

## **Тема 4. Загрязнение водных ресурсов в связи с их использованием.**

**Цель:** дать характеристику и оценку основным источникам загрязнения водных ресурсов, рассмотреть основные направления охраны водных ресурсов.

### **План занятия:**

1. Характеристика и оценка основных источников загрязнения водных ресурсов мира и Республики Беларусь.
2. Очистные сооружения.
3. Основные направления охраны водных ресурсов.

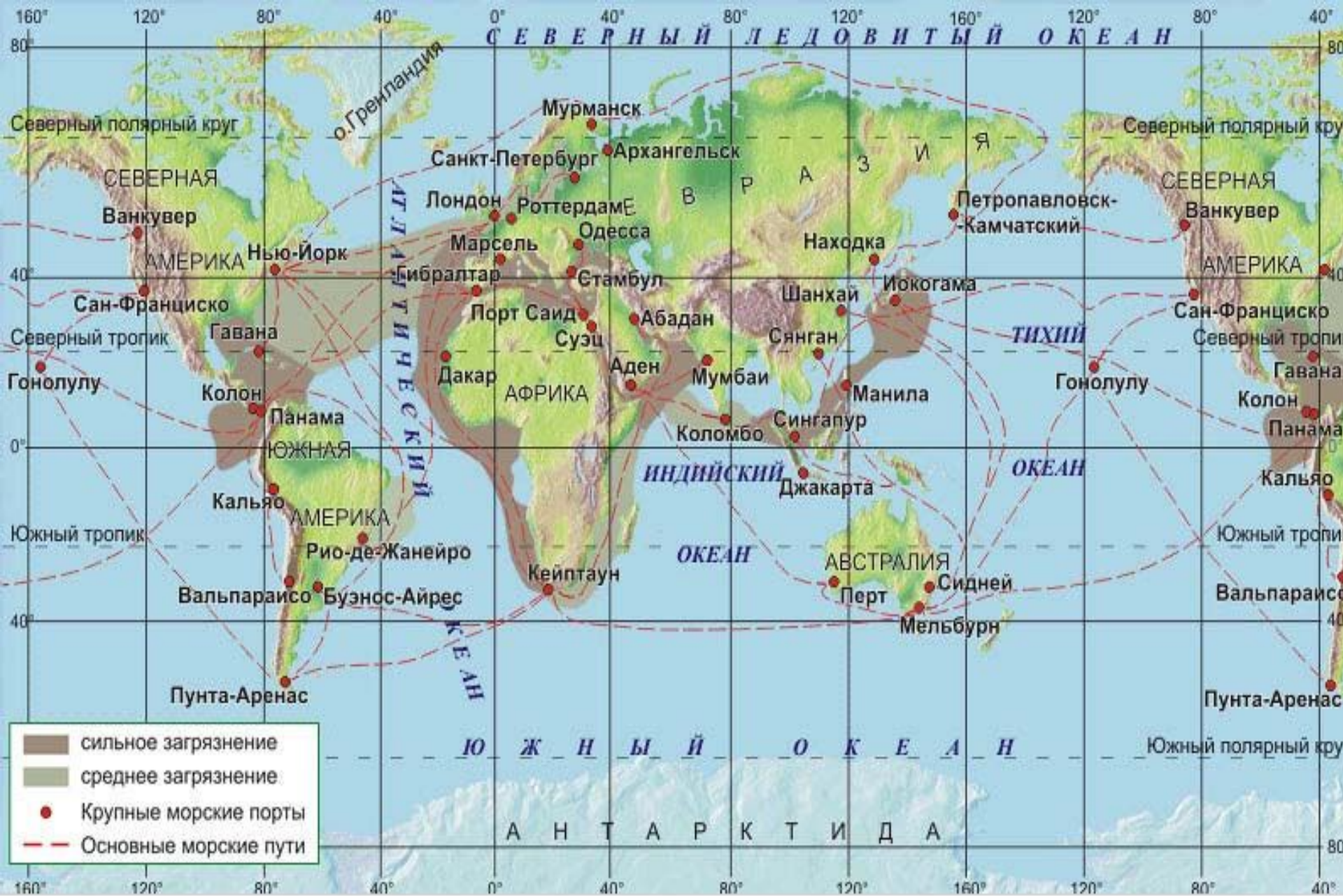
**Ключевые определения:** очистка сточных вод, биофильтр, биологические пруды, поля орошения и фильтрации, станция аэрации БПК<sub>5</sub> индекс загрязненности вод

# Основные пути загрязнения гидросферы



- ❖ Одним из основных загрязнителей Мирового океана являются **нефтяные углеводороды** - нефть и нефтепродукты. Наиболее загрязнены нефтью районы интенсивного судоходства и морских нефтепромыслов.
- ❖ Разлитая по поверхности океана нефть нарушает процесс тепло-, водо- и газообмена на границе океана и атмосферы. Являясь токсичным веществом, нефть отрицательно воздействует на все виды морских организмов.
- ❖ Больше всего нефти в океан поставляет суша посредством атмосферных осадков, речного и ливневого стока.
- ❖ Около трети нефти попадает в океан при морских перевозках, из нее более половины приходится на эксплуатационные сливы судов (0,4 % от перевозимого объема). Кроме того, источниками загрязнения нефтяными углеводородами являются аварии танкеров, морские нефтяные промыслы (1-2 %) и естественное просачивание нефти из морского дна (10 %).
- ❖ Всего в океан ежегодно поступает около 5-6 млн. т нефти.





Нефтяное загрязнение в Мировом океане. Сильное загрязнение наблюдается у побережий, где располагаются морские порты, нефтеперерабатывающие заводы и загрязненные сбросами рек. Географическая карта.



В случае нефтяного загрязнения акваторий океана массово размножается *одноклеточная золотистая водоросль*, образующая пояс до 10 км в ширину и толщиной 35 м, и движется со скоростью 25 км в сутки, уничтожая на своем пути все живое.



