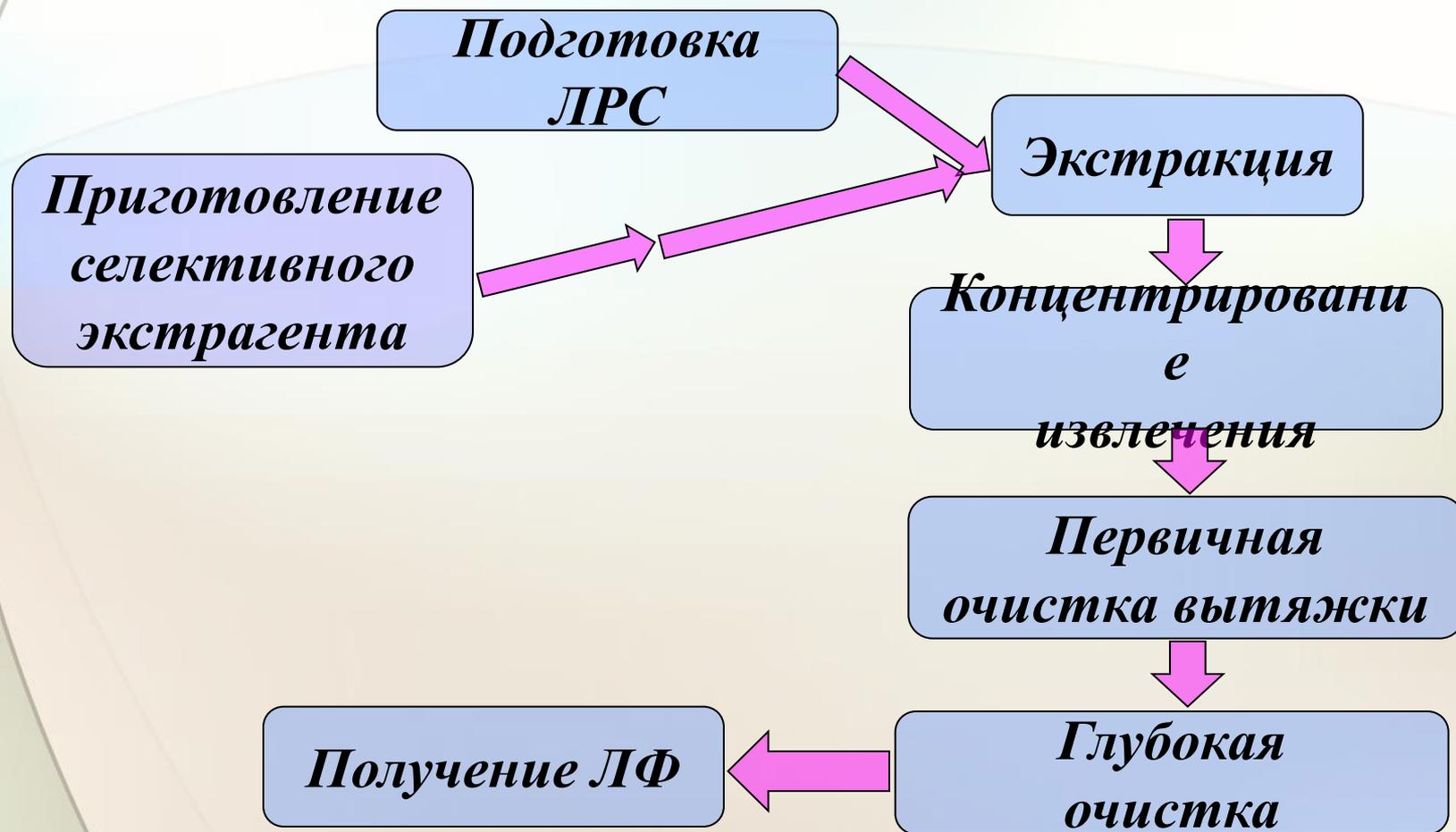
# *Особенности экстракции свежего ЛРС*

- Действующие вещества находятся внутри клетки в виде раствора;
- Клетки ЛРС находятся в состоянии тургора;
- Мембраны клетки ограничивают поступление экстрагента внутрь;
- Для эффективного процесса экстракции требуется разрушение клеточных мембран (тщательное измельчение на вальцовых дробилках, волчках и др.);
- Для разрушения коллоидной плазмы применяют кипячение, замораживание, обработку ЛРС этанолом высокой концентрации (70-95%)

# *Максимально очищенные (новогалеиновые) препараты*

Содержат нативный комплекс  
действующих  
веществ, очищенный от балластных и  
сопутствующих веществ

