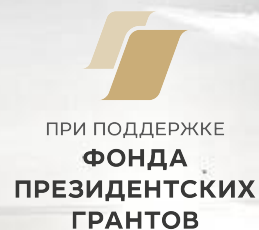


Чистые пруды России



при поддержке
ФОНДА
ПРЕЗИДЕНТСКИХ
ГРАНТОВ

Экологический мониторинг водных объектов в городской среде.

Тимофеева Елена Александровна

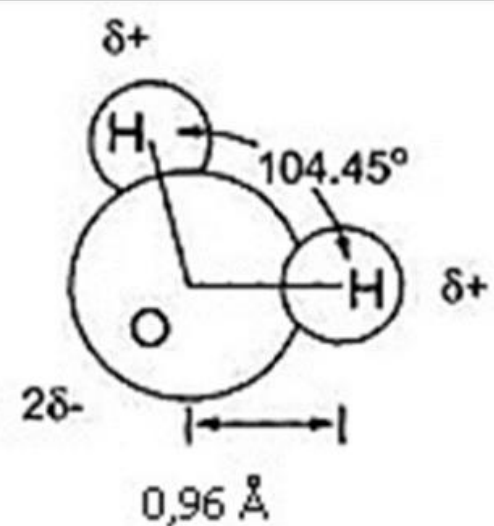


helentimofeeva17@gmail.com

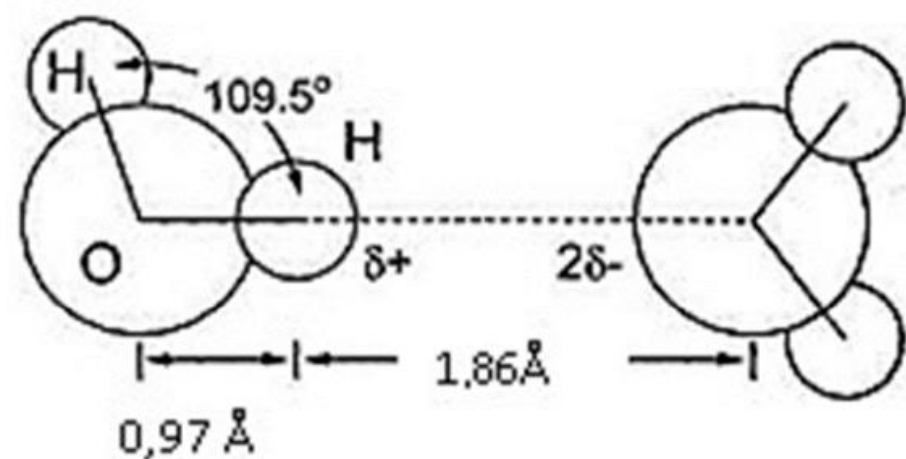


<https://vk.com/helentimofeeva>

ХАРАКТЕРИСТИКИ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ИЗОЛИРОВАННОЙ МОЛЕКУЛЕ ВОДЫ И МОЛЕКУЛАХ, СВЯЗАННЫХ ВОДОРОДНОЙ СВЯЗЬЮ

