

# **Лекции № 4**

**ИСТОЧНИКИ ОБРАЗОВАНИЯ ТВЕРДЫХ  
ОТХОДОВ.**

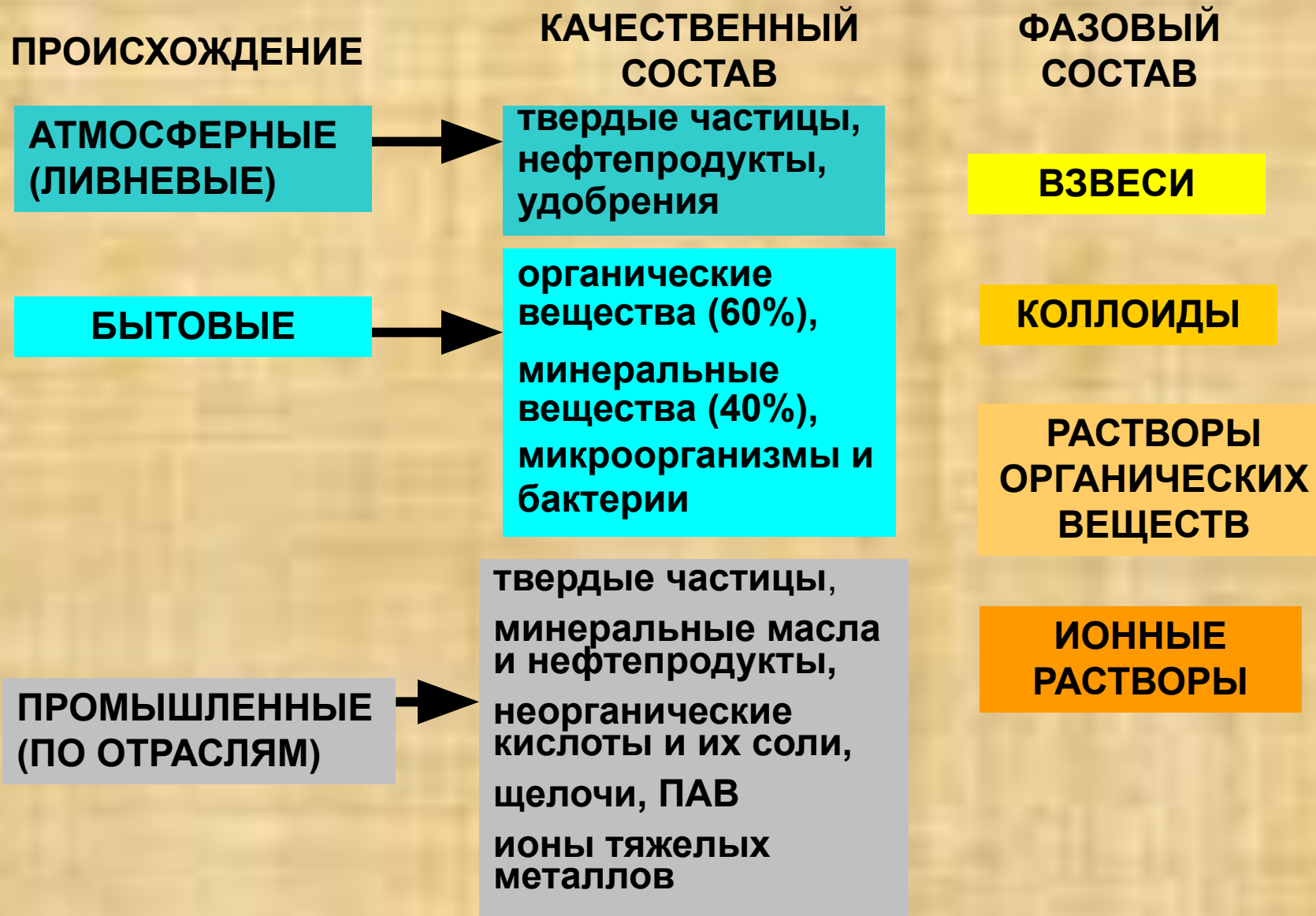
**СТОЧНЫЕ ВОДЫ.**

**ГАЗОВОЗДУШНЫЕ ВЫБРОСЫ**

# **Основные источники образования сточных вод**

- **промышленные предприятия**
- **предприятия коммунально-бытового назначения;**
- **крупные животноводческие комплексы;**
- **крупные земледельческие комплексы;**
- **отходы производства при разработке рудных ископаемых;**
- **воды шахт, и рудников;**
- **обработка и сплав лесоматериалов;**
- **сбросы водного и железнодорожного транспорта;**
- **отходы первичной обработки льна и т.д.**

# Состав и происхождение СТОЧНЫХ ВОД



# Виды загрязнений сточных вод

- **механическое** - повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным водам;
- **химическое** - наличие в воде органических и неорганических (минеральных) веществ токсического и нетоксического действия: кислоты, основания, соли(соединения мышьяка, свинца, кадмия, ртути, хрома, меди, фтора); углеводороды различного строения и их производные – всего более 1 млн. веществ
- **бактериальное и биологическое** - наличие в воде органических остатков (300 - 380 млн.т./год), ПАВ, биогенных веществ, разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей.
- **радиоактивное** - присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах;
- **тепловое** - выпуск в водоемы подогретых вод тепловых и атомных ЭС, промышленных стоков

# Производственные сточные воды (ПСВ)

- образуются в результате использования воды в различных технологических процессах

## Основные загрязняющие вещества :

- механические взвеси (песок, окалина, металлическая стружка, пыль, флюсы, волокна хлопчатника и т.д.);
- минеральные масла и другие нефтепродукты;
- неорганические кислоты и их соли;
- щелочи;
- поверхностно-активные вещества (ПАВ);
- неорганические соли тяжелых металлов.