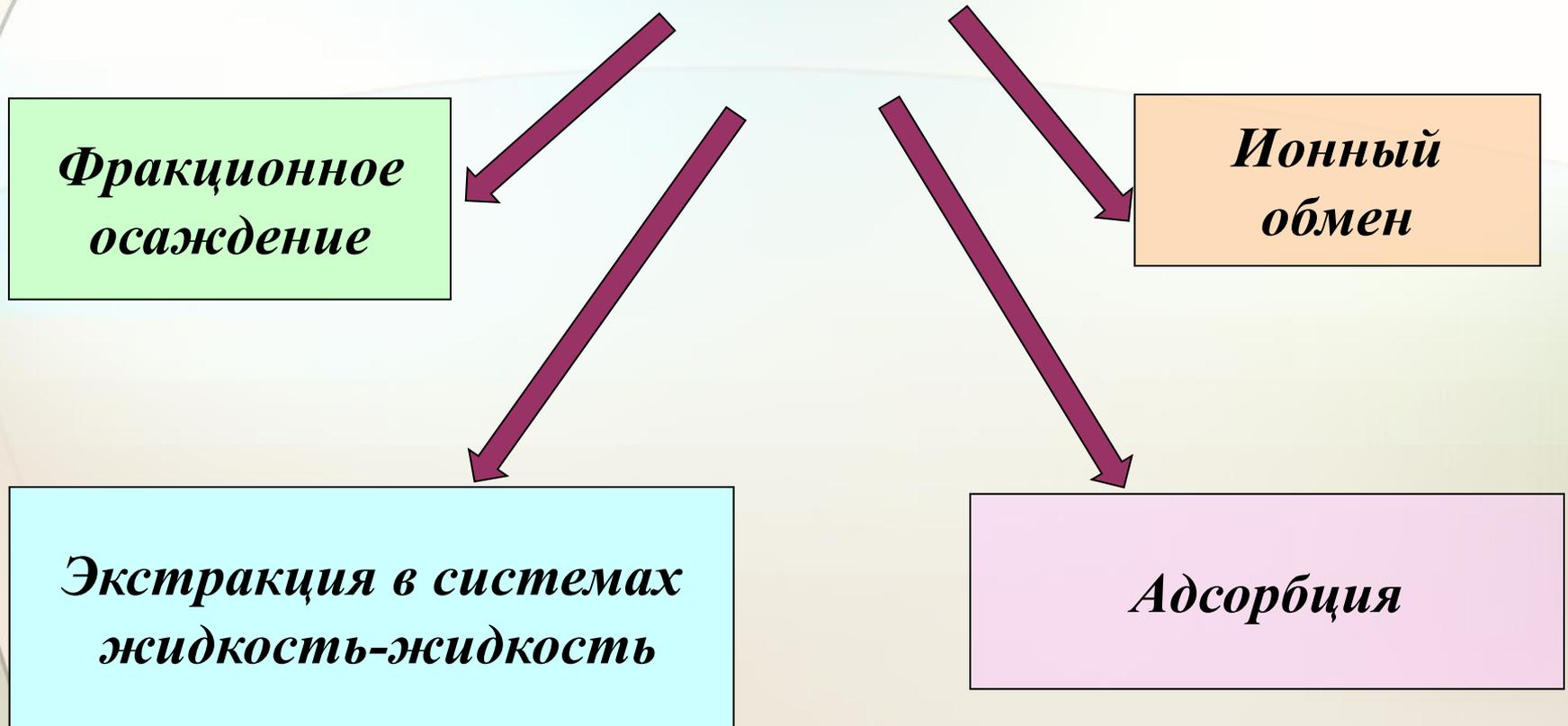
# Технологические этапы получения новогалаеновых препаратов



## *Методы экстракции, используемые в технологии новогаленовых препаратов*

- Противоточная экстракция;
- Циркуляционная экстракция;
- Дробная мацерация по принципу противотока;
- Мацерация с циркуляцией экстрагента;
- Методы интенсификации процесса экстракции

# *Методы очистки извлечений в технологии получения новогаленовых препаратов*



*Фракционное осаждение  
действующих или  
балластных  
веществ*

```
graph LR; A[Фракционное осаждение действующих или балластных веществ] --> B[Смена растворителей]; A --> C[Высаливание]; A --> D[Избирательное осаждение веществ];
```

*Смена  
растворителей*

*Высаливание*

*Избирательное  
осаждение веществ*

## *Адсорбция*

— процесс поглощения веществ из раствора поверхностью твердых адсорбентов.

## *Ионный обмен*

— процесс, основанный на взаимодействии растворов электролитов с ионитами, способными обменивать подвижные ионы на эквивалентное их количество, находящееся в растворе.

## *Экстракция в системах жидкость-жидкость*

— диффузионный процесс, протекающий с участием двух взаимно не растворимых или ограниченно растворимых жидких фаз, между которыми распределяется экстрагируемое вещество.