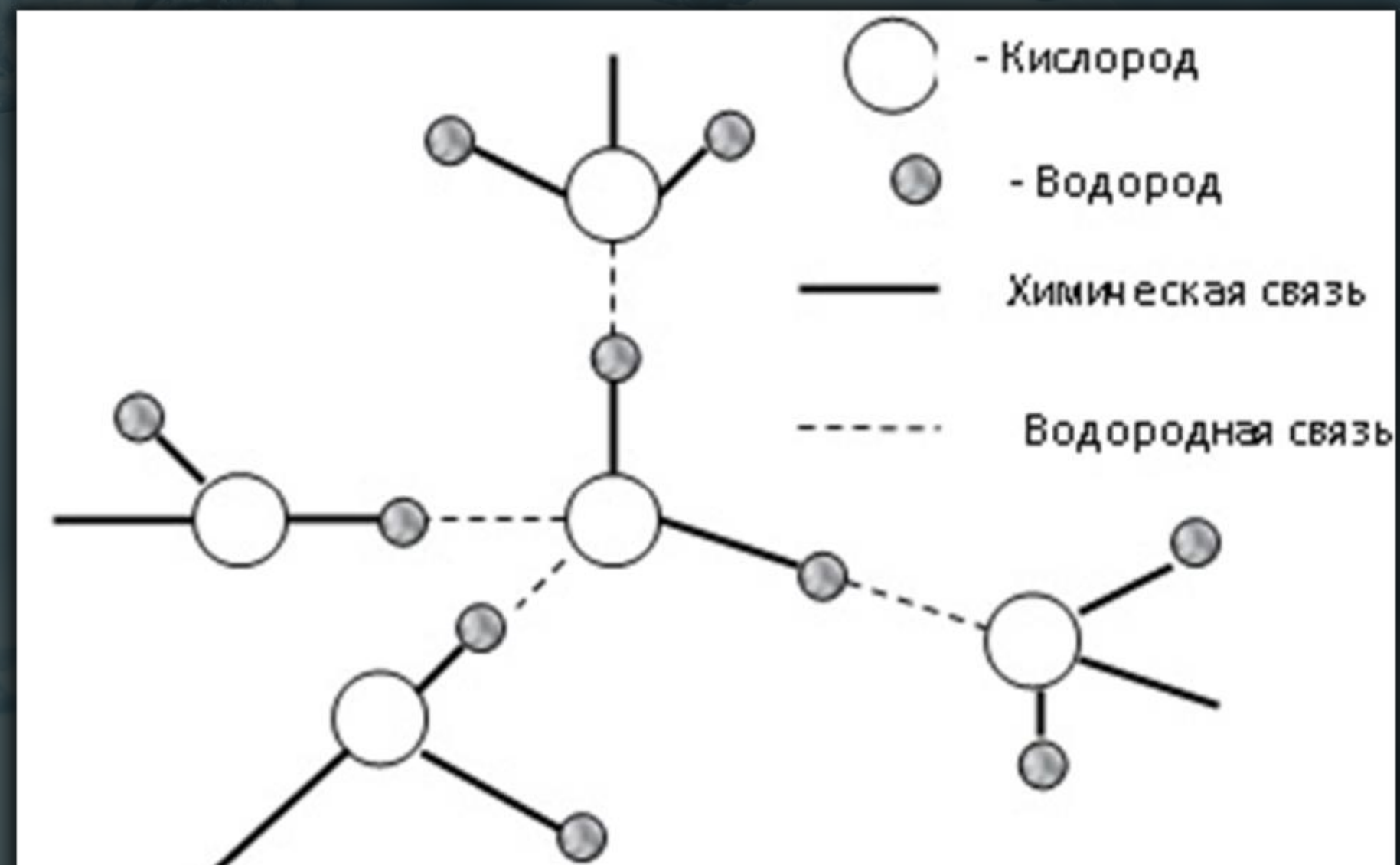


Изолированная молекула



Молекулы в жидкой фазе (раствор)

УПОРЯДОЧЕННАЯ В ВИДЕ ТЕТРАЭДРИЧЕСКИХ АССОЦИАТОВ СТРУКТУРА ЖИДКОЙ ВОДЫ



Нелинейное строение молекулы, высокая электроотрицательность атома кислорода, приводит к формированию диполя, и молекула воды приобретает полярные свойства и способность поляризовать (индуцировать диполь) другие, в т. ч. неполярные молекулы. Воду характеризует высокая диэлектрическая проницаемость, точка кипения и замерзания, высокая теплоемкость. Высокие значения дипольного момента и диэлектрической проницаемости воды объясняют ее исключительную растворяющую способность: силы межатомного и межмолекулярного взаимодействия на поверхности погруженного в воду вещества ослабевают в 80 раз.