## биологические ресурсы Мирового океана:

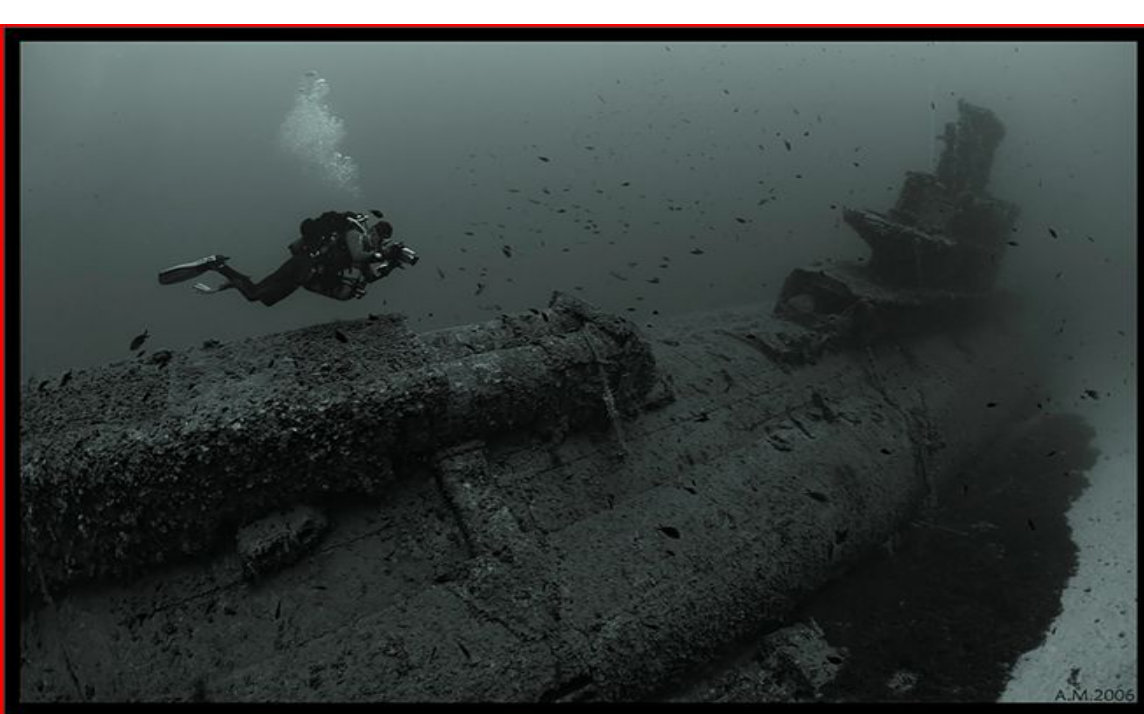
при концентрации нефти  
- 0,06 мг/л - ухудшаются  
вкусовые качества воды и  
рыба приобретает нефтяной  
привкус;

- свыше 0,5 мг/л –гибель  
промысловых рыб;

- свыше 1,2 мг/л - погибает  
планктон и бентос (донные  
организмы);

- нефтяная пленка на  
поверхности кожи  
животных приводит к  
растворению подкожной  
жировой клетчатки и  
вызывает их гибель от  
переохлаждения, а также

создаст на жабрах рыб



- Крупнейшее в мире *кладбище подводных лодок* находится на морском дне у японского порта Нагасаки.



- Глобальный характер носит **загрязнение океана тяжелыми металлами**, прежде всего ртутью, свинцом, кадмием.
- Они попадают в океан главным образом через атмосферу и с речным стоком.
- От одной трети до половины промышленного производства ртути (3-5 тыс. т) и около 2 млн. т свинца ежегодно попадает в океан.
- Ртуть микробиологическим путем превращается в метилртуть, которая через планктон, моллюсков и рыб попадает в пищевой рацион населения.

- **Значительную опасность представляет загрязнение океана отходами атомной и военной промышленности.**
- Оно связано с захоронением радиоактивных отходов, авариями судов с атомными реакторами и сбросом теплой воды, используемой для охлаждения реакторов АЭС.

# 1. Эвтрофикация



**Бактериальное и биологическое загрязнение, вызванное патогенными микроорганизмами, водорослями.**

**Тепловое загрязнение** вызывается сбросом в водоемы подогретых вод ТЭС и приводит к массовому развитию сине-зеленых водорослей, так называемому цветению воды, уменьшению количества кислорода в водной среде и

# Моллюски-фильтраторы способствуют процессам самоочищения водоемов



- Быстро растет загрязнение океана **твердым мусором**.
- Ежегодно в океан только с судов сбрасывается около 7 млн. металлических, 430 тыс. стеклянных, 640 тыс. бумажных и пластмассовых предметов.
- Эти отходы, как правило, не разрушаются и накапливаются в океане.

**Самая грязная река в мире находится в Индонезии. Citarum — река в Индонезии, протекает рядом со столицей страны Джакартой. И собирает отходы 9-ти миллионного города. Местные жители уже забыли, что там когда-то водилась рыба. Сбирать мусор в реке и сдавать на переработку — теперь гораздо выгоднее, чем рыбачить.**



**Это — река Индонезия. В то время как эта река похожа на мусорник. Река не имеет никакой водной жизни. В декабре 2008, Азиатский банк развития выдал ссуду на \$500 миллионов для того, чтобы убрать мусор из реки, но потребуются годы, чтобы вернуть мертвую реку назад к жизни.**



Ямуна— река в Индии. Является самым крупным притоком Ганга. Это одна из самых загрязненных рек в мире, где 58 % мусора из индийской столицы Дели свалены в реку. Правительством были вложены средств на очистку Ямуны также на Ганг, но как бы они не старались, это бесполезно.





Буриганга — река, протекающая около Дакки, столицы Бангладеш. Считается одной из самых загрязненных рек планеты: воду из реки нельзя не только пить, но даже использоваться для мытья и технических целей.





Река, сильно загрязнена нефтепродуктами - "Желтая река" .