**Смесительно-отстойные**  
( прим. аппарат с мешалкой)



**Экстракторы**



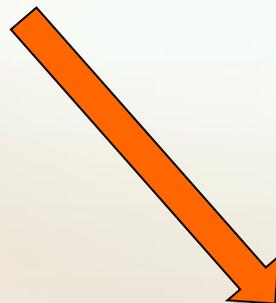
**Колонные**



**Без подвода дополнительной энергии извне**  
(полые распылительные, насадочные, с ситчатыми тарелками)



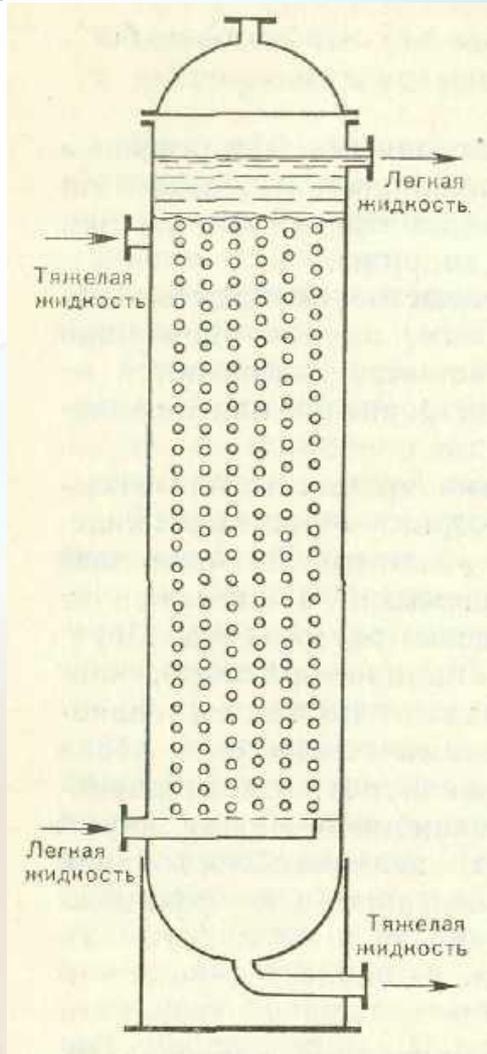
**С подводом дополнительной внешней энергии во взаимодействующие жидкости**  
(роторно-дисковые, с мешалками, пульсационные)



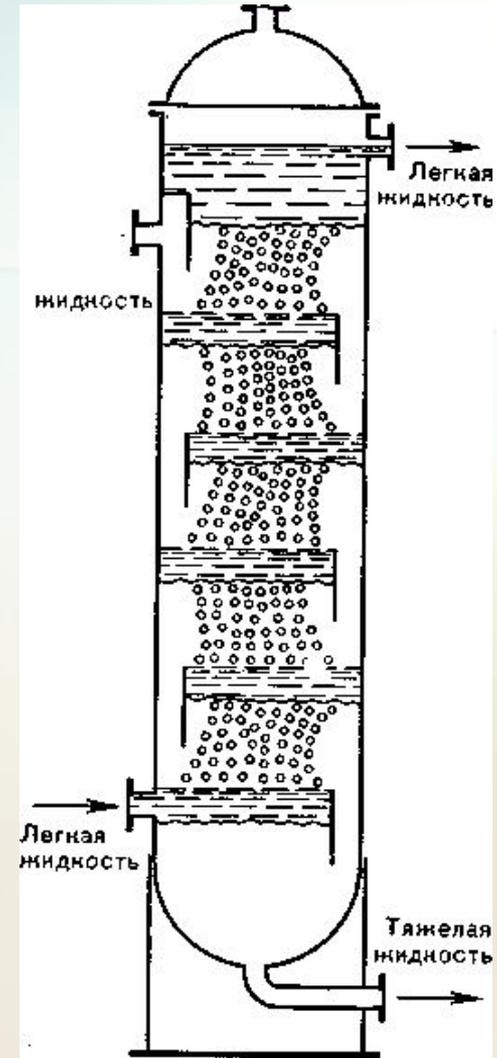
**Центробежные**

(очень чувствительны к загрязнениям, имеют сложную конструкцию, поэтому редко применяются в производстве фитопрепаратов)