ПУТЬ ВОДЫ В ГОРОДЕ



водозабор



ВОДО-
ПОД-
ГОТОВКА



канализация

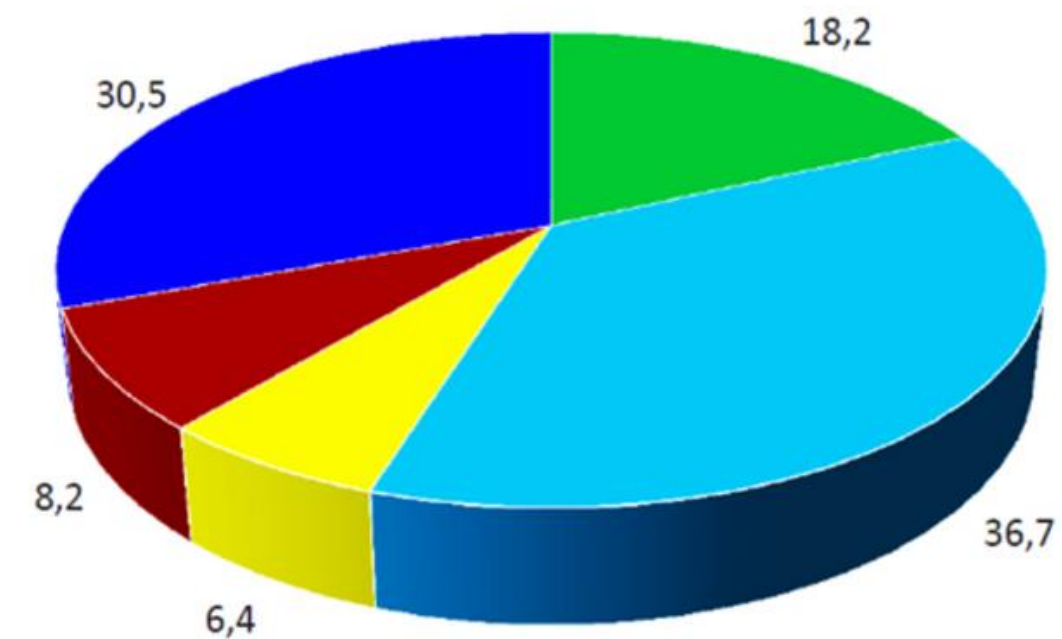


ВОДОЧИСТКА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЫ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА

- для **охлаждения** жидких и конденсации газообразных продуктов в теплообменных аппаратах без соприкосновения
- как **среда** для осуществления физических и механических процессов (флотация, транспортировка твердых материалов в виде пульпы и др.)
- как **реагент** (сырье) для производства разнообразной химической продукции (водорода, ацетилена, минер. кислот и т.д.);
- как **растворитель** и экстрагент
- в качестве **теплоносителя** в виде горячей воды и перегретого пара

Объемы забора воды по видам экономической деятельности, %



■ Коммунальная сфера ■ Обеспечение энергоресурсами
■ Обработывающие производства ■ Добыча полезных ископаемых
■ Сельское хозяйство

МЕТОДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ :

Контроль состояния окружающей среды предполагает получение количественных уровней показателей, характеризующих состояние природных сред и оценку их опасности для живых организмов

- химические
- физические
- биологические

Химический мониторинг - метод контроля состояния окружающей среды по уровням показателей содержания химических веществ в окружающей среде и оценке их опасности для живых организмов



ВЫБОР МЕТОДА АНАЛИЗА ПРИРОДНЫХ СРЕД

Все среды: РД 52.18.595-96 Федеральный перечень Методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды (с Изменениями N 1, 2, 3, 4)

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ АНАЛИЗА

Метод	Чувствит. LOD, моль/л	Точность $\pm\delta$, %	Селектив ность	Экспресс ность	Стоимость
гравиметрия	10^{-2}	0,1	средняя	низкая	низкая
титриметрия	10^{-4}	1	средняя	средняя	низкая
потенциометрия	10^{-6}	2	высокая	высокая	низкая
кулонометрия	10^{-4}	2	средняя	средняя	средняя
спектрофотометрия	10^{-6}	5	высокая	высокая	низкая
флуориметрия	10^{-9}	5	средняя	высокая	низкая
ААС	10^{-6}	10	высокая	высокая	низкая
вольтамперометрия	10^{-10}	5	высокая	средняя	низкая
хроматография	10^{-9}	15	высокая	средняя	средняя
кинетические методы	10^{-10}	10	высокая	низкая	низкая