东方IC

Река Ганг



# Река Миссисипи



# Характеристика и оценка основных источников загрязнения водных ресурсов Республики Беларусь.

- **Радиоактивное загрязнение** в результате аварии на Чернобыльской АЭС бассейнов рек Днепр, Припять и др. на территории Беларуси, России. Украины. Концентрация стронция-90 и цезия-137 в низовьях Припяти превышала допустимую норму. В настоящее время уровни загрязнения водных систем определяются вторичными процессами: обменом с донными отложениями, смывом радионуклидов с поверхности водосбора рек, а также за счет талых и паводковых вод.
- ***Промышленное загрязнение:*** техногенные ареалы в районе Солигорских калийных комбинатов и Гомельского химического завода. В районе солеотвалов и шламохранилищ на площади 15 км.кв сформировалась зона хлоридно-натриевого засоления подземных вод, которая захватывает не только горизонт

# Шламохранилище Солигорского комбината.



# Характеристика и оценка основных источников загрязнения водных ресурсов Республики Беларусь.

- В районе Гомельского химического завода на участках складирования *твердых отходов* (отвалы фосфогипса) и хранилищ жидких отходов подземные воды загрязнены по фосфатам, фтору, сульфатам, натрию и хлору.
- На *бытовые стоки* приходится 2/3 годового объема сточных вод республики.
- Химический состав грунтовых и напорных подземных вод трансформируется под влиянием *коммунально-бытового загрязнения* (за счет утечек из выгребных ям и канализационных систем, с полей фильтрации и полигонов коммунальных отходов.)



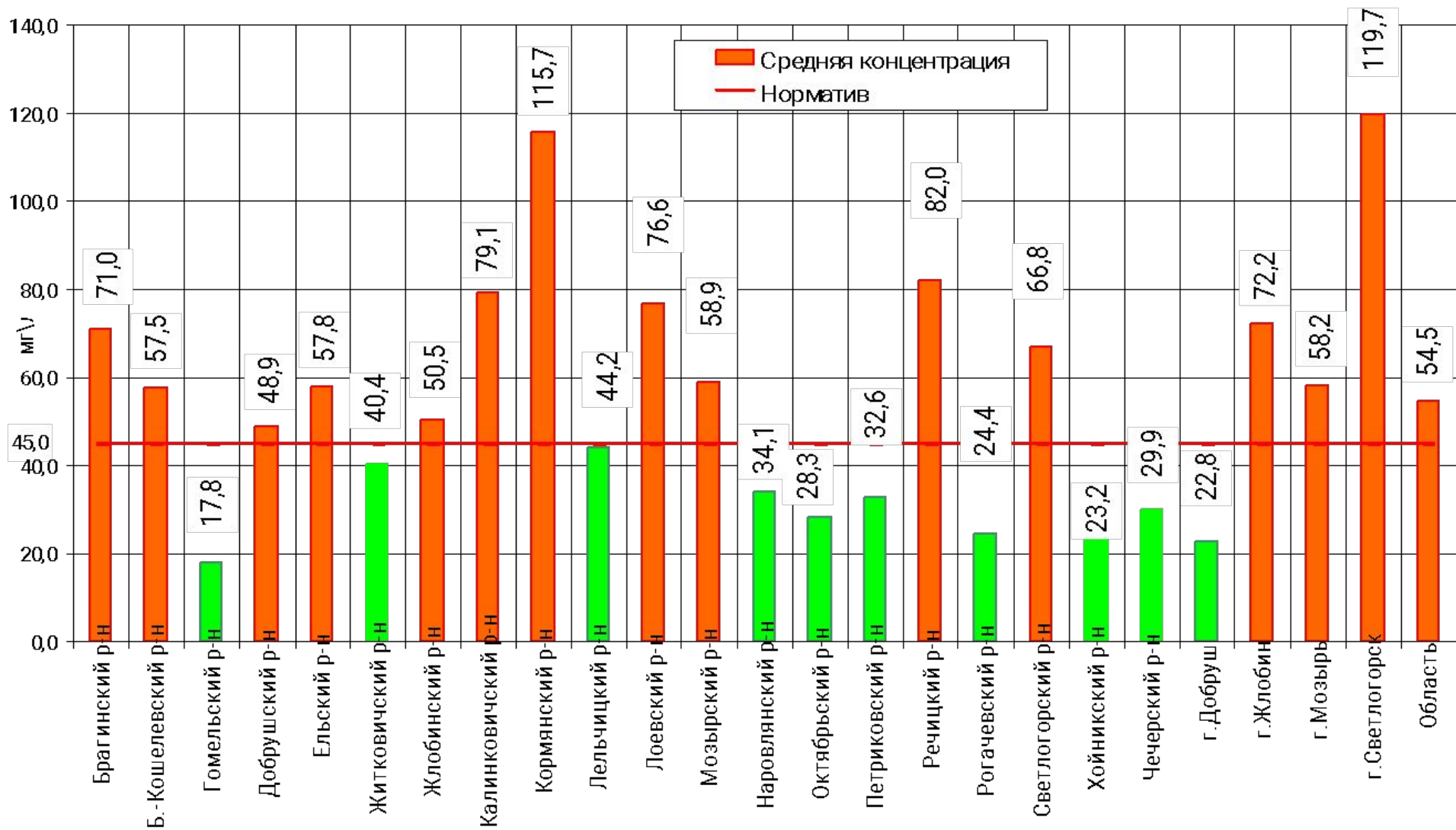
# Качество подземных вод Республики Беларусь.

- Для РБ свойственны маломинерализованные (от 15 – 50 до 500-700 мг/дм. куб) подземные воды. Преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава и удовлетворяют общим требованиям СанПин 10-124 РБ 99.
- На обширных территориях их качество не соответствует указанным стандартам из-за высокого содержания железа, реже марганца и бора, а также почти повсеместного дефицита фтора, йода и др. и даже низкого общего солесодержания, не соответствующего оптимуму (200-500 мг/дм.куб) для питьевых вод.
- Подземные воды загрязнены нитратами, тяжелыми металлами, пестицидами, летучими органическими соединениями высоких классов опасности (бензол, фенол и др.)
- Пути загрязнения сточных вод: при просачивании промышленных и хозяйственно-бытовых стоков из прудов накопителей, отстойников, промышленных площадок, полигонов ТБО.