# Гравитационные экстракторы

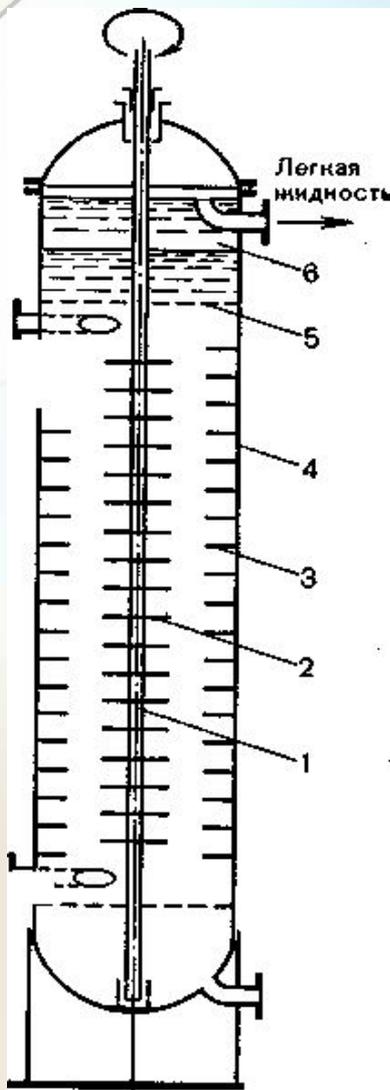


Полый распылительный  
экстрактор

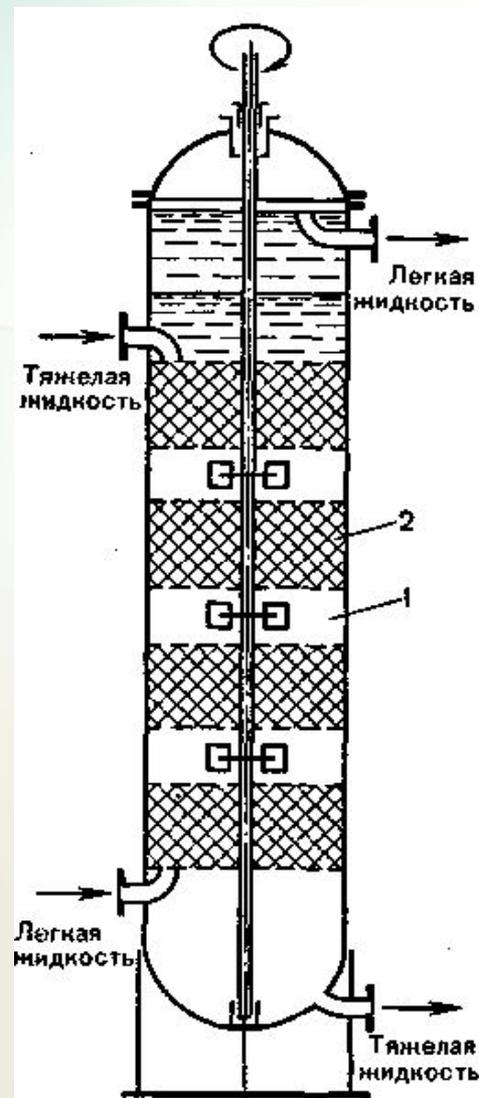


Экстрактор с ситчатыми  
тарелками

# Экстракторы с подводом внешней энергии

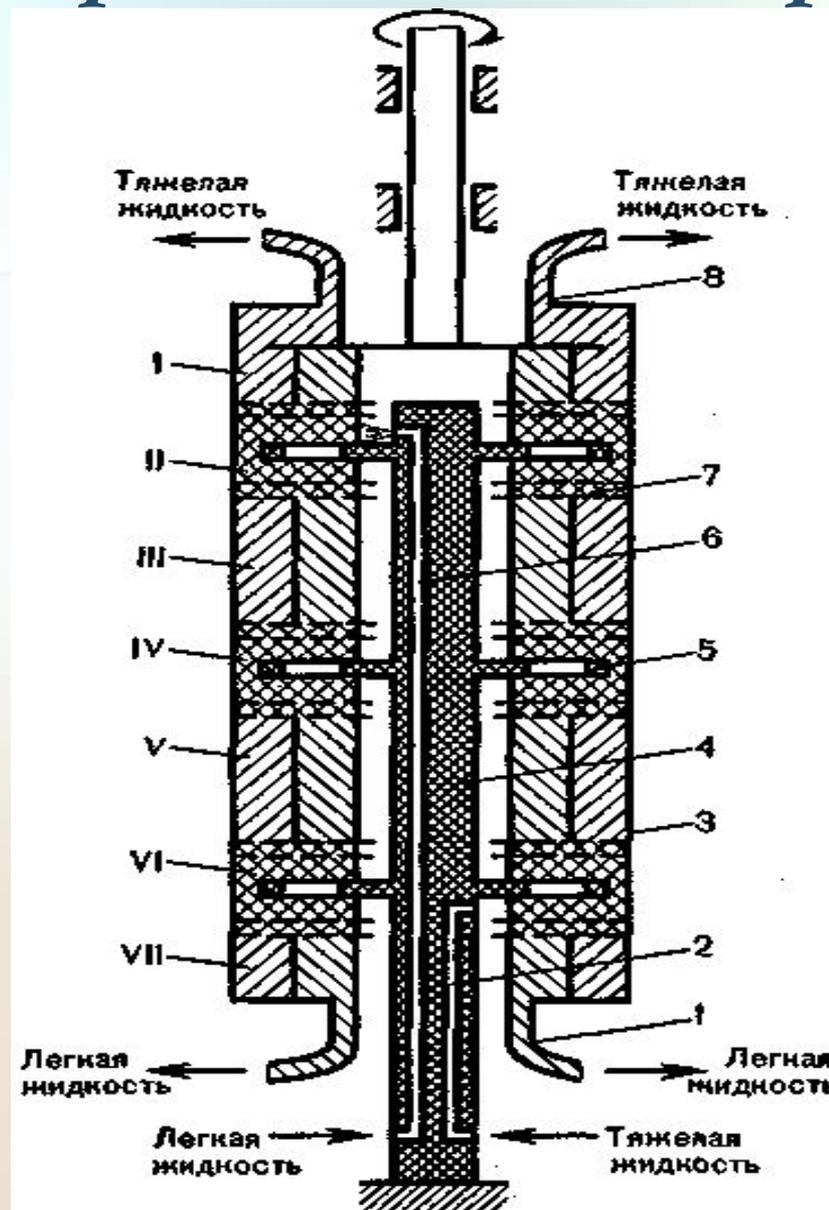


Роторно-дисковый экстрактор

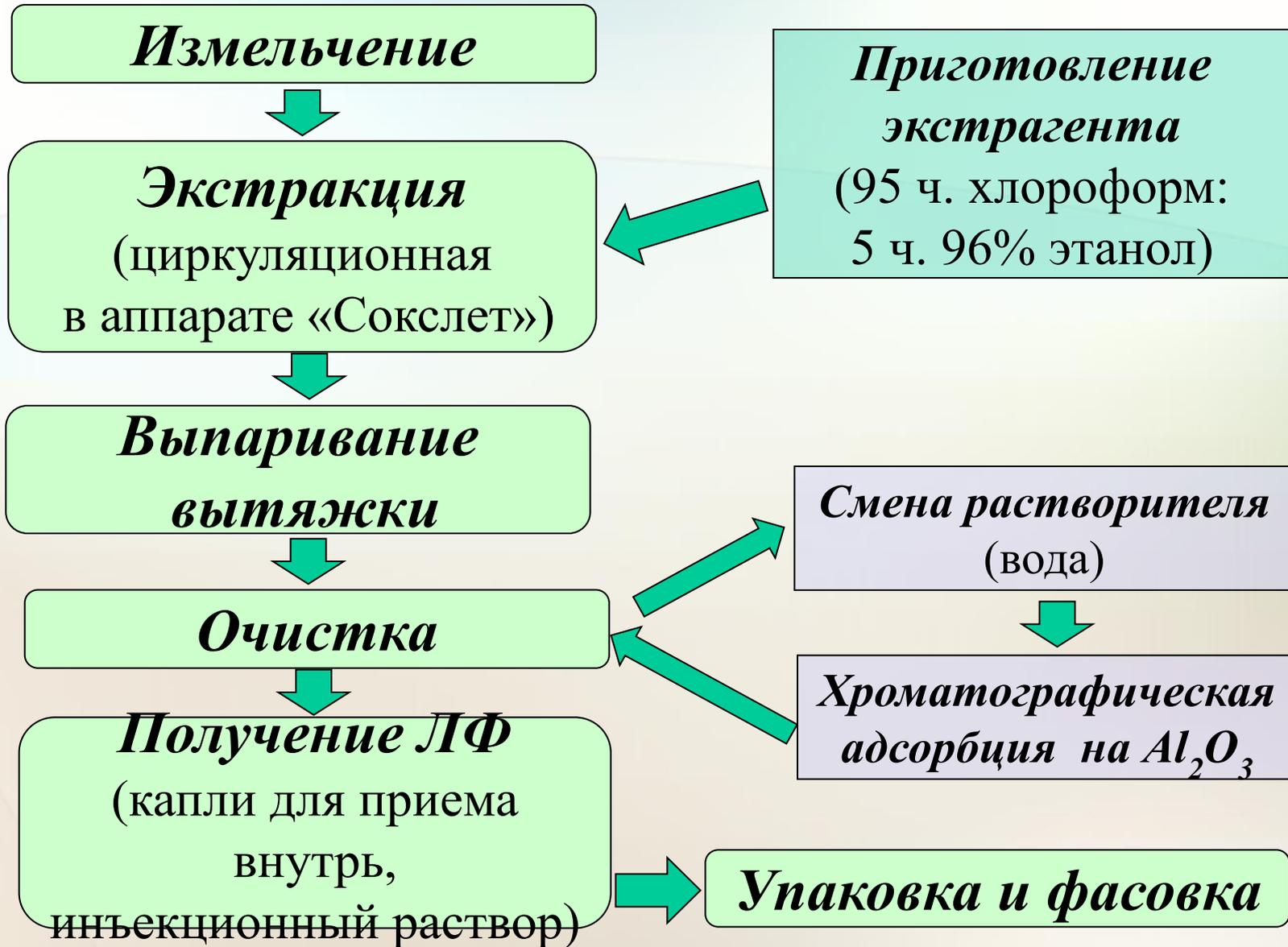


Смесительно-отстойный экстрактор с мешалками