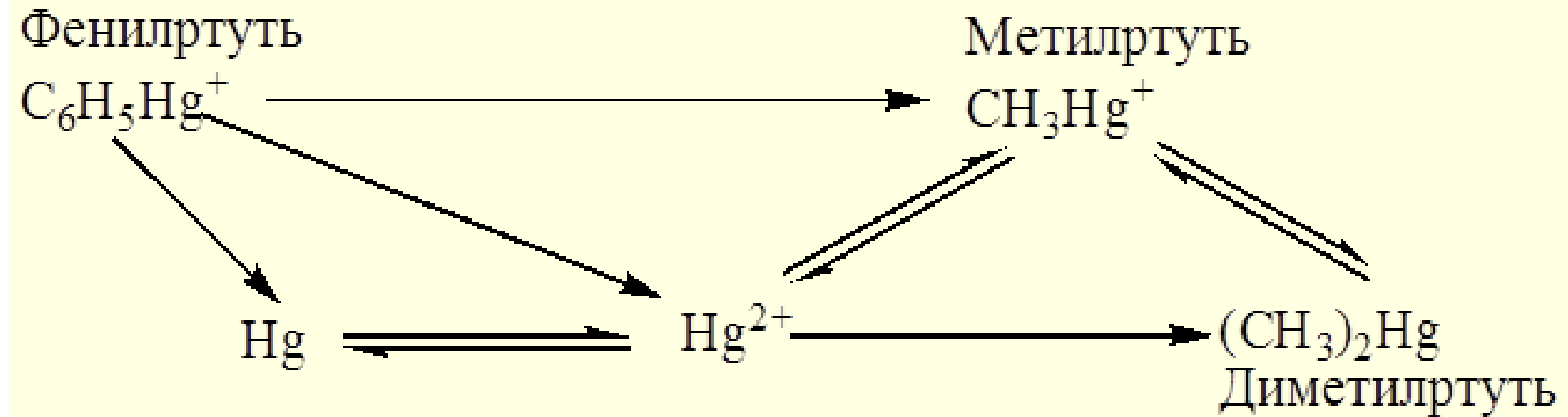
ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 16 ноября 2020 года N 1847 Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СУПЕРЭКОТОКСИКАНТЫ - РТУТЬ

В организме взрослого человека содержится 13 мг ртути (2·10⁻⁵%). Около 70% ртути сосредоточено в жировой и мышечной ткани.

Блокатор –SH групп
белковых молекул

Средние концентрации
метилртути (мг/кг) в
мышечной ткани различных
видов рыб



Биологический период
полувыведения ртути из
человеческого организма
составляет 70-80 суток

1950гг сброс недоочищенных стоков
с неорганической ртутью компанией
«Chisso» в воду залива Минамата

«Болезнь сумасшедшего
шляпочника»
Болезнь Миномата



Минаматская конвенция о ртути, 2013

ВЫБОР МЕТОДА И СХЕМЫ АНАЛИЗА: ПРИНИМАЮТ ВО ВНИМАНИЕ

1. Постановка задачи:

- Требуемая точность (качественный или количественный анализ проводится)
- Полный или частичный анализ (определяются все компоненты или некоторые)
- Затраты времени (единичный или серийный, экспрессный)

2. Физические и химические свойства объекта:

- Можно ли разрушать объект анализа (выбор метода пробоподготовки)
- Присутствие мешающих компонентов
- Уровень содержания определяемого компонента
- Какое число проб, можно ли повторить определение

