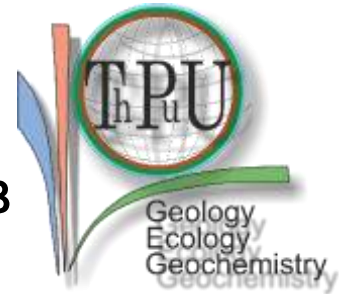


Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет  
Инженерная школа природных ресурсов



## ***Экология горно-добычного и перерабатывающего комплексов***

### ***Лекция № 8***

## ***Охрана водного бассейна в горнодобывающей промышленности***

# Процессы, формирующие гидрогеологическую обстановку:

- **Гидрогеохимические и санитарно-технические** с химическим, физическим и биологическим загрязнением вод при сбросе неочищенных сточных вод в водоемы.
- **Осушение водоносных горизонтов и дренирование поверхности** с нарушением взаимосвязи подземных и поверхностных вод, условий питания подземных вод и изменением структуры баланса подземных вод.
- **Взаимодействие** осушительных сооружений с водозаборами подземных вод



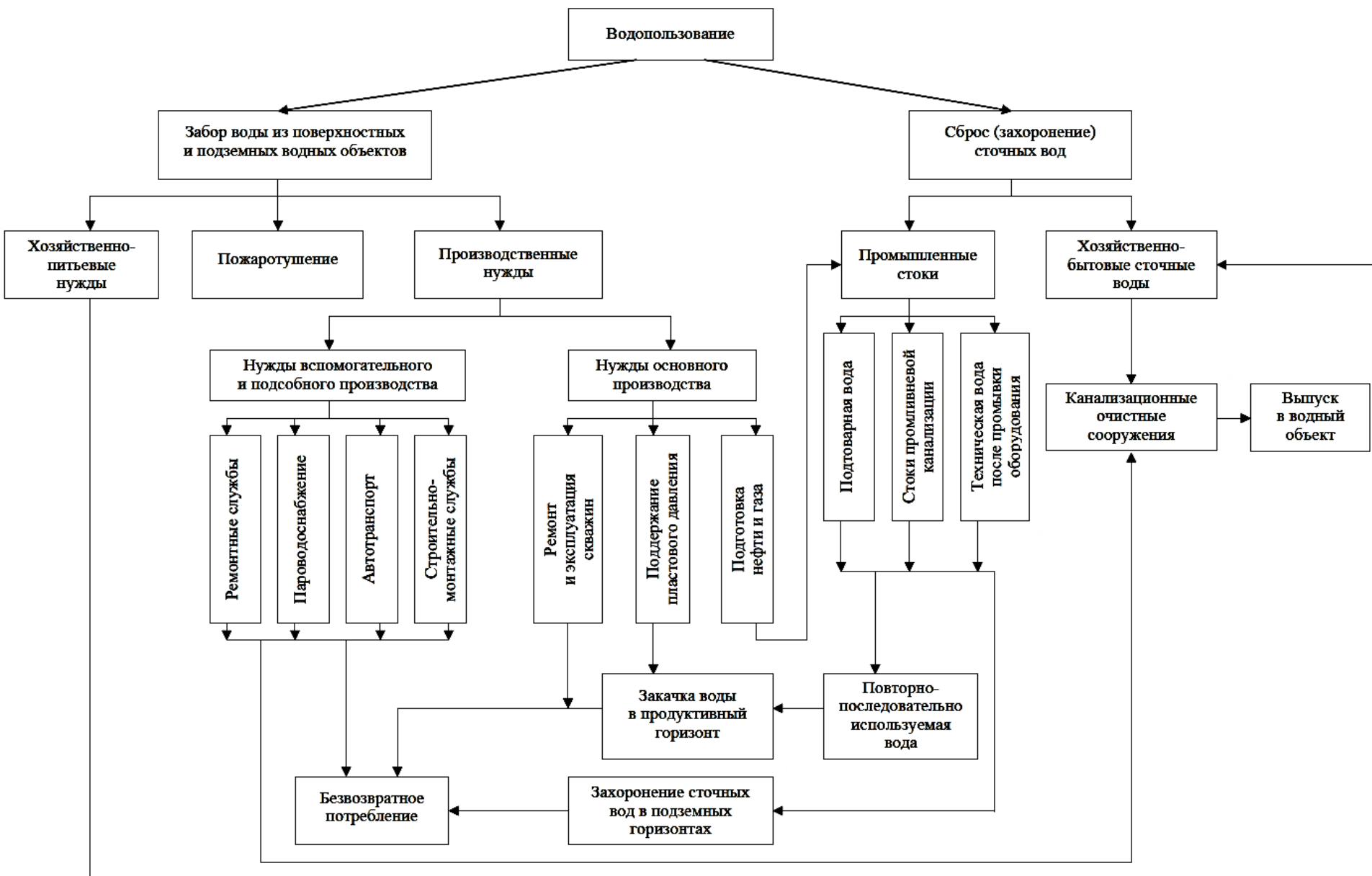


Рис. 2.2. Схема водопользования нефтегазодобывающего предприятия

**Охрана природных вод осуществляется  
посредством выполнения комплекса  
мероприятий:**

- 1) организационных,**
- 2) экономических и**
- 3) инженерно-технических (под постоянным гидрогеологическим, гидрологическим, санитарным контролем состояния и качества вод):**
  - технологических,**
  - гидротехнических,**
  - лесомелиоративных,**
  - агротехнических и других.**

**В основу разработки и реализации мероприятий по охране природных вод закладываются три методологических принципа:**

- 1) сохранение ресурсов и предотвращение нарушения состояния и качества вод;**
- 2) при необходимости нарушения - рациональное использование;**
- 3) в процессе и после использования - восстановление качества и состояния, восполнение запасов.**

**В соответствии с этими принципами комплекс мероприятий по охране природных вод подразделяется на две группы:**

**Мероприятия предохранительного характера**

**направленные на сохранение запасов, режимов и качества поверхностных и подземных вод;**

**Мероприятия восстановительного характера**

**включающие рациональное использование, очистку и возврат вод в поверхностные водоемы и водотоки, подземные горизонты.**

# Мероприятия предохранительного характера

1. Сброс или перекачка подземных вод из разрабатываемой толщи пород в нижележащие водоносные горизонты
2. Сооружение барражей (водонепроницаемых устройств для полного и частичного ограждения горных выработок)

*Барражные устройства (завесы) бывают:*

**2.1. Инфузионные (заливные, засыпные)** – узкие вертикальные выработки (щели или траншеи), пройденные специальными машинами до водоупорной подошвы обводненных пород и заполненные глиной или другим водонепроницаемым веществом.