- Подавляющая часть (более 82%) колодцев, составляющих основу водоснабжения многих сельских населенных пунктов и небольших городов не удовлетворяют санитарным нормам по химическим ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{Cl}$  и др.) и микробиологическим показателям.
- Проведенное обследование колодцев в сельской местности показало, что 75—80 % из них содержат высокие концентрации нитратного азота.
- Загрязнение воды нитратами (до 80-150 мг/дм. куб) (ПДК=9,0), аммония (до 5-18 мг/дм. куб) ( ПДК=0,39), хлоридами (до 100-180 мг/дм. куб) ( ПДК=300) и др.
- Нитратное загрязнение грунтовых вод способствует формированию вод нитратного типа.

# Гомельская область :

## Нитраты в колодцах и неглубоких скважинах – до 300-600 мг/л, Содержание нитратов в питьевой воде из источников централизованного водоснабжения

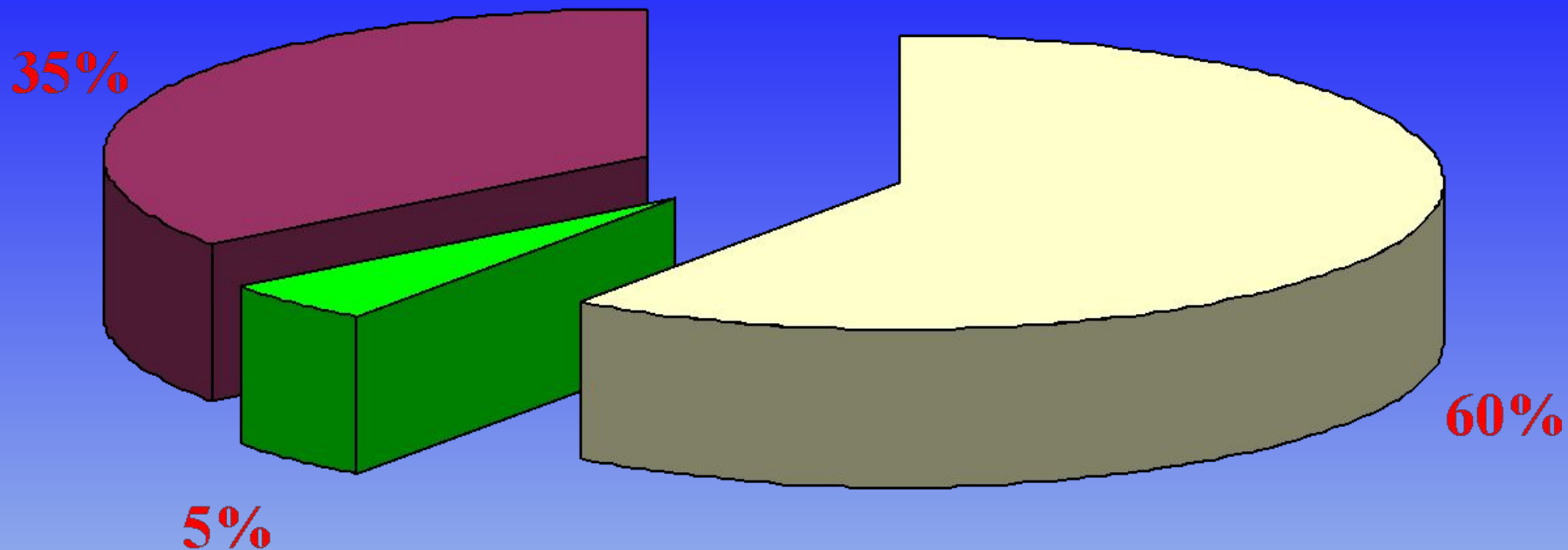


# Качество поверхностных вод Республики Беларусь.

При оценке степени загрязненности поверхностных вод учитываются:

- Показатели качества воды и нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК), а также индекс загрязнения вод (ИЗВ), экологических показателей (величин БПК<sub>5</sub>, концентраций аммонийного азота, фосфора и нитратов в реках, общего фосфора и азота в озерах)
- Содержание взвешенных веществ, запах, привкус, окраска и температура воды, состав и концентрация минеральных примесей и растворенного в воде кислорода, состав ядовитых и вредных веществ, болезнетворных бактерий.

# Процентное распределение сточных вод, сбрасываемых в поверхностные источники РБ



■ Нормативно чистые    ■ Нормативно очищенные    ■ Загрязненные

## **ИЗВ определяется по концентрации следующих загрязняющих веществ**

- растворенного кислорода

(кислород обеспечивает жизнеобеспечение морских организмов и является окислителем);

- азота аммонийного;
- азота нитратного;
- нефтепродуктов;
- фенолов;
- БПК<sub>5</sub> (биохимическое потребление кислорода)

# Индекс загрязнения вод (ИЗВ)

- I - очень чистая вода, (ИЗВ менее 0,3)
- II - чистая,
- III - умеренно загрязненная,
- IV - загрязненная,
- V - грязная,
- VI - очень грязная,
- VII - чрезвычайно грязная. (ИЗВ больше 10).

Условно чистая вода - это сточные воды, спуск которых в водоем без очистки не приводит к нарушению нормы качества воды в местах водопользования

## **БПК<sub>5</sub> – критерий оценки загрязненности водной среды**

- Определить суммарное потребление вод органическими веществами можно по расходу кислорода на разрушение этих веществ микроорганизмами. Для количества органики массой 180 г требуется около 60 г кислорода при 20 °С в течение 5 суток.
- БПК<sub>5</sub> (биохимическое потребление кислорода) При оценке уровня загрязненности по БПК<sub>5</sub> учитываются биологически быстро разрушающиеся вещества, но не учитываются неорганические соединения, также входящие в



## **ХПК – критерий оценки загрязненности водной среды**

- Определив ХПК (химическое потребление кислорода) можно сделать быстрое заключение о количестве окисляющихся веществ в сточных водах.
- Полное окисление осуществляют биохроматом калия в сильноокислой среде.
- Недостаток метода: одновременно окисляются и неорганические вещества.