# Атмосферные сточные воды или поверхностный сток

- образуются в результате стока осадков (а также таяния снега) с определенных территорий непосредственно в водные объекты или в системы канализации.
- Состав разнообразен:  
твердые частицы (песок, камень, стружки, пыль, сажа, остатки растений и т.д.),  
нефтепродукты, удобрения и т.д.
- Особенность стока – низкие концентрации ЗВ (кроме ТВЧ)

# Бытовые сточные воды (БСВ) или коммунально-бытовые стоки

- образуются в процессе жизнедеятельности человека,
- имеют сравнительно постоянный состав,
- содержат около 60% органических веществ,
- около 40% минеральных веществ
- доминирующие типы микроорганизмов:  
бактерии группы кишечной палочки, сальмонеллы, стафилококки, стрептококки, энтерококки, клостридии, энтеровирусы

# Состав ПСВ

<b>Промышленность</b>	<b>Основные токсичные примеси</b>
<b>Нефтеперерабатывающая</b>	Нафтеновые кислоты, нефтепродукты, фенолы, сульфиды, хлориды, сульфаты, ПАВ, органические взвеси
<b>Коксохимическая</b>	Фенолы, сероводород, смолы, углеводороды, тиоцианиды, аммиак, цианиды, органические взвеси
<b>Целлюлозно-бумажная</b>	Меркаптаны, сульфиды, спирты, альдегиды, кетоны, органические взвеси
<b>Синтетических полимеров и пластмасс</b>	Стирол, акрилонитрил, акрилаты, сульфаты, фенолы, ароматические углеводороды, альдегиды, спирты, циклогексан, органические кислоты, взвеси
<b>Синтетического каучука</b>	Бутилен, бутадиен, ацетон, органические кислоты и их соли, ацетонитрил, аммиак, альдегиды, спирты, углеводороды,
<b>Экстракционной фосфорной кислоты и фосфорных удобрений</b>	Серная, фосфорная, кремнефтористоводородная кислоты, соединения фтора, хлороводород
<b>Хлорная</b>	Ртуть, хлор, хлориды



## Содержание органических веществ в промышленных сточных водах

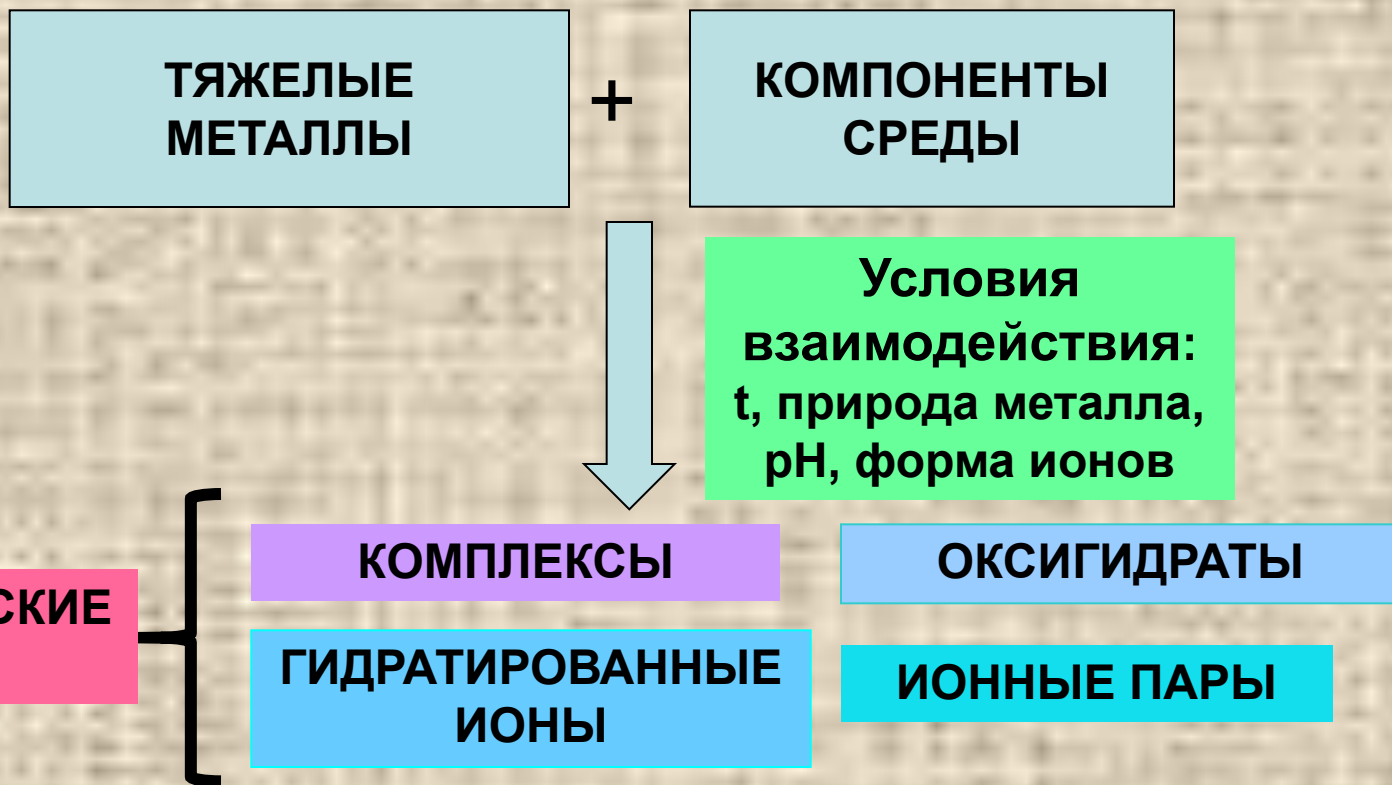
<b>Загрязняющие вещества</b>	<b>Количество в мировом стоке млн. т./год</b>
Нефтепродукты	<b>26,563</b>
Фенолы	<b>0,460</b>
Отходы производств синтетических волокон	<b>5,500</b>
Растительные органические остатки	<b>0,170</b>
Всего	<b>33,273</b>