# Центробежный экстрактор



# Технологические стадии получения адонизида



# Циркуляционная экстракция в аппарате Сокслета

– многократная экстракция одной порцией летучего экстрагента одной порции сырья

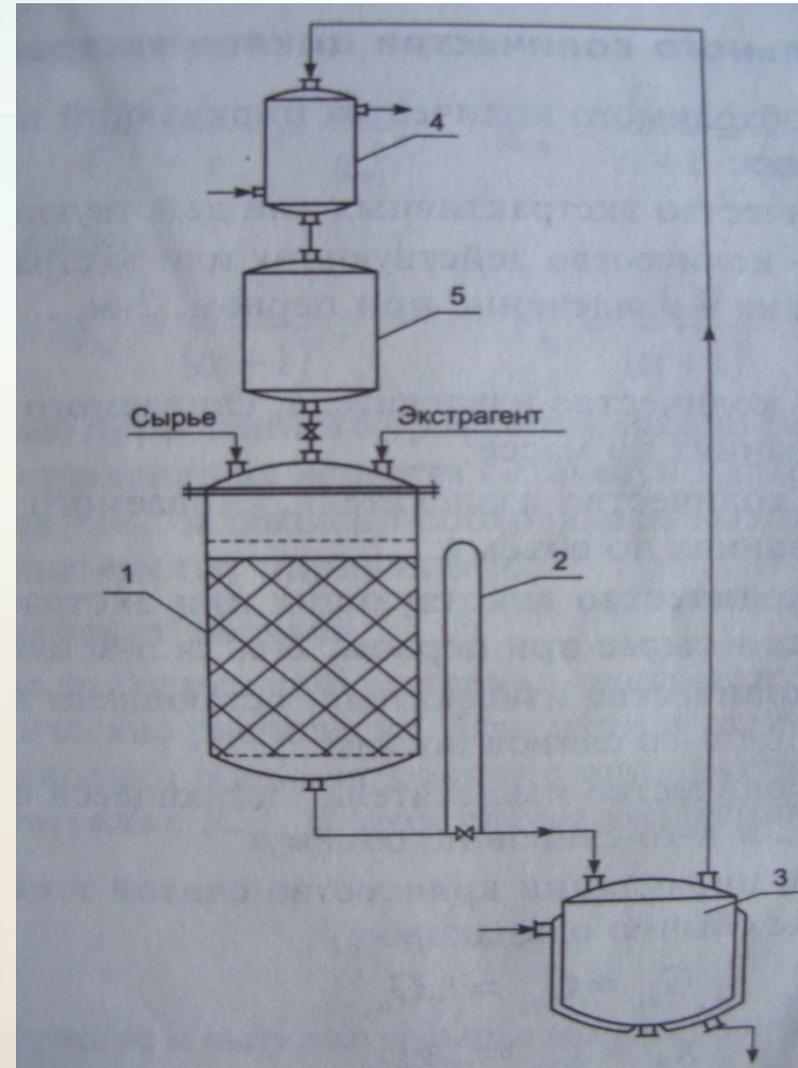
1 – экстрактор

2 – сифон

3 – испаритель

4 - конденсатор

5 - сборник конденсата



# *Классификация и номенклатура фитопрепаратов индивидуальных веществ*

*Препараты алкалоидов*  
раунатин, винбластин,  