**2.2. Инъекционные (нагнетательные)** – основаны на цементации, глинизации и смолизации пород через нагнетательные скважины

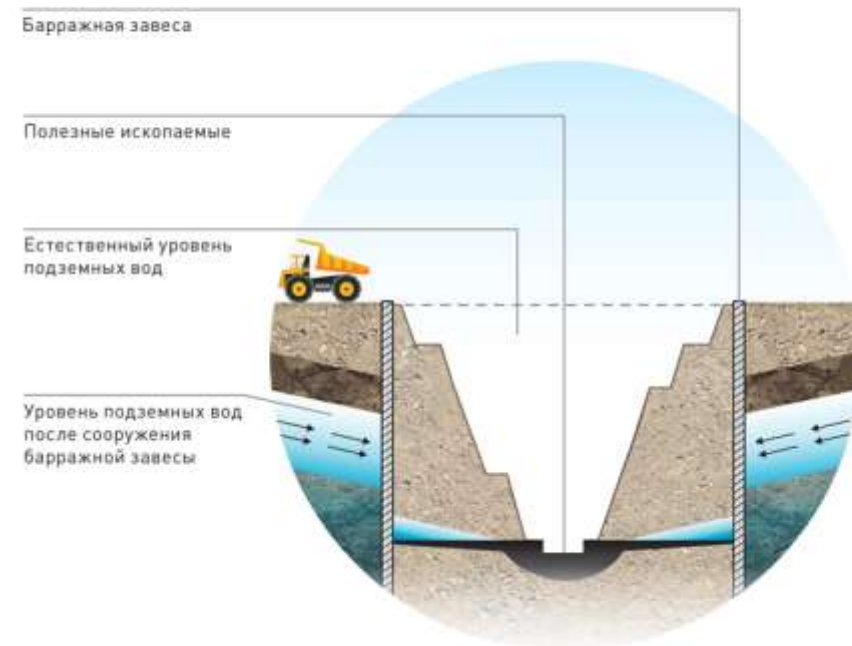
**2.3. Криогенные (ледопородные)** – искусственное понижение температуры пород и замораживание содержащейся в ней воды

**2.4. Шпунтовые** – образованные забивкой металлических, бетонных и других свай в песчано-глинистые породы

**2.5. Особенно часто применяются барражи типа "стена в грунте" как один из прогрессивных, эффективных и экономичных способов предотвращения притока подземных вод.**

**Сущность способа заключается в устройстве вертикальных стенок из водонепроницаемых материалов, пересекающих водоносные горизонты и перекрывающих притоки грунтовых и подземных вод в горные выработки.**

Схема расположения барражной завесы на карьере в разрезе





Для обеспечения рационального использования воды на предприятиях наиболее перспективными являются следующие направления:

- 1) внедрение безводных (или маловодных) технологических процессов (например, применение аппаратов воздушного охлаждения);**
- 2) устранение протечек и потерь воды с брызгами в системе водоснабжения за счет совершенствования технологических процессов и оборудования, а также правильной организации производства;**
- 3) использование вторичных материальных и энергетических ресурсов;**
- 4) использование воды для очистки отходящих газов только в тех случаях, когда из газов извлекаются ценные вещества;**
- 5) внедрение местных систем обезвреживания стоков;**
- 6) создание замкнутых водооборотных циклов, включающих использование не только очищенных стоков, но и ливневых вод.**

# Мероприятия восстановительного характера

## ***Комплекс восстановительных мероприятий включает:***

1. Очистка дренажных (карьерных, шахтных, рудничных) и сточных вод горных производств.
2. Использование сточных вод для обеспечения деятельности горных предприятий, организация оборотного водоснабжения.
3. Предотвращение или сокращение сброса дренажных и сточных вод в поверхностные водоемы и водотоки, их загрязнения и засорения.
4. Создание и внедрение безводных технологических процессов.
5. Использование средств защиты водных объектов от нерегулируемого стока.
6. Разработка и внедрение автоматизированных систем контроля оборота природных и сточных вод.

# **Очистка сточных вод горных предприятий**

**Очистка сточных вод – их обработка с целью разрушения или удаления из них определенных веществ, препятствующих отведению этих веществ в водоемы в соответствии с нормативными требованиями**

**Выбор метода очистки зависит от:**

- ❖ **размера частиц**
- ❖ **физико-химических свойств**
- ❖ **концентрации загрязняющих веществ**
- ❖ **расхода сточных вод**
- ❖ **необходимой степени очистки.**

# Методы очистки воды

**1) механические** (*для отделения нерастворимых веществ*)

*основаны на законах гидромеханических процессов*

**2) физико-химические** (*из сточных вод удаляются тонко дисперсные и растворенные неорганические примеси*)

**3) химические** (*для выделения из сточных вод коллоидных и нерастворенных загрязнителей*)

**4) электрохимические**

**5) биохимические**

**6) термические**

# Этапы водоподготовки



## Методы обработки сточных вод

### Механические

Отстаивание
Очистка в гидроциклонах
Центрифугование
Фильтрация
Микрофильтрация

### Химические

Окисление
Восстановление
Нейтрализация
Осаждение
Комплексообразование

### Физико-химические

Флокуляция, коагуляция
Флотация, электрофлотация
Ионообмен, сорбция
Экстракция
Дистилляция, вымораживание
Электо-, гальванокоагуляция
Мембранный электролиз
Электролиз
Ультра-, нанофильтрация

### Физические

Магнитная обработка
Ультразвуковая обработка
Вибрация
Электромагнитная обработка
Ионизирующее облучение

### Биохимические

Поля фильтрации
Биологические пруды
Аэротенки
Биофильтры
Окислительные каналы

# 1) механическая очистка

используется для удаления из сточных вод нерастворимых взвешенных частиц, осуществляется путем:

1.1. Процеживания

1.2. Отстаивания

1.3. Фильтрования (осветления)

1.4. Выделения твердой взвеси путем центрифуг и гидроциклонов

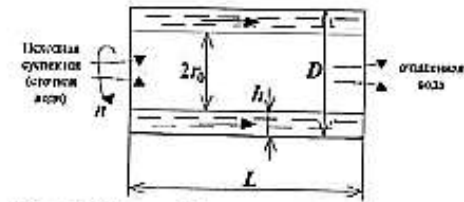


Рис. 7.4. Схема действия отстойной центрифуги

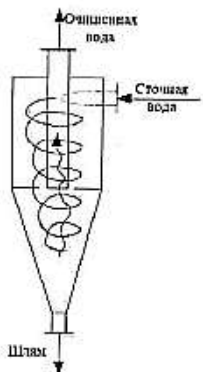


Рис. 7.3. Напорный гидроциклон

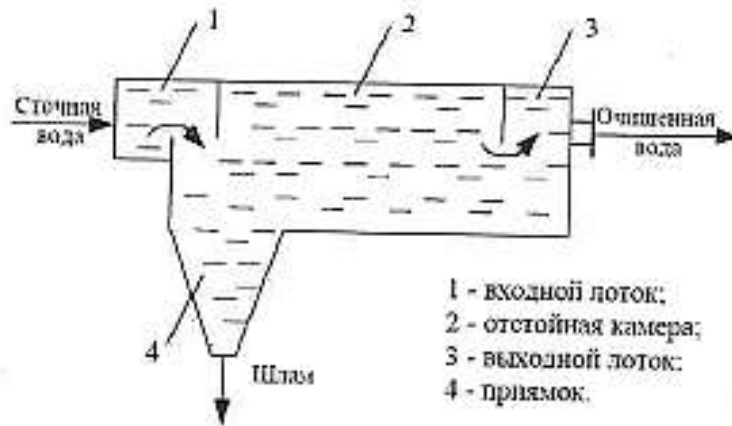


Рис. 7.2. Схема горизонтального отстойника

- 1 - входной лоток;
- 2 - отстойная камера;
- 3 - выходной лоток;
- 4 - приямок.



- 1 - ПРИЕМНАЯ КАМЕРА
- 2 - ЗДАНИЕ РЕШЕТОК
- 2.1 - РЕШЕТКА
- 2.2 - ОТВОД ОТБРОСОВ С РЕШЕТОК
- 3 - ПЕСКОЛОВКА
- 3.1 - ОТВОД ПЕСКОПУДРЫ
- 4 - ПЕРВИЧНЫЙ ОТСТОЙНИК
- 4.1 - ОТВОД ОСАДКА

# Механическая очистка сточных вод



- Фильтрация является наиболее распространенным методом очистки сточных вод от грубодисперсных примесей стоков через слой пористого материала или сетки с подходящим размером отверстий. Очистка стоков фильтрованием особенно актуальна в технологических процессах, использующих оборотную воду.



## Отстаивание

предназначено для очистки сточных вод от крупнодисперсных примесей (песка и взвесей) и может быть организовано двумя способами: под действием силы тяжести (отстойники) или центробежной силы. Подобные установки водоочистки способны удалять из стоков песок с размером частиц не менее 0,15–0,20 мм. Часто для очистки сточных вод прибегают к организации многокаскадных отстойников, когда частично осветленная на первых стадиях отстаивания вода по напорным коллекторам подается на следующие стадии очистки.