# Химические загрязнители промышленных стоков.

- биологически нестойкие органические соединения;
- малотоксичные неорганические соли;
- нефть и нефтепродукты;
- биогенные соединения;
- вещества со специфическими токсическими свойствами, в том числе тяжелые металлы;
- биологически жесткие (не разлагающиеся) органические синтетические соединения.

# Наиболее опасные и распространенные виды химических загрязнителей

**Тяжелые металлы** (ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь, мышьяк, хром, никель, кобальт, марганец, сурьма, олово, висмут) - стойкие химические загрязнители кумулятивного действия со специфическими токсическими свойствами.



# Наиболее опасные и распространенные виды химических загрязнителей

Нефть и нефтепродукты, смазочно-охлаждающие жидкости **СОЖ** - основные химические загрязнители внутренних водоемов, вод и морей, Мирового океана, всего ежегодно 6,1 млн. т.



# Современные методы очистки сточных вод от промышленных загрязнений

*Очистка сточных вод* – обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ.

- деструктивные методы: разрушение вредных примесей или перевод их в нетоксичные продукты и удаление в виде нерастворимых осадков
- регенеративные: основаны на извлечении и утилизации примесей.

Освобождение сточных вод от загрязнения – **сложное, многостадийное производство:**

- сырье (сточные воды),
- готовая продукция (очищенная вода)
- отходы производства (осадки).

# Современные методы очистки сточных вод (по механизму воздействия)

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ:** поля  
фльтрации, биологические  
пруды, аэротенки,  
метатенки, биофильтры,  
РВП-АИ

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ:** коагуляция,  
флотация, сорбция, ионный обмен,  
экстракция, дистилляция,  
вымораживание, электродиализ,  
гиперфльтрация, обратный осмос

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ  
СТОЧНЫХ ВОД**

**МЕХАНИЧЕСКИЕ:**  
отстаивание, процеживание,  
центрифугирование,  
фльтрация,  
микрофльтрация, очистка в  
гидроциклонах

**ХИМИЧЕСКИЕ:** окисление  
(хлорирование, озонирование,  
жидкофазное и парофазное  
окисление), восстановление,  
нейтрализация, осаждение,  
комплексобразование

# Технологические схемы очистки

Разрабатываются в зависимости от:

- концентрации (количества) загрязнений,
- размера частиц (фазового состояния в растворе),
- скорости протекания процессов,
- механизма действия

# Механические методы

Удаляются механические примеси (грубодисперсные частицы), в зависимости от размеров:

- решетками, ситами, песколовками, септиками, навозоуловителями различных конструкций, а поверхностные загрязнения – нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и др.
- позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60-75% нерастворимых примесей, а из промышленных – до 95%



# Химические (реагентные) методы

**Цель** – осаждение в виде нерастворимых осадков:

- окисление, восстановление, нейтрализация
- достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%

# Физико-химические методы

- удаляются тонкодисперсные и растворенные неорганические примеси
- разрушаются органические и плохо окисляемые вещества
- Применяются: электрокоагуляция, сорбция, экстракция, ионный обмен, электрофлотация, гальванокоагуляция

# Флотация

- используется для очистки сточных вод от грубо и мелкодисперсных примесей и сгущения суспензий с тонкодисперсной фазой.
- **Принцип:** образованию комплексов частица-пузырек воздуха, всплывание пузырьков и удалении образовавшегося слоя пены, насыщенного примесями, с поверхности воды.
- Мелкодисперсные и коллоидные примеси удаляют с помощью коагулянтов и флокулянтов.