аймалин, эргометрин

*Препараты гликозидов*  
целанид, строфантин-К,  
дигитоксин, дигогсин

*Препараты др. групп*  
рутин, глицерам,  
алпизарин

# Технологические этапы получения препаратов

индивидуальных веществ

Приготовле

ние

экстрагент

а

Подготовка

ЛРС

Экстракци  
я

Очистка  
вытяжки

Получение  
технического  
продукта

Глубокая очистка  
технического  
продукта

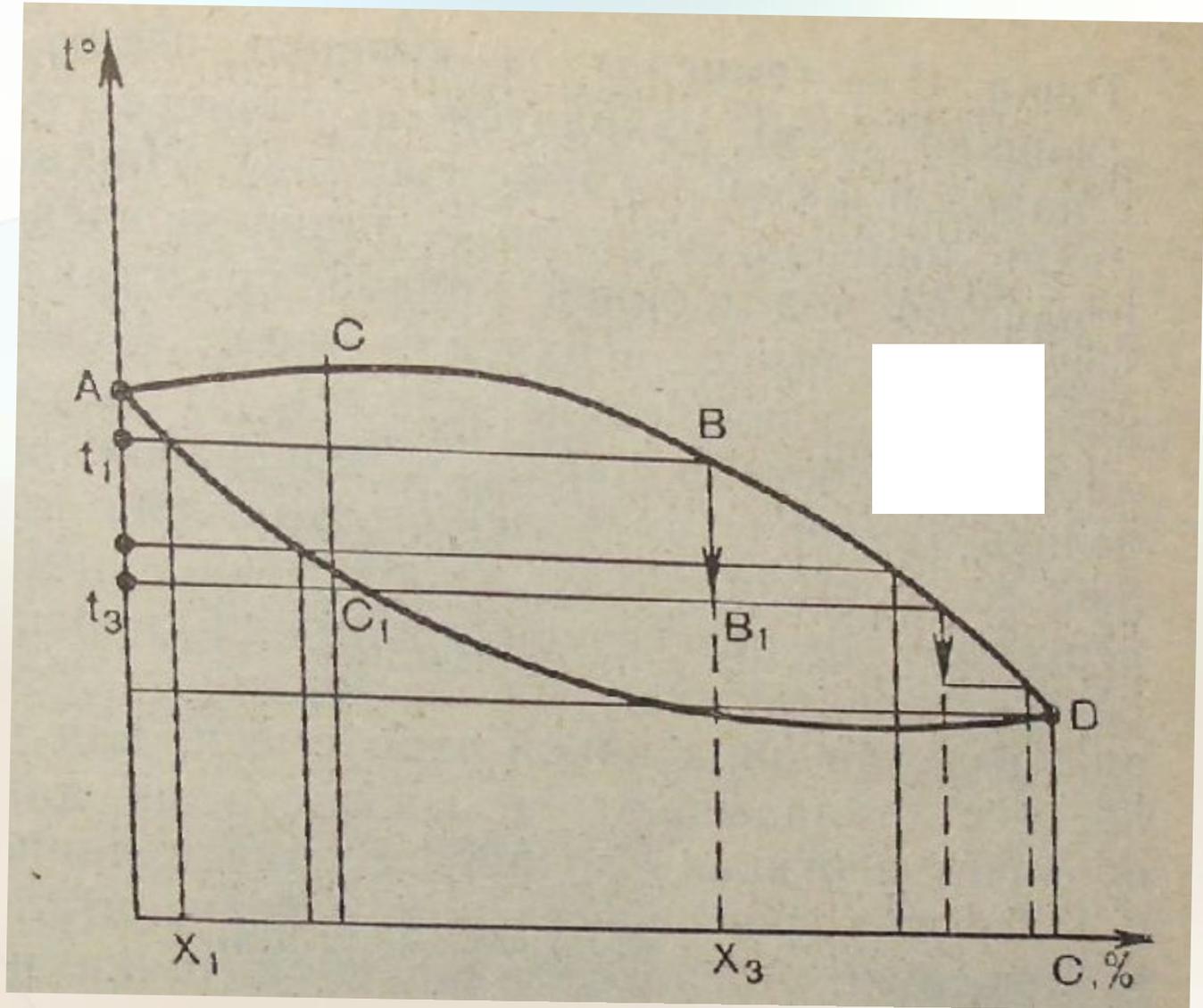
Получение ЛФ