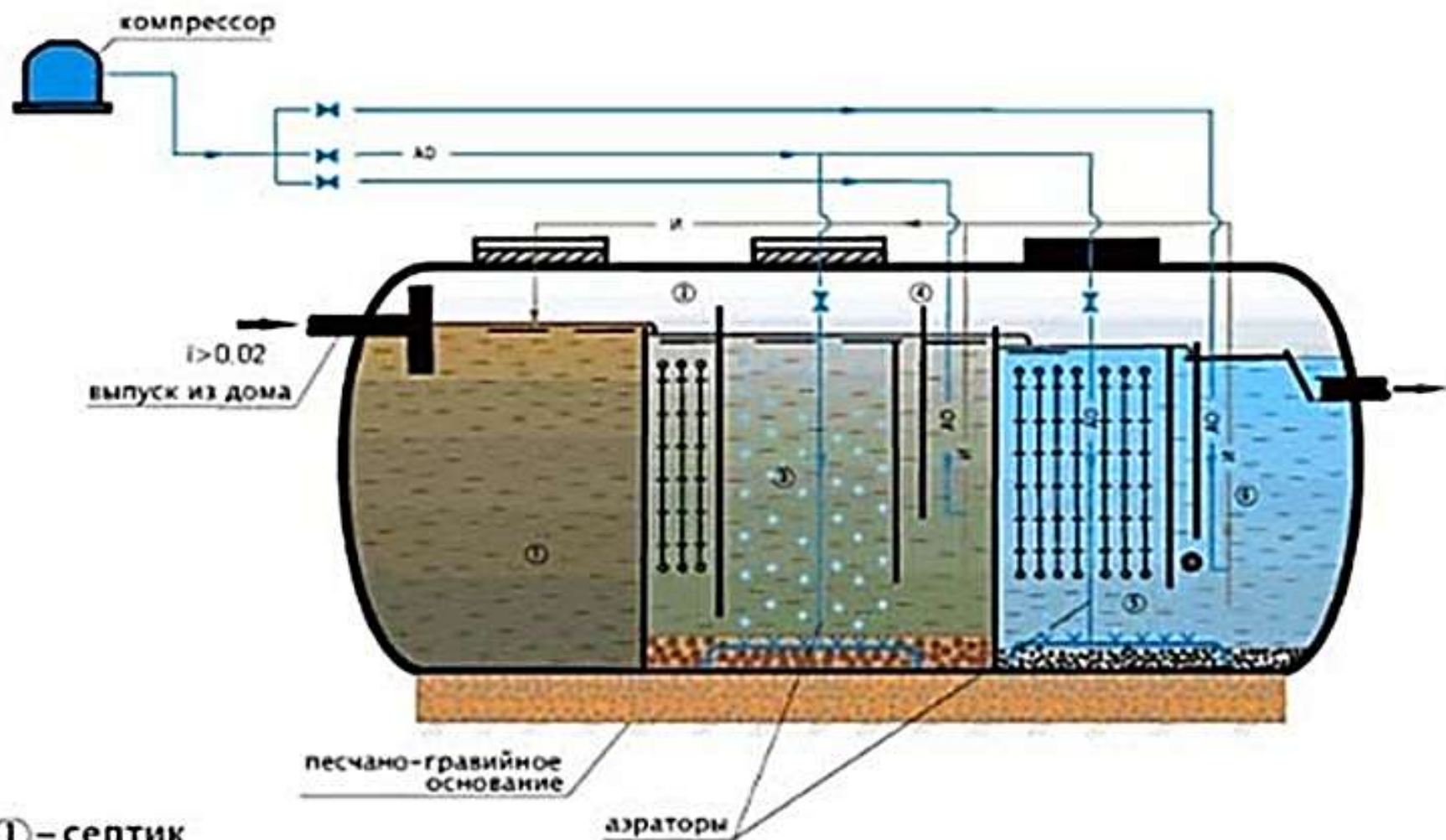


•Система отстаивания



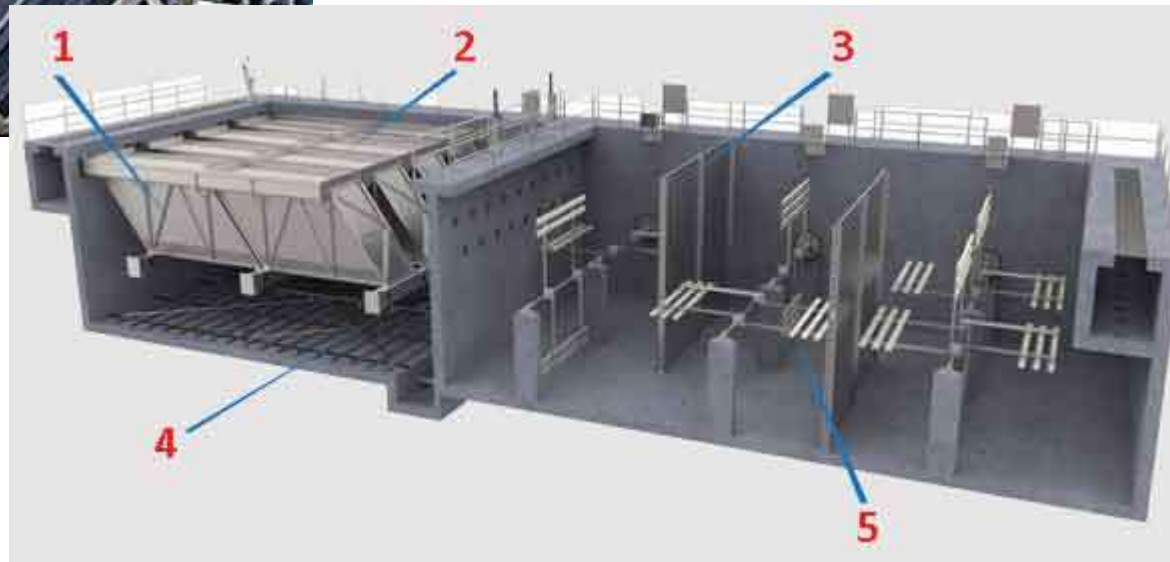
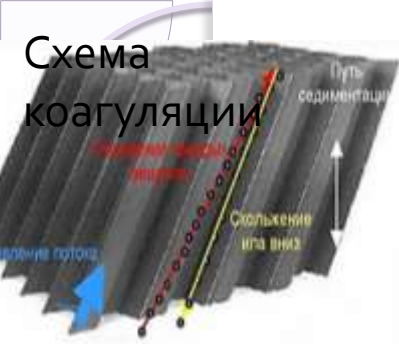
Колодцы отстойников

# Схема устройства трёхуровневой очистительной установки



- ① – септик
- ② – биореактор
- ③ – азротенк 1 степени
- ④ – вторичный отстойник
- ⑤ – азротенк 2 степени
- ⑥ – третичный отстойник

## 2) физико-химическая очистка

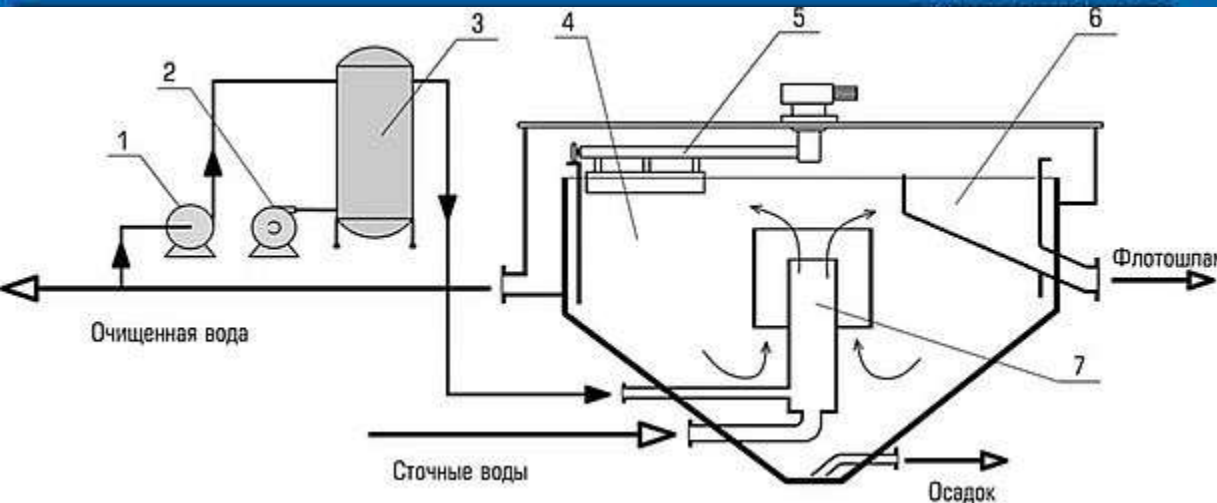


**Коагуляция и флокуляция** — методы химической обработки воды, основанные на эффектах осаждения и фильтрации.

Установка промышленного назначения: 1 — пластинчатый отстойник; 2 — сквозная система; 3 — дефлекторная система; 4 — модуль удаления осадка; 5 — горизонтальный лопастной колесный флокулятор