## **ОУУ – общий органический углерод – параметр при оценке загрязненности вод.**

Эта величина представляет интерес в тех случаях, когда загрязнение связано с веществами, которые с трудом разлагаются микробиологическим путем (лигнин, гуминовые кислоты и др).

## Загрязнение водных объектов РБ.

- В перечне приоритетных показателей загрязнения поверхностных вод являются биогены: фосфор фосфатный, азот аммонийный и азот нитритный.
- Так, **азотом аммонийным** загрязнена Западная Двина на протяжении (2006-2009 гг.) на отрезке реки от Полоцка до Верхнедвинска. В 2009 г. Содержание этого вещества для загрязненного участка реки изменялось в пределах  $0,51-0,56$  мг/дм.куб (ПДК= $0,39$  мг/дм.куб ).
- Загрязнение Немана характерно на участке реки в районе Столбцов и ниже Гродно. Для Западного Буга – в районе н.п. Речица.
- Загрязнение воды Днепра в районе Речицы и Лоева, где зарегистрированы превышения ПДК в 1,4-2,3 раза.

## **Загрязнение водных объектов РБ.**

- Так, **азотом нитритным** загрязнена Западная Двина на в районе Витебска, Березина на участке от Бобруйска до Светлогорска, Припять – ниже Пинска.
- Наиболее четко выражено «нитритное» загрязнение для Западного Буга, где зарегистрированы превышения ПДК в 1,8-2,7 раза.

# Состояние и качество вод р. Свислочь в Минске

## Три основных источника загрязнения:

1. коммунальные и промышленные сточные воды;
2. ливневый сток с территории города;
3. накопление загрязненного ила.

В черте города река является техническим водоемом, в нее сливается ливневая канализация. Купаться и ловить рыбу запрещено.

Главная причина загрязнения Свислочи - недостаточная мощность минских городских очистных сооружений.

На территории Минска в долине Свислочи выявлены грунтовые воды с минерализацией  $364 \text{ г/дм}^3$  (рассолы), чрезвычайно агрессивные к железобетону и чугуну и представляют опасность для сооружений. В ряде скважин (Новинки, Зеленовка) обнаружено повышенное содержание хлора, а в районе мясокомбината, автозавода – присутствие свинца.

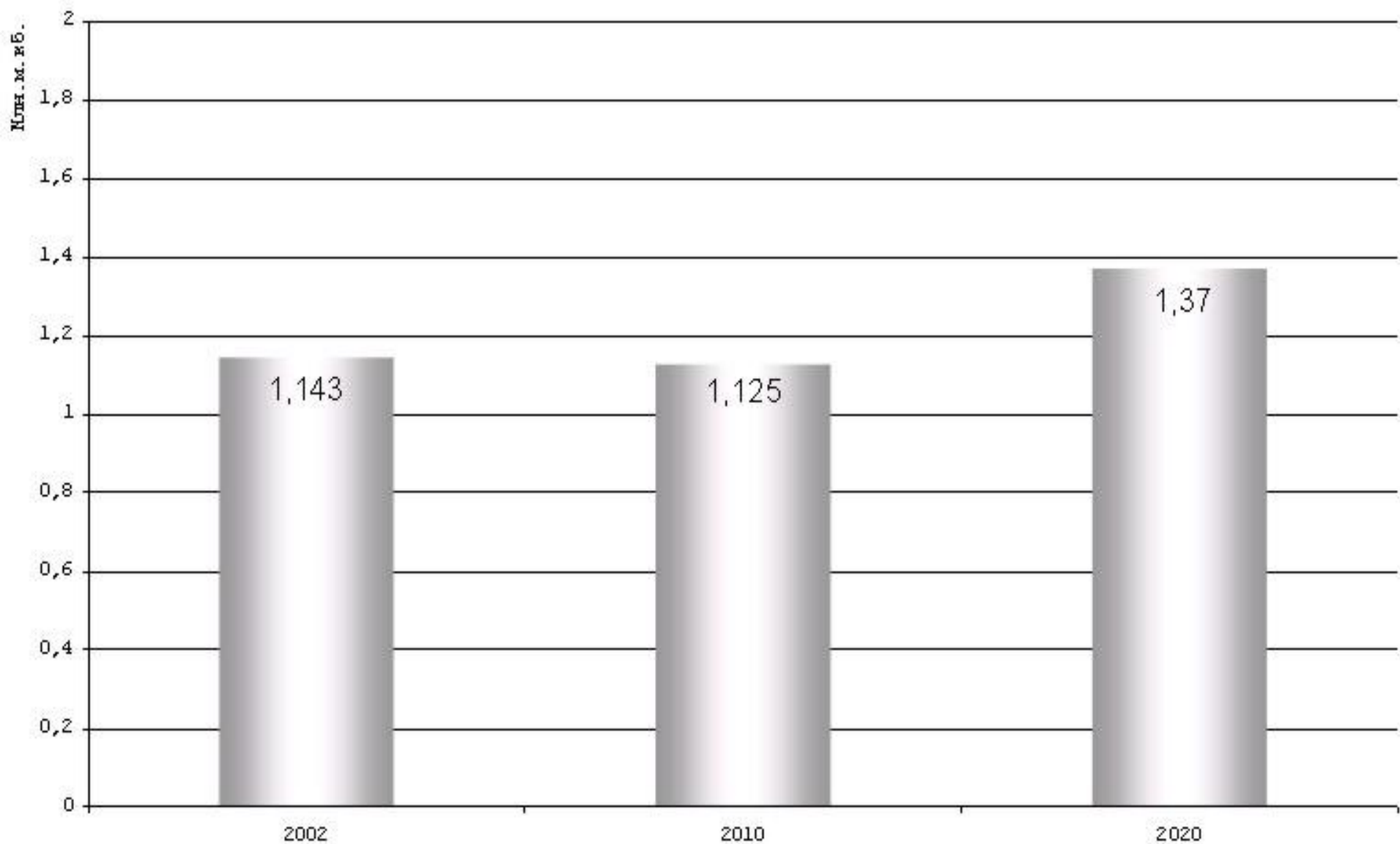
# Загрязнение реки Свислочь.