Разделение  
суммы БАВ

# *Ректификация*

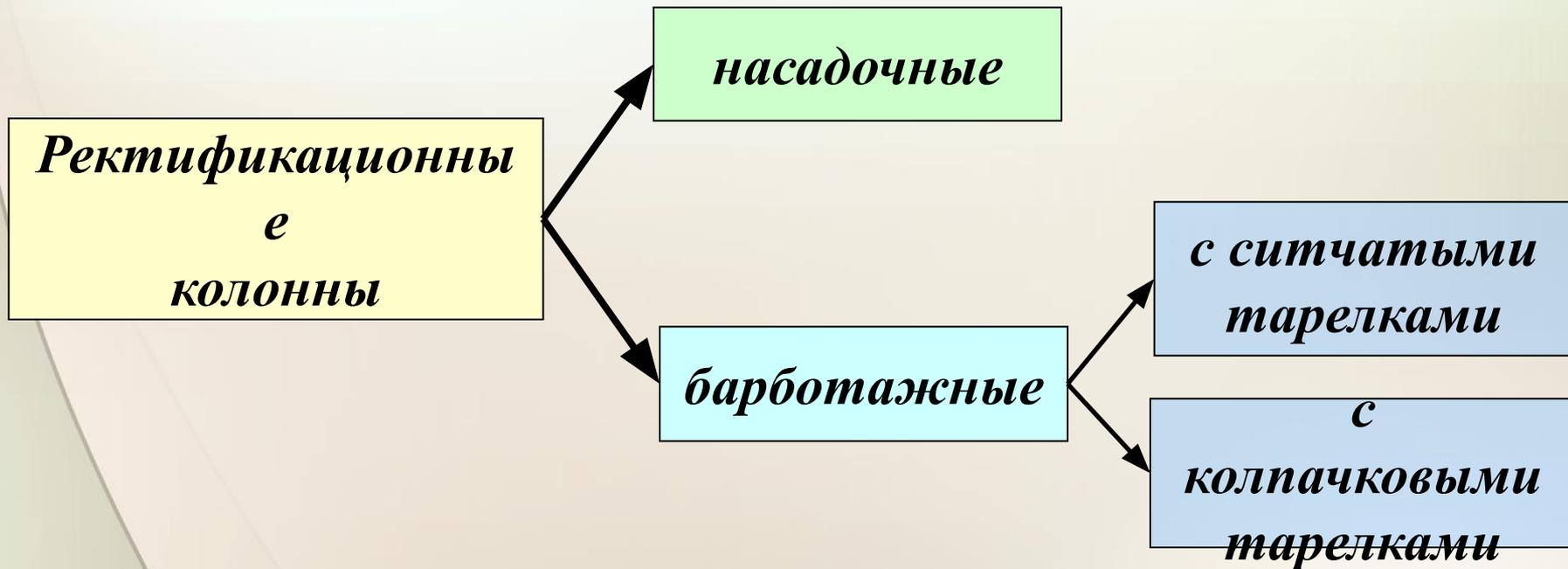
– массообменный процесс, позволяющий разделить смесь взаимосмешивающихся жидкостей с разной температурой кипения на индивидуальные компоненты (или для систем, содержащих азеотропы, – азеотропную смесь и один из компонентов); представляет собой многократно повторяющиеся процессы испарения разделяемой смеси и конденсации образующихся паров.