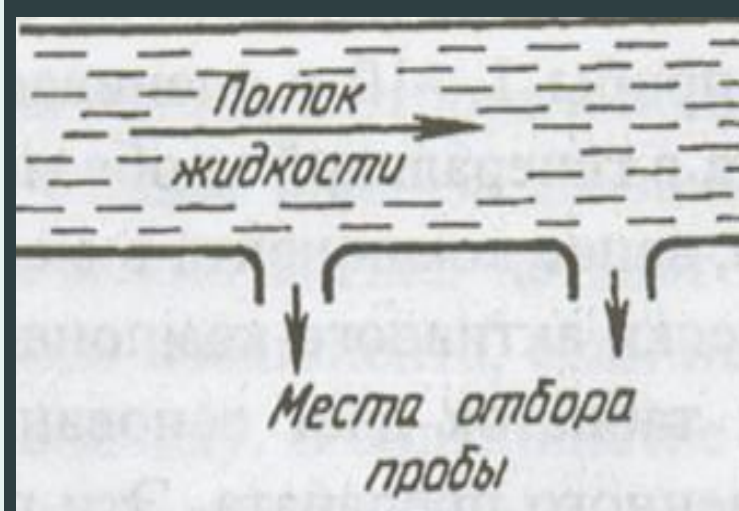
3. Существующие условия проведения:

- Метрологические характеристики (чувствительность, точность)
- Наличие аналитических приборов
- Условия работы (лаборатория, поле, недоступные и опасные места – следует предпочесть дистанционные методы анализа)
- Квалификация аналитика, традиции лаборатории и т.д.
- Стоимость

ОТБОР ПРОБ ВОД

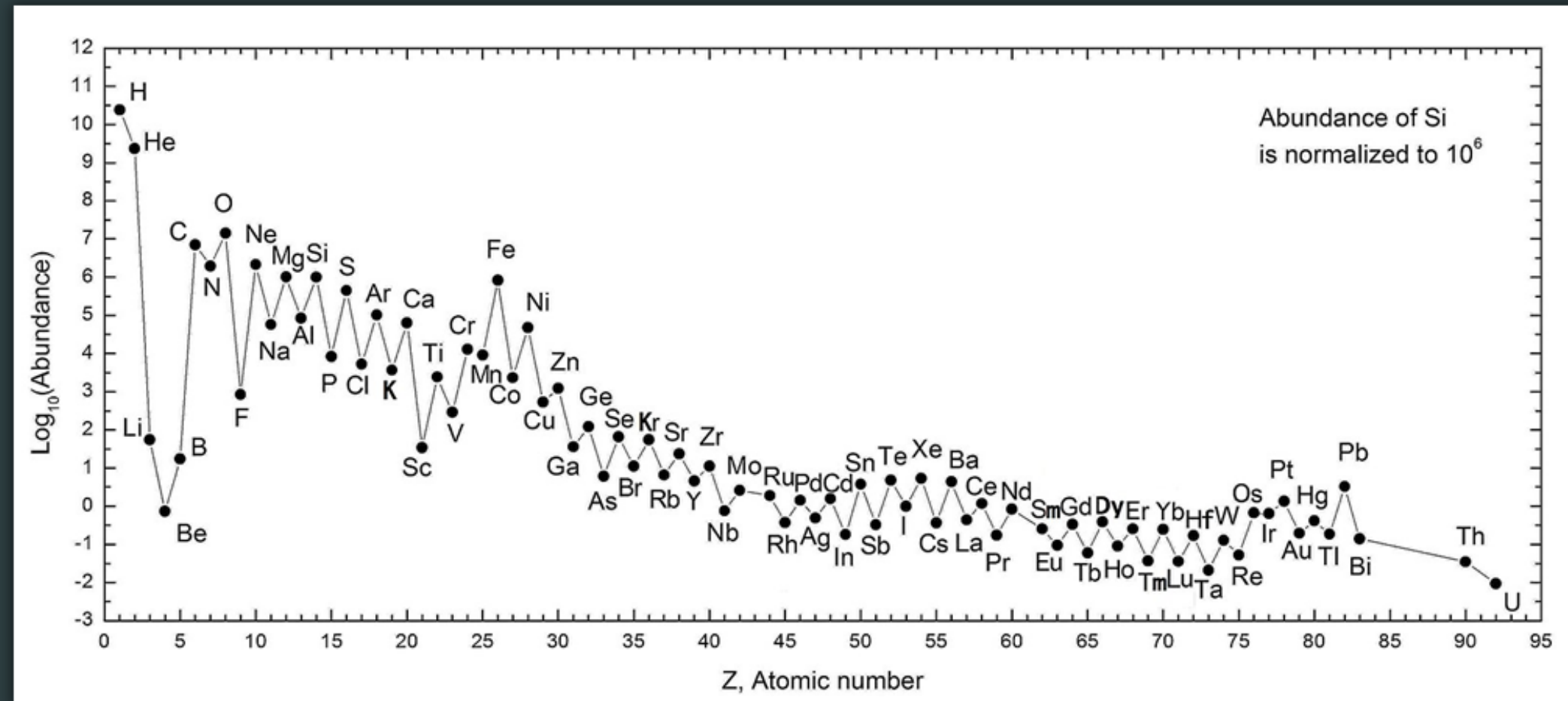
ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб
ГОСТ Р 59024-2020 Вода. Общие требования к отбору проб