Коагуляция и флокуляция

- **Флотация** - перенос загрязняющих сточные воды веществ на поверхность воды с помощью пузырьков воздуха. Затем всплывшие в виде пенных образований примеси удаляются специальными скребками. Воздушные пузырьки для организации флотации могут быть получены посредством механического дробления воздуха с помощью турбин, форсунок и пористых пластин; перенасыщением воды воздухом, а также ее электролизом (электрофлотация)



1 — циркуляционный насос; 2 — компрессор; 3 — напорный бак; 4 — камера флотации; 5 — скребковый механизм; 6 — сборник флотошлама; 7 — система распределения воды и водовоздушной смеси



• Флотационная очистка сточных вод

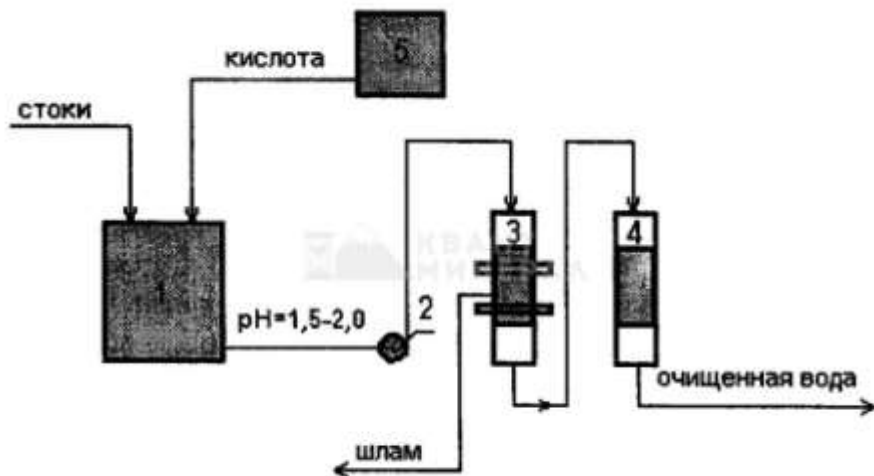
• Флотационное оборудование очистки промышленных сточных вод

**2.3. Адсорбция.** Это прилипание частиц, находящихся в очищаемой среде, к твердым веществам – сорбентам.

**2.4. Экстракция.** Процесс включает в себя 3 стадии:

- интенсивное смешение сточной воды с экстрагентом (органическим растворителем),
- разделение чистой воды и загрязнений,
- регенерация загрязнений.

**2.5. Магнитная обработка и др.**



### 3) химическая очистка

Заключается в использовании реагентов, которые, вступая в реакцию с загрязняющими веществами, образуют новые вещества, легче удаляемые из воды. Для этого используются:

3.1. *Нейтрализация;*

3.2. *Восстановление;*

3.3. *Окисление.*



•Реактор для нейтрализации сточных вод

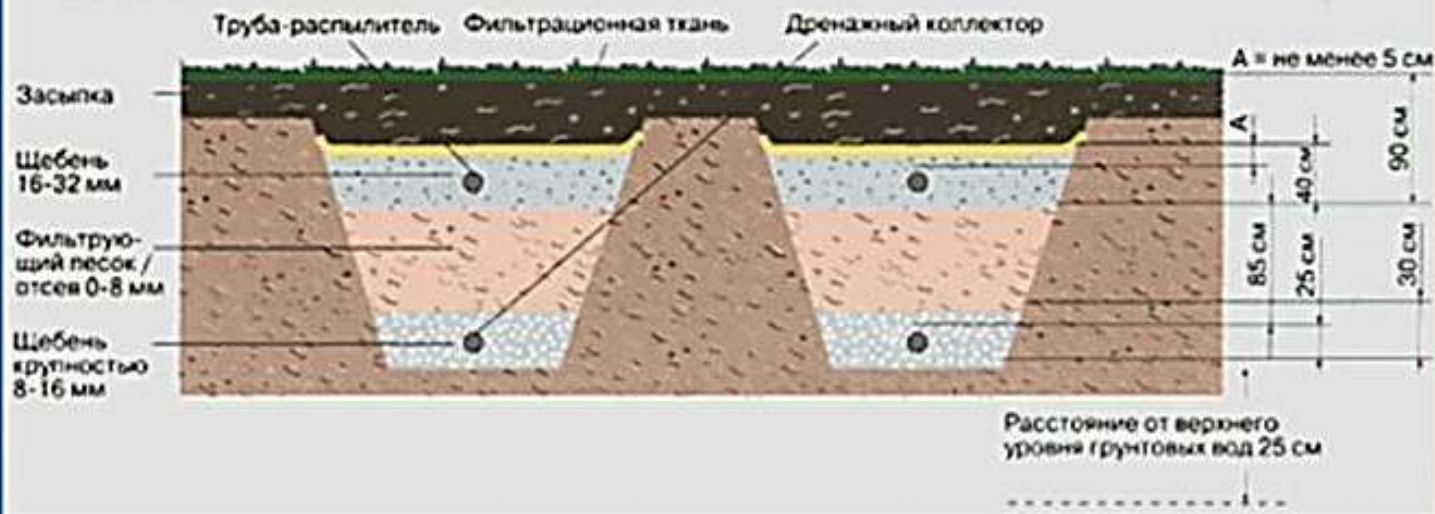


•Станция нейтрализации сточных вод

**Нейтрализация** – процесс, основанный на реакции между кислотой и основанием. Как правило, нейтрализации подлежат кислые стоки. В качестве нейтрализующих агентов в данном случае применяют соду, аммиак, известь, мраморную крошку, щелочную золу, шлаки и другие щелочные реагенты

# Поле фильтрации

## Раздельные каналы



- **Поля фильтрации** - представляют собой специализированные земельные участки, выделенные для сброса на них загрязненных сточных вод и населенные почвенными аэробными МО. Попадая в почву, вредные органические вещества подвергаются окислительному действию МО, в результате чего образуется  $CO_2$  и  $H_2O$  (здесь же могут проходить и процессы нитрификации). При этом, параллельно с окислением органического вещества, происходит синтез биомассы микроорганизмов.