# Обратный осмос (гиперфльтрация)

- процесс разделения растворов фильтрованием через мембраны (поры диаметром около 1 нм пропускают молекулы воды, но непроницаемы или полупроницаемы, для гидратированных ионов солей или недиссоциированных молекул)
- Селективность мембран достигает 99% и обеспечивает получение чистой воды, которую можно вернуть в оборотную систему водоснабжения

# Ионный обмен

**Применяется:** для глубокой доочистки

производственных вод от ионов тяжелых металлов и для локальных систем регенерации металлов

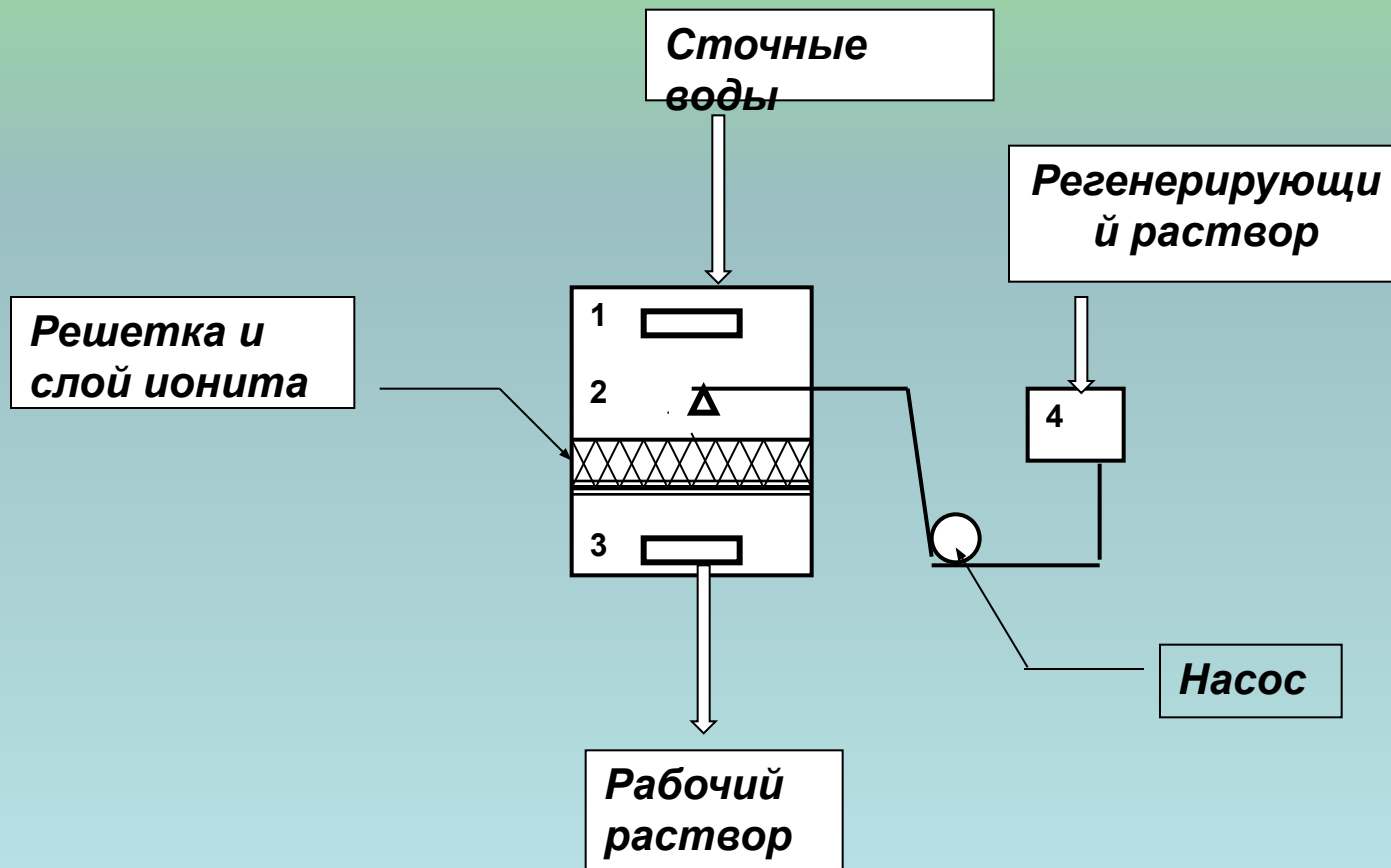
**позволяет** в ряде случаев осуществить возврат воды в технологический цикл

**Ионообменные материалы** (иониты): нерастворимые полиэлектролиты, способные вступать в реакции обмена с ионами раствора и обладающие ионной проводимостью:

- $R^{\prime}H + Na^{+} \leftrightarrow R^{\prime}Na + H^{+}$ ;  $R^{\prime\prime}OH + Cl^{-} \leftrightarrow R^{\prime\prime}Cl + OH^{-}$ ,  
где  $R^{\prime}$  и  $R^{\prime\prime}$  - неделимые твердые агрегаты (матрица) катионита и анионита соответственно;  $Na^{+}$ ,  $H^{+}$ ,  $Cl^{-}$ ,  $OH^{-}$  - обменивающиеся подвижные ионы.

# Схема ионообменной установки периодического действия.

1, 2, 3 – распределители; 4 – бак с регенерирующим раствором



# Адсорбционный метод

- наиболее доступный и эффективный метод глубокой очистки (доочистки) от растворенных органических веществ.
- применяются **активные сорбенты**: мелкодисперсные вещества с развитой поверхностью – опилки, зола, торф, глина, коксовая мелочь, активированные угли.