- Пробы отбирают при помощи дозаторов, пипеток, бюреток, мерных колб и пр.
- Пробоотборники изготавливают из инертного материала, не взаимодействующего с опробуемыми жидкостями (нержавеющая сталь, стекло и др.)
- Индивидуальная проба берется из одного места резервуара или из одной емкости
- Среднюю пробу получают смешиванием индивидуальных проб. Средняя проба служит для определения среднего качества материала в одной или нескольких партиях
- Пробы из потока берут через пробоотборные краны в нижней части горизонтальной трубы против хода текущей жидкости
- Для отбора проб на разной глубине пользуются батометром



СОСТАВ ПРИРОДНЫХ ВОД

- 90 элементов обнаружены в прир. водах
- С увеличением порядкового номера в таблице Менделеева наблюдается убывание концентрации элементов,
- Распространенность четных химических элементов более высокая, чем соседних нечетных (закон Оддо–Гаркинса).



Химические вещества и элементы

в составе природных вод:

1) главные ионы (макрокомпоненты) – K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-}

2) растворенные газы:

1. весьма распространенные, образующие скопления: N_2 , O_2 , CO_2 , CH_4 ;

2. менее распространенные : H_2 , H_2S , He, Ar, тяжелые углеводородные газы;

3. локально распространенные, быстро вступают в реакции с породами окружающей среды, образующие скопления только в момент формирования, : NH_3 , SO_2 , HCl , HF и др.

3) биогенные вещества – соединения азота, фосфора, железа и кремния;

4) органические вещества – разнообразные органические соединения, относящиеся к органическим кислотам, сложным эфирам, фенолам, гумусовым веществам, азотсодержащим соединениям (белки, аминокислоты, амины) и др.;

5) микроэлементы – все металлы, кроме главных ионов;

6) загрязняющие вещества – нефтепродукты, фенолы, пестициды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), детергенты и др.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ПО О. А. АЛЕКИНУ

большая часть маломинерализованных вод рек, озер и некоторые подземные воды

промежуточные, генетически связаны с различными осадочными породами.

высокоминерализованные воды океана, морей, соляных озер, подземные воды закрытых структур и пр.

Классы

гидрокарбонатные

сульфатные

хлоридные

Группы

Ca

Mg

Na

Ca

Mg

Na

Ca

Mg

Na

Типы

I

III

II

I

III

II

I

III

II

IV

III

II

IV

III

II

I

III

II

IV

III

II

IV

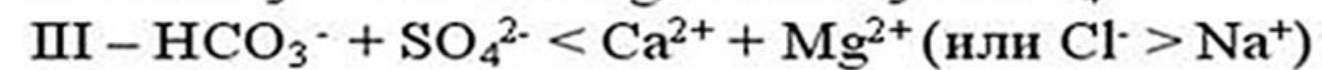
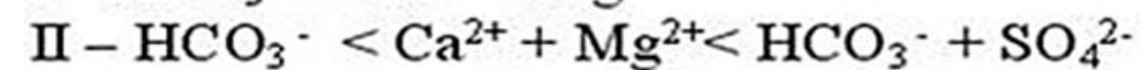
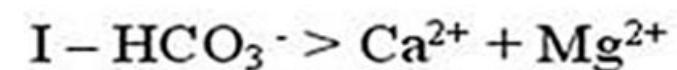
III

II

I

III

II



ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ВОД

- **физико-географические** (рельеф, климат, испарение, выветривание, почвенный покров);
- **геологические** (состав горных пород, тектоническое строение, гидрогеологические условия);
- **физико-химические** (химические свойства элементов, кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия, смешение вод и катионный обмен);
- **биологические** (деятельность растений и микроорганизмов);
- **искусственные, или антропогенные.**



Вещества естественного и антропогенного происхождения смешиваются. В валовом содержании в воде и донных отложениях выделить долю элементов антропогенного генезиса невозможно. Попытки использовать для этой цели изотопный анализ (на основании эффектов фракционирования стабильных изотопов некоторых элементов).