Биологическая очистка сточных вод может осуществляться как в естественных условиях (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды), так и в специальных сооружениях (аэротенки, окситенки, биофильтры и др.).

Биологический метод очистки основан на использовании механизмов самоочищения рек и водоемов.

➤ **Ионообменный метод** - фильтрация очищаемых стоков через ионообменные смолы (иониты). Среди ионитов различают сильно- и слабокислотные катиониты и сильно- и слабоосновные аниониты, а также аниониты, содержащие специфические комплексообразующие группы. Проходя через ионит, загрязняющие стоки вещества, включающее катионную группу, вступает в реакцию обмена с катионитом и оседает на нем. И наоборот, загрязняющие сточные воды вещества, в составе которых есть специфические анионные группы, связывается с анионитами. Преимущество - позволяет целенаправленно выделить определенные вещества из стоков и провести регенерацию ионообменных смол.

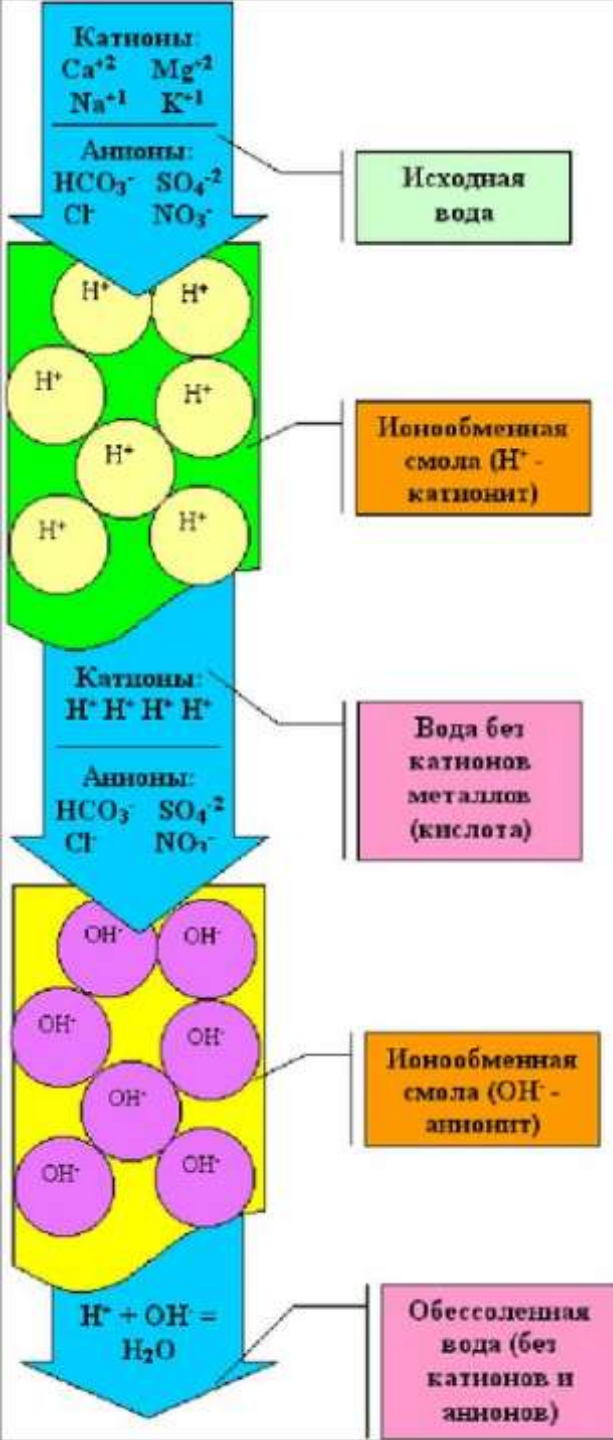


•Ионообменные смолы для систем водоподготовки и очистки сточных вод



•Ионообменный фильтр для очистки сточных вод от ионов хрома





# Ионный обмен

Жесткая вода  
 большое содержание  
 $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$



Мягкая вода  
 пониженное содержание  
 $\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$

## **4) электро-химическая очистка**

Заключается в электрохимическом воздействии на водные растворы. Такими методами извлекаются цианиды, роданиды, амины, спирты, сульфиды, меркаптаны. Здесь используются:

**4.1. Электролиз** (пригоден для удаления неорганических загрязнений)

**4.2. Электро-химическое**

**окисление** (пригодно для выделения металлов из сточных вод)

**4.3. Электродиализ** (применяется для опреснения сточных вод)



## 5) биохимическая очистка

Она состоит в окислении органических примесей в сточных водах с помощью микроорганизмов, способных в процессе своей жизнедеятельности разлагать их на минеральные составляющие.

5.1. **Аэробные** (проходят с потреблением микроорганизмами кислорода);

5.2. **Механизм биохимического распада органических веществ;**

5.3. **Кинетика биохимического окисления;**

5.4. **Анаэробные** (проходят без потребления кислорода).