# Биохимические методы

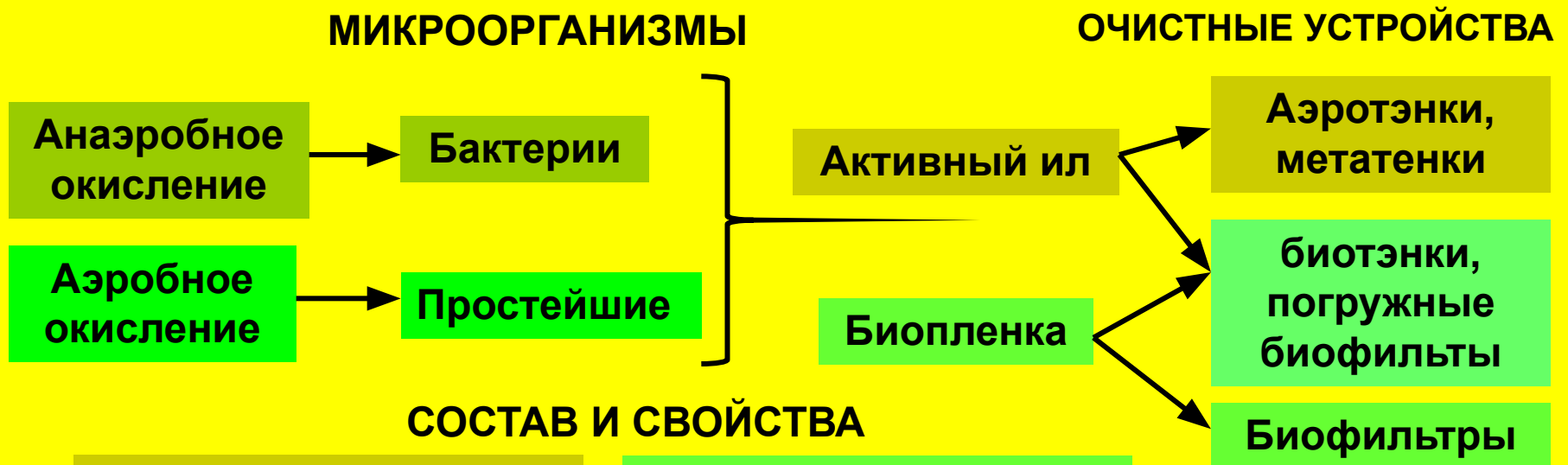
**основаны** на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения водоемов – биологическом окислении органических и некоторых неорганических веществ в результате деятельности микроорганизмов, использующих примеси сточных вод как питательный субстрат

**Показатели очистки** (скорость окисления, эффективность) зависят от:

- температуры,
- интенсивности перемешивания,
- концентрации кислорода,
- содержания токсичных веществ и биогенных элементов (азот и фосфор),
- степени рециркуляции активного ила.



# Методы биологической очистки бытовых сточных вод



## СОСТАВ И СВОЙСТВА

**Активный ил:**  
коллоидная система,  
рН=4 – 9;  
отрицательный заряд

**Биоценоз:** бактерии,  
черви, плесневые  
грибы, дрожжи,  
водоросли - всего 12  
видов; твердый  
субстрат

**Биопленка:**  
слизистые  
обрастания, толщина  
1- 3 мм

**Биоценоз:** бактерии,  
грибы, дрожжи

Химический состав ила:  $C_{54}H_{212}O_{82}N_8S_7$

# Бытовые стоки

**содержат** в больших количествах:

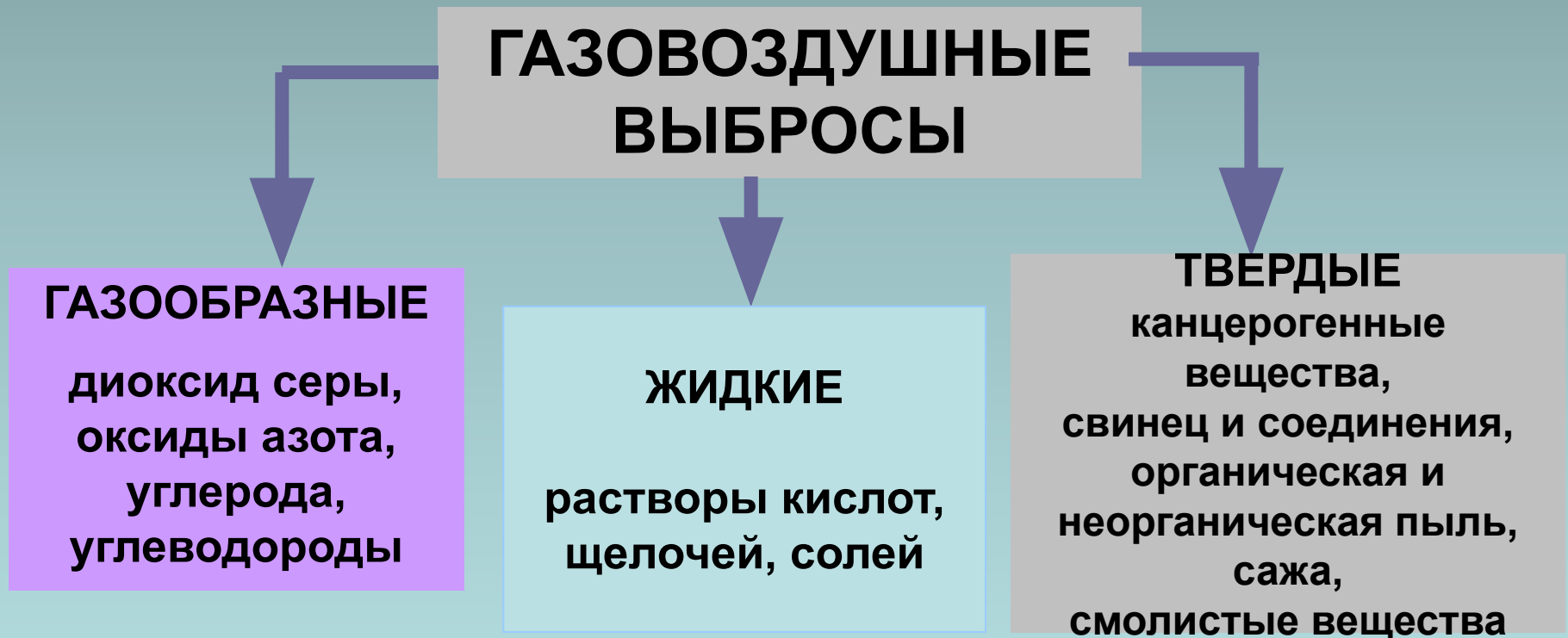
- синтетические моющие вещества (ПАВ),
- масла и жиры,
- нитраты и нитриты,
- фосфор, хлориды и сульфаты,
- растительные волокна,
- фекальную массу,
- пищевые отходы.