- Наиболее подвержен негативному влиянию отрезок Свислочи между Минской очистной станцией и н.п. Свислочь. В воде реки ниже н.п. Королищевичи среднегодовые концентрации азота аммонийного в 2008 году превысили ПДК в 7,8 раза, нитритного – в 7,5 раза.
- По содержанию фосфатов в 2008 г. Было больше ПДК в 6,3 раза, а в 2009 г. в 10,9 раза (ПДК = 0,89).

## **Крупные водные объекты Беларуси по комплексной оценке, отнесенные к классу загрязненных.**

- Подавляющая часть рек Беларуси относится к категории умеренно загрязненных (ИЗВ = 1 – 2)
- р. Мухавец (ИЗВ – 2,0) ,
- р. Ясельда (г. Береза) (ИЗВ – 2,1),
- р. Днепр (г. Могилев) (ИЗВ – 2,2),
- р. Свислочь (г. Минск) (ИЗВ — 2,8),
- Заславское водохранилище и Лукомльское озеро (повышенное содержание меди, фенолов, нефтепродуктов, аммонийного и нитритного азота),
- озеро Нарочь (повышение азота, меди) и др.

# Прогноз роста сброса сточных вод в поверхностные водные объекты



# Основные способы улучшения качества воды.

- **Осветление воды** – удаление из нее взвешенных веществ. В зависимости от степени осветления применяют:
- *Отстаивание воды* в отстойниках, в гидроциклонах,
- *Фильтрация* воды через слой зернистого или порошкообразного фильтрующего материала в фильтрах,
- *Фильтрация* через ткани и сетки.



# Основные способы улучшения качества воды.

- **Обесцвечивание воды** – устранение или обесцвечивание различных растворенных веществ. Для этого используют специальные окислители (хлор, озон) и сорбенты (активный уголь).
- **Обеззараживание** воды проводят для уничтожения содержащихся в ней болезнетворных вирусов и бактерий (хлорирование воды, бактерицидное облучение, озонирование).
- **Дезодорация** – удаление привкусов и запахов. При высоком содержании в воде железа или фтора может потребоваться обезжелезивание или обесфторирование. Фторирование позволяет снизить заболеваемость населения кариесом на 20-40 %, а чрезмерное фторирование приводит к флюорозу (хроническое заболевание костной ткани). В питьевой воде содержание фтора до 1 мг/л.

## Методы очистки сточных вод

Для ликвидации бактериального загрязнения применяются обеззараживание или дезинфекция сточных вод.

- **Механический метод** – удаление механических примесей из сточных вод путем отстаивания и фильтрации.
- Механической очисткой выводят из бытовых сточных вод 60 % нерастворимых примесей.
- Грубодисперсные частицы улавливаются решетками и ситами различных конструкций, а поверхностные загрязнения – нефтеловушками, маслоуловителями.

## Методы очистки сточных вод

- **Физико-химическая очистка** – состоит в добавлении к сточным водам химических реагентов, вступающих в реакцию с загрязняющими веществами и способствующих выпадению нерастворимых и частично растворимых веществ.
- В качестве адсорбентов применяются естественные материалы (глина, торф) и искусственные (активированные угли). Широко применяется очистка хлорированием.
- Хлор – эффективное средство для обеззараживания воды, убивает микроорганизмы. Оставшийся хлор растворяется в воде, защищая воду от любого нового источника загрязнения. Хлорирование

# Механический метод очистки сточных вод

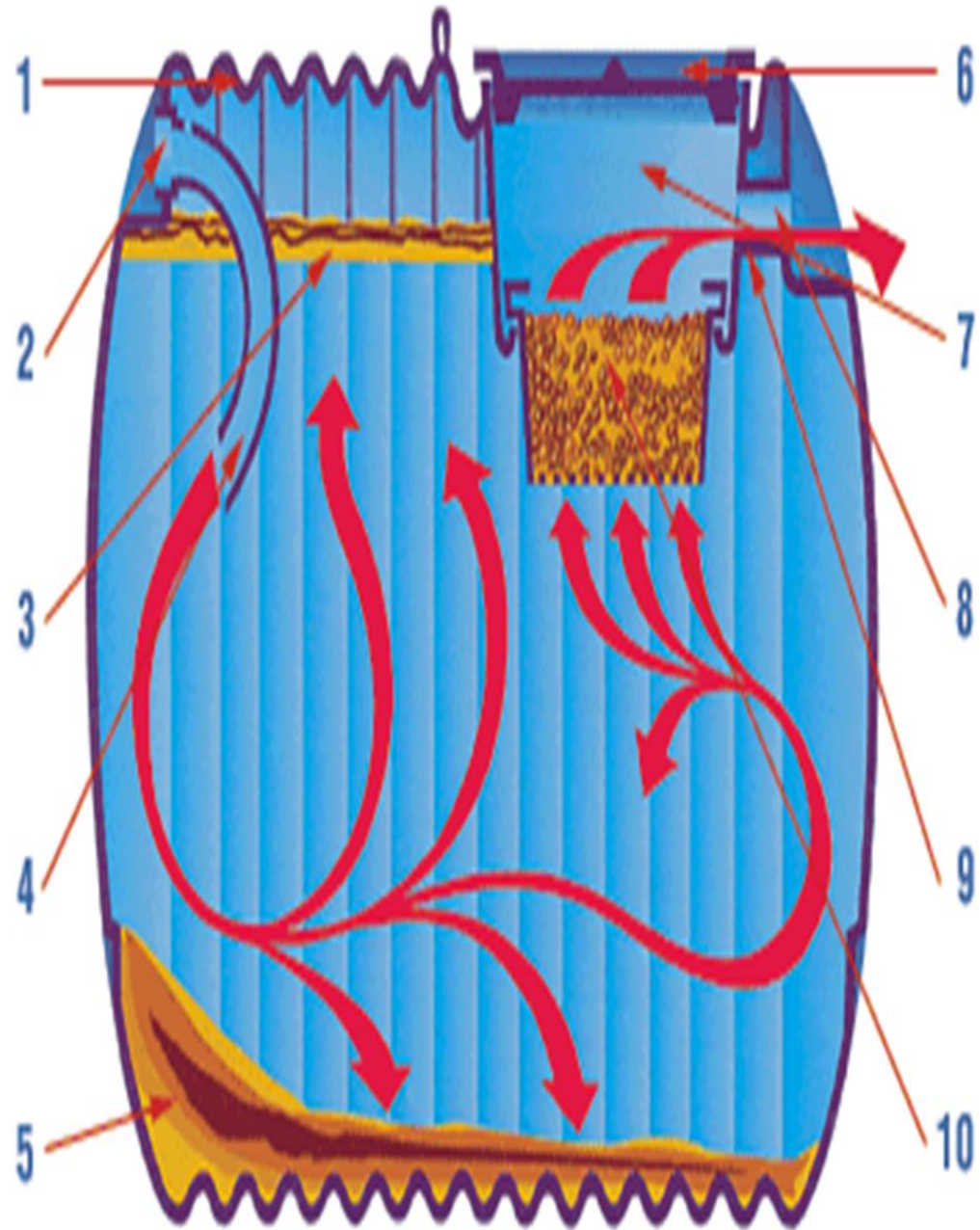
- **Септик** (англ. septic, от греч. septikos — гнилостный, гнойный) — система локальной механической очистки бытовых сточных вод в **небольших объемах** в местах отсутствия центральной канализационной системы.
- Септик представляет собой подземный отстойник, состоящий из нескольких отсеков, через которые последовательно протекают сточные воды.
- Сточные воды проходят через камеры септика, в них отделяются взвесь и осадок. В камерах септика происходит микробиологический процесс анаэробного (бескислородного — метанового) разложения.
- Предварительно обработанные в септике сточные воды в последствии подвергаются биологической очистке при помощи