5.5. **Обработка осадков сточных вод.**

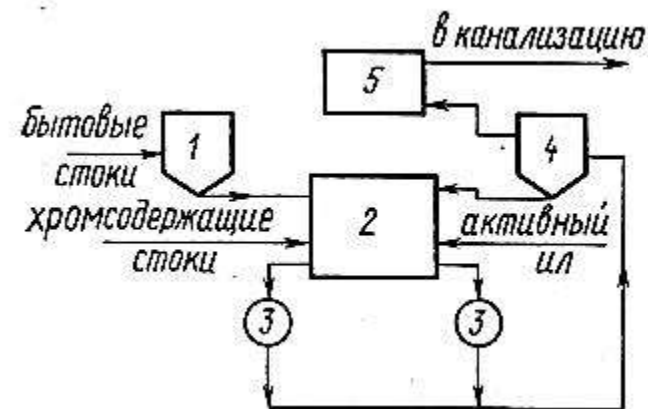
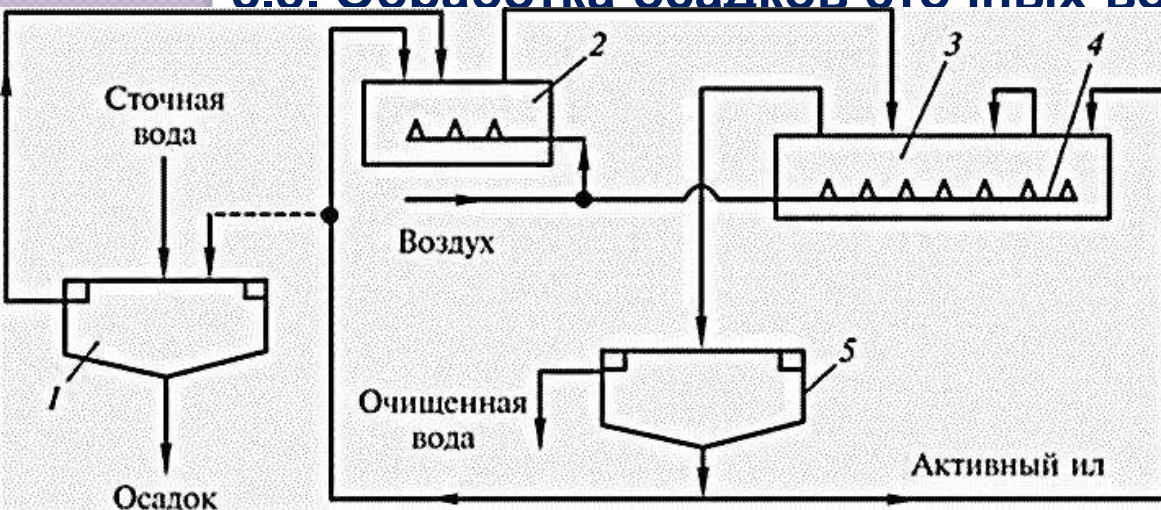


Схема установки для биологической очистки сточных вод: 1 - первичный отстойник; 2 - преаэратор; 3 - аэротенк; 4 - регенератор активного ила; 5 - вторичный отстойник

## **6) термическая очистка**

**используется для высокоминерализованных сточных вод, а также при наличии органических токсичных веществ.**

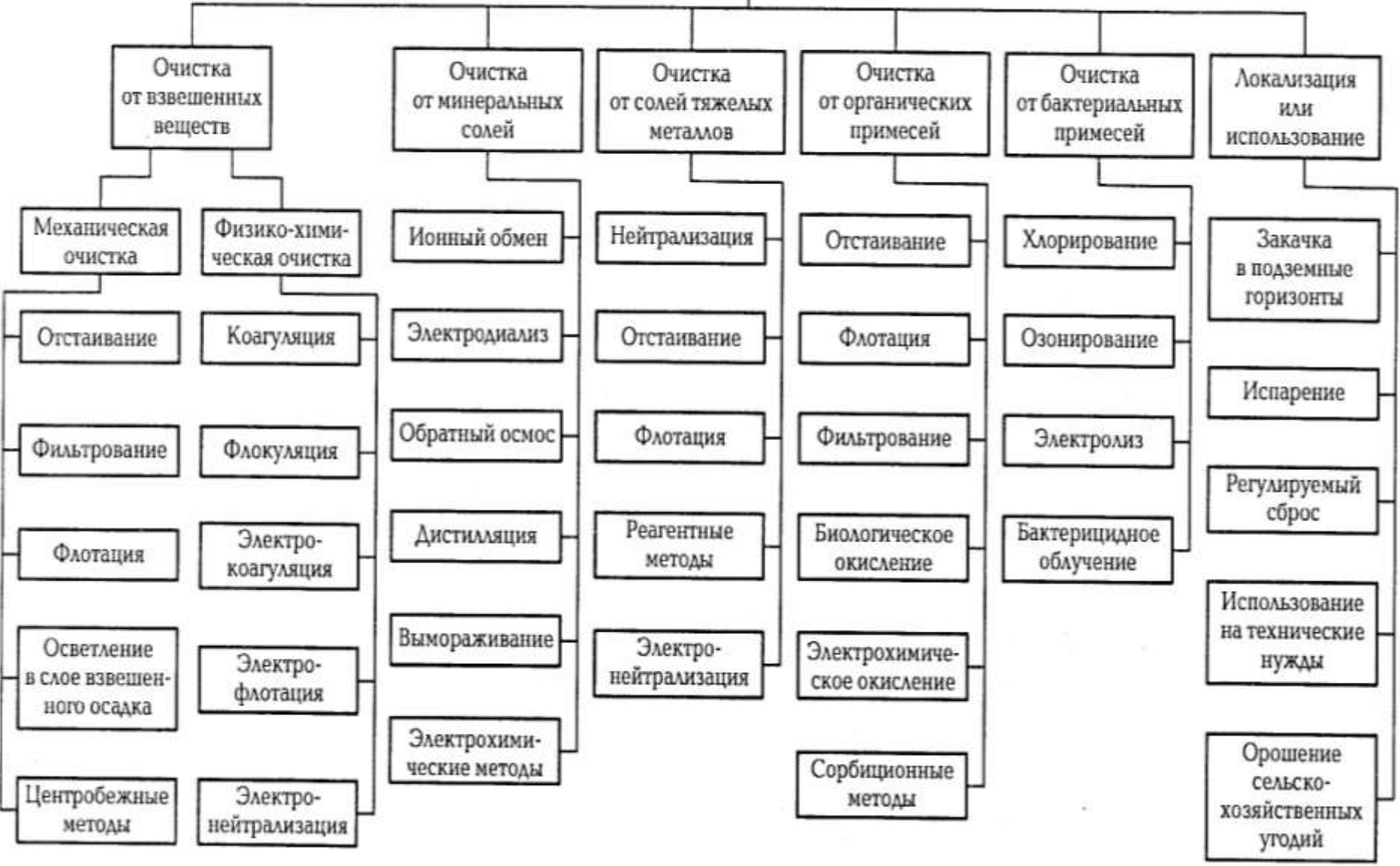
**6.1. С помощью высоких температур – дистилляция (выпаривание)**

**6.2. С помощью низких температур – кристаллизация (вымораживание)**

- 1. концентрированием сточных вод с последующим выделением растворенных веществ;**
- 2. окислением органических веществ в присутствии катализатора;**
- 3. жидкофазным окислением органических веществ;**
- 4. огневым обезвреживанием.**