## **Сточные воды сельскохозяйственных предприятий и предприятий животноводства**

- **Содержат:** около 60% веществ органического происхождения, включая:
- биологические загрязнения (бактерии, вирусы, грибы, водоросли);
- пестициды, гербициды, инсектициды;
- минеральные удобрения

**Инсектициды**, в виде суспензий, растворяются в нефтепродуктах

# Классификация газозоодушных выбросов по агрегатному состоянию



# **Количество газопылевых выбросов в атмосферу по отраслям мировой промышленности**

<b>Отрасль промышленности</b>	<b>Количество выбросов, %</b>
<b>Энергетика (тепловые электростанции)</b>	<b>43,0</b>
<b>Черная и цветная металлургия</b>	<b>23,1</b>
<b>Нефтеперерабатывающая промышленность</b>	<b>10,8</b>
<b>Прочие отрасли</b>	<b>23,1</b>

# **Методы защиты воздушной среды**

- 1. Предотвращение образования вредных примесей и их попадания в окружающую воздушную среду.**
- 2. Очистка газовоздушных выбросов: механическая, химическая, физико-химическая.**
- 3. Создание санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий**

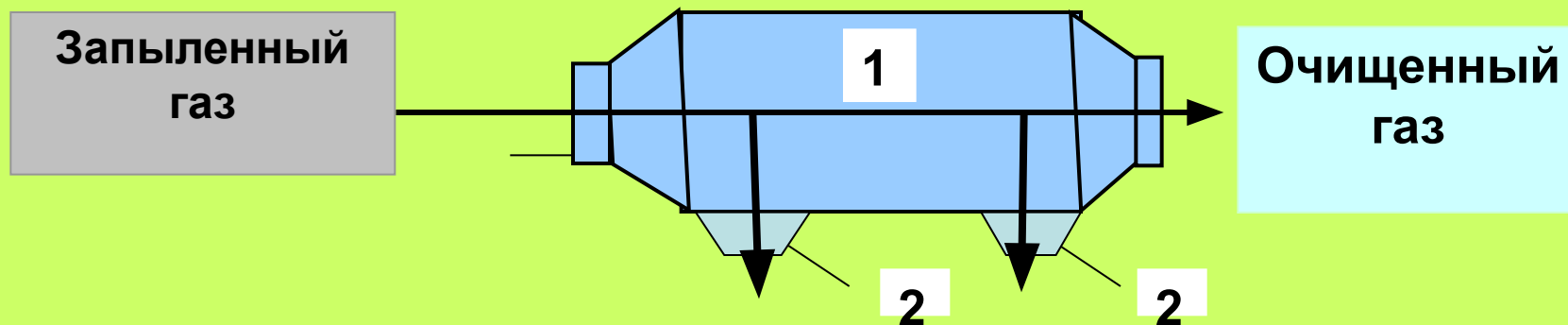
# Методы очистки газопылевых выбросов от аэрозолей

- **Механическая очистка** сухими и мокрыми методами:

**сухие** - гравитационное осаждение, инерционное и центробежное пылеулавливание, фильтрация;

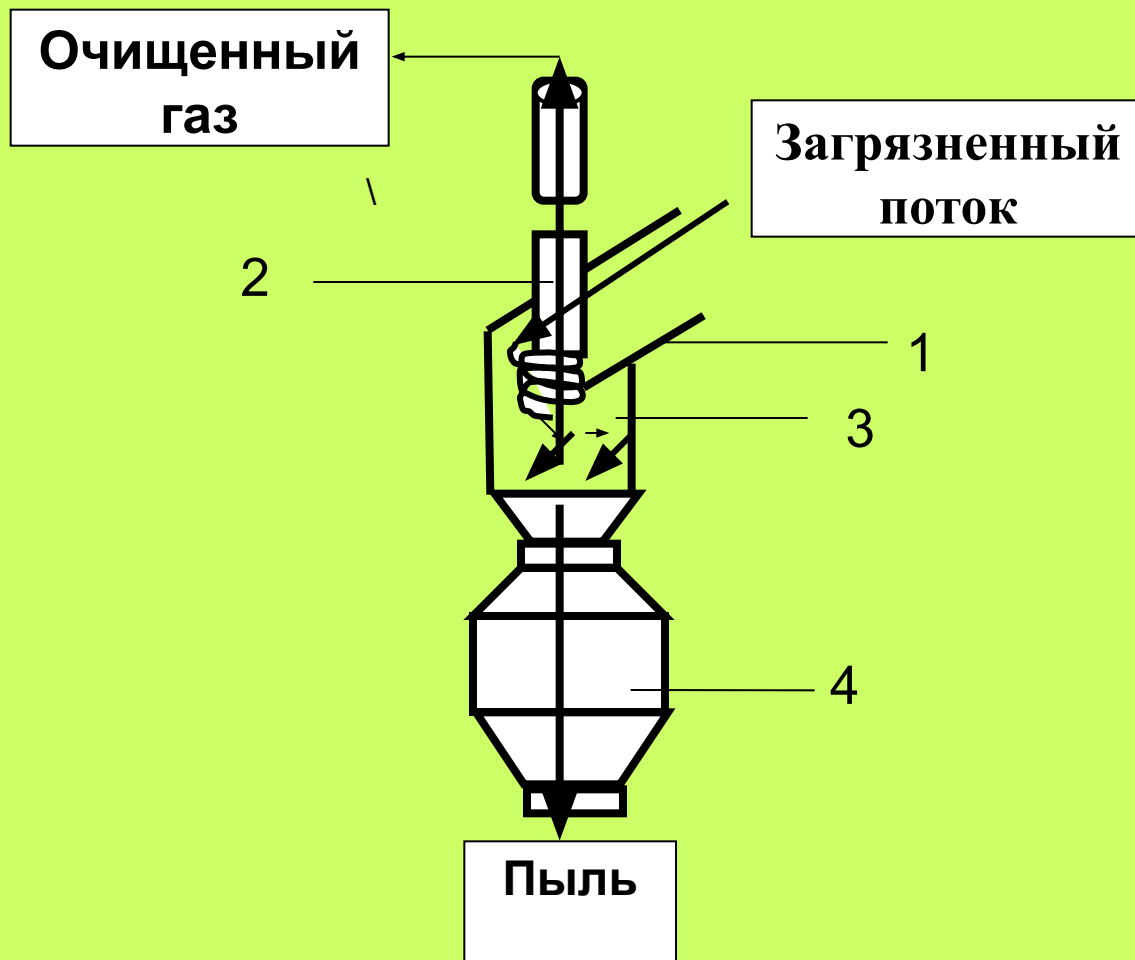
**мокрые** – центробежные скруберы, пенные скруберы, скруберы Вентури