# Механический метод очистки сточных вод

- **Принцип работы септика** заключается в следующем: загрязнения, содержащиеся в сточных водах, оседают на дно, где подвергаются медленному процессу анаэробного (без доступа кислорода) брожения, в результате которого одна часть загрязнений переходит в раствор, а другая скапливается на дне септика и превращается в так называемый ил.

- Процесс осуществляется при участии бактерий, естественным образом формирующихся в бытовых сточных водах.

- Септик выполняет две



# Отстойник (септик) первичной очистки



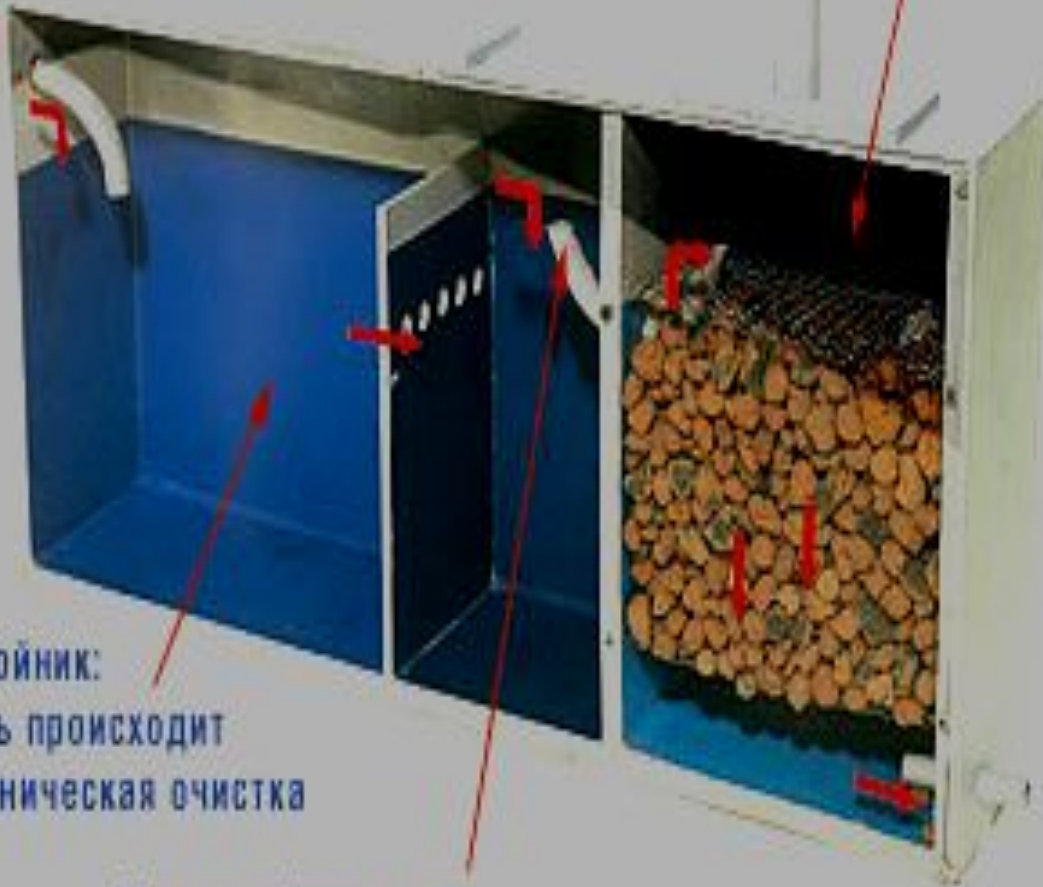
## Методы очистки сточных вод

- Механический и физико-химический методы являются первыми этапами очистки сточных вод, после чего они направляются на биологическую очистку.
- **Биологическая очистка** заключается в минерализации органических загрязнений сточных вод при помощи аэробных биохимических процессов.
- После биологической очистки вода становится прозрачной, незагнивающей, содержащей растворенный кислород.
- Выделяют типы биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды, аэротенки.