Сточные воды



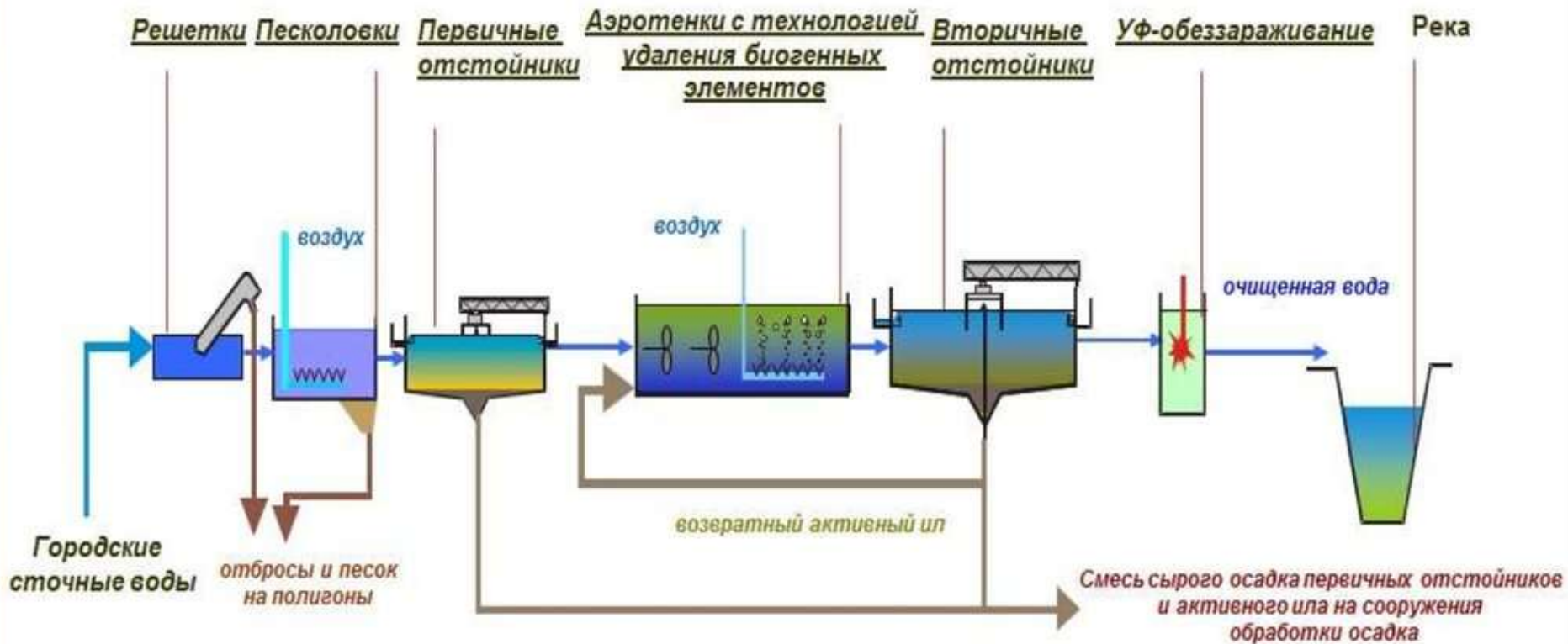
**Типизация способов очистки промышленных стоков**

## Наиболее часто употребляются следующие методы очистки вод:

- **для осаждения суспендированных примесей, представленных грубодисперсными частицами** - отстаивание, флотация, фильтрация, осветление, центрифугирование;
- **при содержании в сточных водах мелкодисперсных и коллоидных частиц** - коагуляция, электрические методы;
- **для очистки от неорганических соединений** - дистилляция, реагентное осаждение, методы охлаждения, электрические методы;

- ***для очистки от органических соединений***
  - регенерационные методы - экстракция, абсорбция, флотация, ионообмен;
  - реагентные методы;
  - деструктивные методы - биологическое, жидкофазное, парофазное и электрохимическое окисление, озонирование, хлорирование;
- ***для очистки от газов и паров*** - отдувка, нагрев, реагентные методы;
- ***для уничтожения вредных веществ*** - термическое разложение.

# Классическая схема очистки сточных вод





**При выборе оптимального метода очистки сточных вод необходимо учитывать следующее:**

- 1) санитарные и технические требования к качеству очищенных вод с учетом их дальнейшего использования;**
- 2) количество сточных вод;**
- 3) наличие у предприятия энергетических и материальных ресурсов, а также производственных площадей, необходимых для очистки воды;**
- 4) эффективность процесса безвредивания отходов производства.**



**Мониторинг подземных вод – основа защиты подземных вод от загрязнения**

# Все методы инженерной защиты подземных вод от загрязнения

## Профилактические

Заблаговременная тщательная ликвидация всех разведочных скважин

Целенаправленное распределение твердой фазы стоков различного гранулометрического состава на площади технического водоема

## Активные

Ликвидация или доп.изоляция источника загрязнения

Локализация или откачка загрязненных пластовых вод

Сброс и утилизация загрязненных подземных вод

Восстановление качества подземных вод

*Важное значение имеет контроль состояния, режима и качества грунтовых, подземных и поверхностных вод,* подвергающихся воздействию при разработке месторождений полезных ископаемых. Этот контроль осуществляется службами главного инженера горного предприятия и районным отделением Роспотребнадзора.

*Состояние грунтовых и подземных вод, параметры депрессионных воронок* определяются гидрогеологической службой предприятия посредством режимных гидронаблюдательных скважин.

**Контроль качества поверхностных вод и эффективности работы очистных сооружений** осуществляется **санитарно-промышленной лабораторией предприятия**, задачи и обязанности которой регламентируются Положением о санитарных лабораториях промышленных предприятий.

**Санитарно-промышленные лаборатории ведут наблюдения за:**

- **количеством и качеством воды, поступающей на очистные сооружения,**
- **за технической и гигиенической эффективностью работы очистных сооружений,**
- **за состоянием и качеством вод, водоемов и водотоков в местах сброса сточных вод и в пунктах водопользования.**