# Гравитационное осаждение



**Полая пылеосадительная камера:**  
**1** – корпус, **2** – бункер со штуцером для удаления пыли

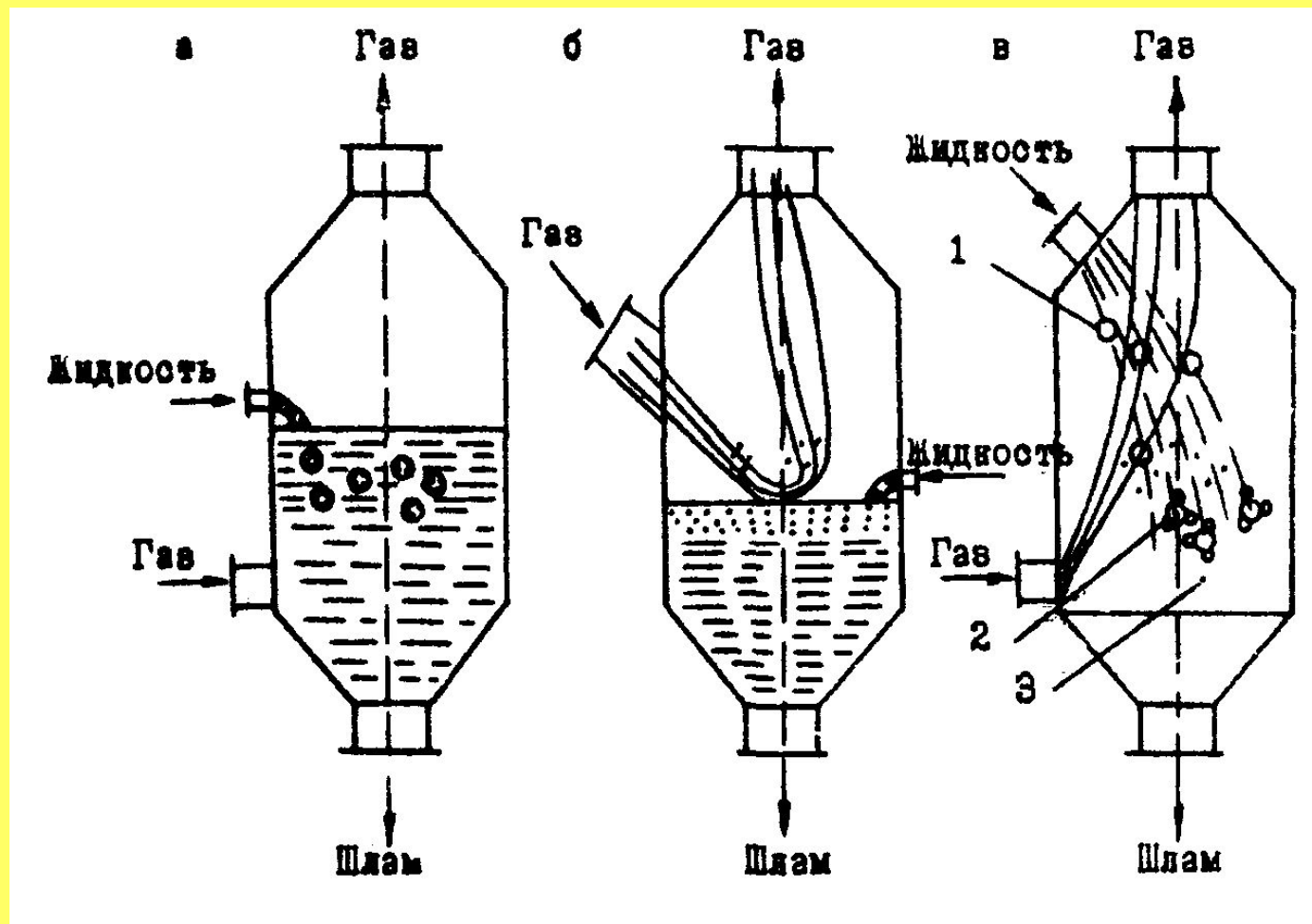




**Устройство цилиндрического циклона:**

**1 –патрубок, 2-внутренний цилиндр, 3 –наружный цилиндр, 4 – бункер.**

# Методы «мокрой» очистки газопылевых выбросов от аэрозолей



Схемы основных способов мокрого пылеулавливания в скруберах.  
а - в объеме жидкости; б - пленками жидкости; в - распыленной жидкостью

1 - пузырьки газа; 2 - капли жидкости; 3 - твердые частицы

# Физико-химическая очистка газопылевых выбросов от газообразных примесей

## Хемосорбция, адсорбция, каталитическое и термическое окисление

**Абсорбенты:** вода, растворы аммиака, едких и карбонатных щелочей, солей марганца, этаноламины, масла, суспензии гидроксида кальция, сульфат магния и т.д.

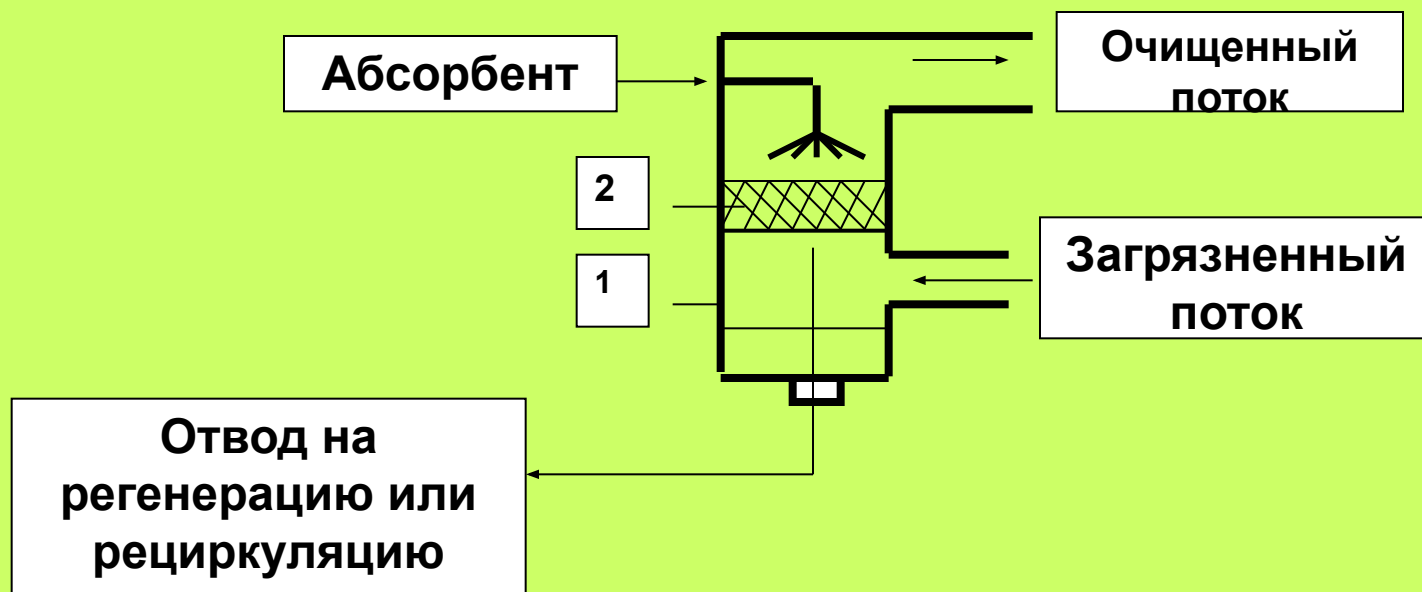


Схема абсорбера:

1 – корпус абсорбера; 2 – сетка с насадками