# Биофильтр

Через эту трубу сточные воды попадают в очистную установку

в биофильтре вода очищается до 90%



Отстойник: здесь происходит механическая очистка

Из отстойника вода попадает в отдельный отсек, а затем - в биофильтр

Устройство, в котором вода очищается, проходя через фильтр с бактериями.

Биофильтр состоит из фильтрующего наполнителя, спрятанного внутри емкости (фильтрующий наполнитель - это прослойка твердых, не гниющих частиц - мелких камешков, пенополиуретана, пенопласта и др.).

На поверхности частиц образуется биопленка - колонии микроорганизмов, поедающих органические вещества, растворенные в воде.



**Минская**  
**Станция**  
**аэрации**



**Сток в аэротенке  
первой ступени**



**Сток в третичном отстойнике  
(заключительная стадия очистки)**



## Методы очистки сточных вод

- **Биологические пруды** – неглубокие земляные резервуары (0,5-1 м), в которых происходят процессы самоочищения водоемов. Их устраивают на местности с уклоном, располагают ступенями так, что вода из верхнего пруда самотеком направляется в нижерасположенный.
- **Аэротенки** – железобетонные резервуары, через которые медленно протекают подвергающиеся аэрации сточные воды, смешанные с активным илом. Активный ил из бактерий и микроскопических животных – очищающие компоненты аэротенков.
- **Поля фильтрации** предназначены только для биологической доочистки (очистки) сточных вод.
- **На полях орошения** одновременно с очисткой вод производится выращивание кормовых культур и трав.

## Другие методы очистки сточных вод

**Оборотным водоснабжением** называется такое водоснабжение, когда вода, забираемая из природного источника, затем охлаждается или очищается без сброса обратно в водоем. В настоящее время объем оборотного и последовательного использования воды достигает 89 %.

В процессе **водоотведения** — обеспечивается удаление сточных вод за пределы городов и других населенных мест или промышленных предприятий.

**Разбавление сточных вод** - это процесс уменьшения концентрации примесей в водоемах, вызванный перемешиванием сточных вод с водной средой, в которую они выпускаются. Известно, что для нейтрализации 1 м<sup>3</sup> очищенных сточных вод необходимо их 10 – 12-кратное разбавление чистыми природными водами, а загрязненные (неочищенные)

## **Специальные методы очистки сточных вод**

**Денитрификация** – при строго соблюдаемых анаэробных условиях с помощью денитрифицирующих бактерий происходит превращение нитратов в азот.

**Адсорбционные методы** – для извлечения токсических веществ из воды с применением в качестве адсорбента активированного угля. А также сточную воду фильтровать можно через слой глины или торфа, при этом цвет и запах убирают с помощью растворенного в воде хлора.

**Центрифугирование** – с помощью которого вредные стоки разделяют на твердую и жидкую фракции. При этом твердая часть превращается в компост и ее вывозят на поля. Жидкая часть (навозная жижа) превращается в гумус.

**!!!** При разложении органики выделяется метан диоксид

## Очистные устройства бытового назначения

- ❖ Сегодня водопроводная вода это растворенные в ней пестициды, хлориды, а так же механическое загрязнение ржавчиной и грязью из труб. Все эти загрязнения приводят к кишечным заболеваниям, резкому снижению иммунитета организма, возможно и раковым заболеваниям.
- ❖ **Фильтр** не должен уменьшать содержания полезных компонентов в воде, а именно: не удалять кальций, магний, фтор, микроэлементы. Фильтры очищают воду от механических, минеральных и бактериологических примесей. Разница состоит в качестве очистки, стоимости очистки, скорости очистки, качестве фильтрующих материалов, качестве компонентов

## Очистные устройства бытового назначения

- ❖ Фильтрующий элемент фильтрующего устройства – активированный уголь. Некоторые производители добавляют ионы серебра, умягчители, обезжелезиватели и другие элементы улучшающие качество фильтрации воды.
- ❖ Минерализаторы обогащают воду микроэлементами, необходимыми для организма, такими как: кальций, магний, натрий, калий.
- ❖ Чем больше степеней фильтрации, тем качественней очистка воды.
- ❖ В настоящее время **фильтры воды Аквафор**, производимые в России с использованием уникальных сорбентов АКВАЛЕН, специально приспособлены к

# *Управление водными ресурсами*

- **Основная ответственность за управление водными ресурсами в стране возложена на Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды (Минприроды).**
- К числу других учреждений, выполняющих важные функции, в системе управления водными ресурсами, относятся:
- **Министерство здравоохранения** – установление стандартов качества питьевой воды и осуществление соответствующего мониторинга;
- **Министерство жилищно-коммунального хозяйства** – планирование, строительство и эксплуатация систем водоснабжения и канализации, а также установок по очистке сточных вод;
- **Министерство сельского хозяйства** - строительство систем водоснабжения для кооперативных и государственных хозяйств.

## Меры по охране водных ресурсов

- ✓ Создание безотходных технологических процессов (безотходная технология – это комплекс мероприятий, до минимума сокращающий количество вредных выбросов);
- ✓ Правильное проведение агротехнических мероприятий (распашка земель, применение пестицидов и удобрений);
- ✓ Очистка рек от затонувшей древесины;
- ✓ Создание оборотной системы водоснабжения или повторного использования воды (на промышленных предприятиях);
- ✓ Повторное использование сточных вод для орошения полей и лугов;
- ✓ Осуществление контроля за ПДК органами государственной санитарной службы.



# Охрана источников питьевого водоснабжения в Республике Беларусь регламентируется:

## Нормативные правовые акты:

- Конституция Республики Беларусь (статья 13);
- Водный кодекс Республики Беларусь (1998 г.);
- Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемическом благополучии населения» (2006 г.);
- Закон Республики Беларусь «О питьевом водоснабжении» (1999 г.);
- Положение об охране подземных вод (1985 г.);
- Положение о порядке установления размеров и границ водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов и режиме ведения в них хозяйственной деятельности (утверждено Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 марта 2006 г. № 377);
- О требованиях к разработке проектов водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов (утверждено Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 октября 2007 г. № 78);