# Диаграмма состав - свойства

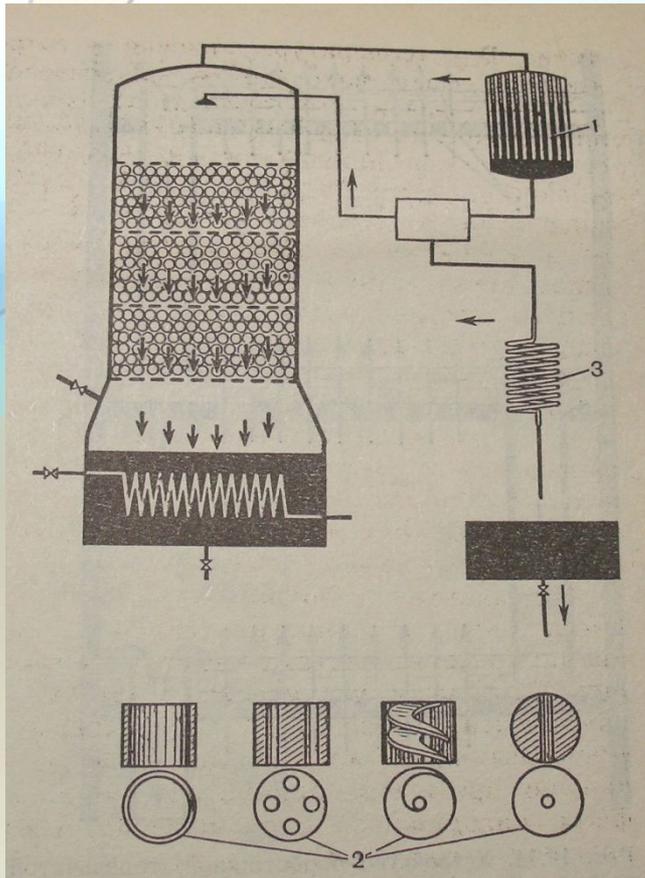


# *Ректификационные установки*

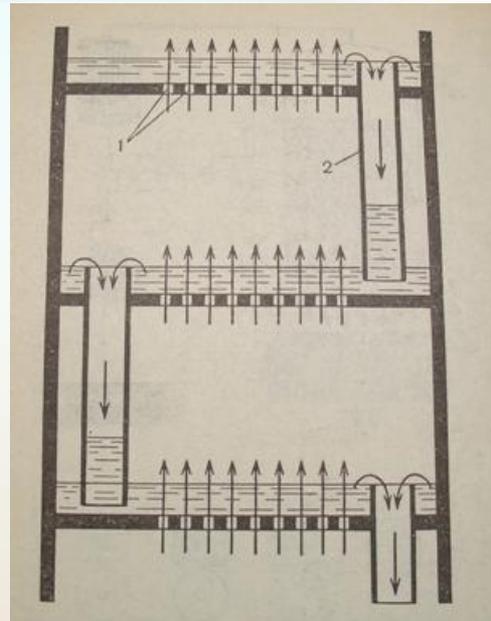
- Ректификационная колонна
- Перегонный куб
- Дефлегматор
- Конденсатор-холодильник
- Сборник дистиллята



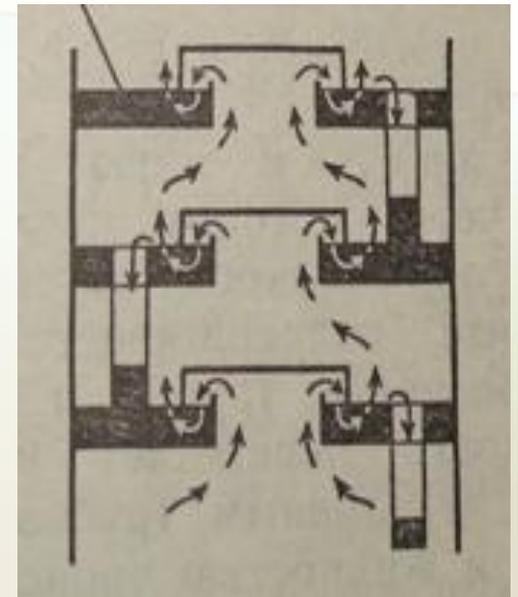
# Ректификационные колонны



Ректификационная  
установка  
с насадочной колонной



Барботажная,  
ситчатая колонна



Барботажная,  
колпачковая колонна