ГРУППЫ ПРИРОДНЫХ ВОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ pH

Группа	pH	Примечание
1.Сильнокислые воды	<3	результат гидролиза солей тяжелых металлов (шахтные и рудничные воды)
2.Кислые воды	3–5	поступление в воду угольной кислоты, фульвокислот и других органических кислот в результате разложения орг. веществ
3.Слабокислые воды	5–6,5	присутствие гумусовых кислот в почве и болотных водах (воды лесной зоны)
4.Нейтральные воды	6,5–7,5	наличие в водах $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
5.Слабощелочные воды	7,5–8,5	наличие в водах $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$
6.Щелочные воды	8,5–9,5	присутствие Na_2CO_3 или NaHCO_3
7.Сильнощелочные воды	9,5	присутствие Na_2CO_3 или NaHCO_3

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД ПО МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Общепринятой является только граница пресных вод – 1 г/л;
Нижняя граница часто 25‰ - обоснована тем, что при данной минерализации температура замерзания и температура максимальной плотности равны

Категория вод	Минерализация, г/дм ³
Ультрапресные	<0,2
Пресные	0,2–0,5
Воды с относительно повышенной минерализацией	0,5–1,0
Солоноватые	1,0–3,0
Соленые	3–10
Воды повышенной солености	10–35
Рассолы	>35

РАСТВОРЕННЫЙ КИСЛОРОД

Минимальное содержание растворенного кислорода, обеспечивающее нормальное развитие рыб: 5 мг/дм³. Снижение до 2 мг/дм³ вызывает гибель (замор) рыбы.

Процессы, обогащающие воду кислородом:

- абсорбция кислорода из атмосферы на поверхности водного объекта; скорость этого процесса повышается с понижением температуры, с повышением давления и понижением минерализации; аэрация – обогащение глубинных слоев воды кислородом – происходит в результате перемешивания водных масс, в том числе ветрового, вертикальной температурной циркуляции и т.д
- выделение кислорода водной растительностью в процессе фотосинтеза;
- поступление в водоемы с дождевыми и снеговыми водами, которые обычно пересыщены кислородом.

Процессы, снижающие содержание кислорода в воде:

реакции потребления на окисление органических веществ (скорость ↑ с ↑ температуры, количества бактерий, водных организмов и веществ, подвергающихся окислению).

- биологическое (дыхание организмов),
- биохимическое (дыхание бактерий, расход кислорода при разложении органических веществ)
- химическое (окисление Fe^{2+} , Mn^{2+} , NO_2^- , NH_4^+ , CH_4 , H_2S)
- выделение в атмосферу из поверхностных слоев в том случае, если вода при данных температуре и давлении окажется пересыщенной кислородом.

СОДЕРЖАНИЕ КИСЛОРОДА В ВОДОЕМАХ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ

Уровень загрязненности воды и класс качества	Растворенный кислород		
	лето, мг/дм ³	зима, мг/дм ³	% насыщения
Очень чистые, I	9	14-13	95
Чистые, II	8	12-11	80
Умеренно загрязненные, III	7-6	10-9	70
Загрязненные, IV	5-4	5-4	60
Грязные, V	3-2	5-1	30
Очень грязные, VI	0	0	0

ВЕЛИЧИНЫ ХПК В ВОДОЕМАХ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ

Степень загрязнения (классы водоемов)

ХПК, мг О/дм³

Очень чистые

1

Чистые

2

Умеренно загрязненные

3

Загрязненные

4

Грязные

5-15

Очень грязные

>15

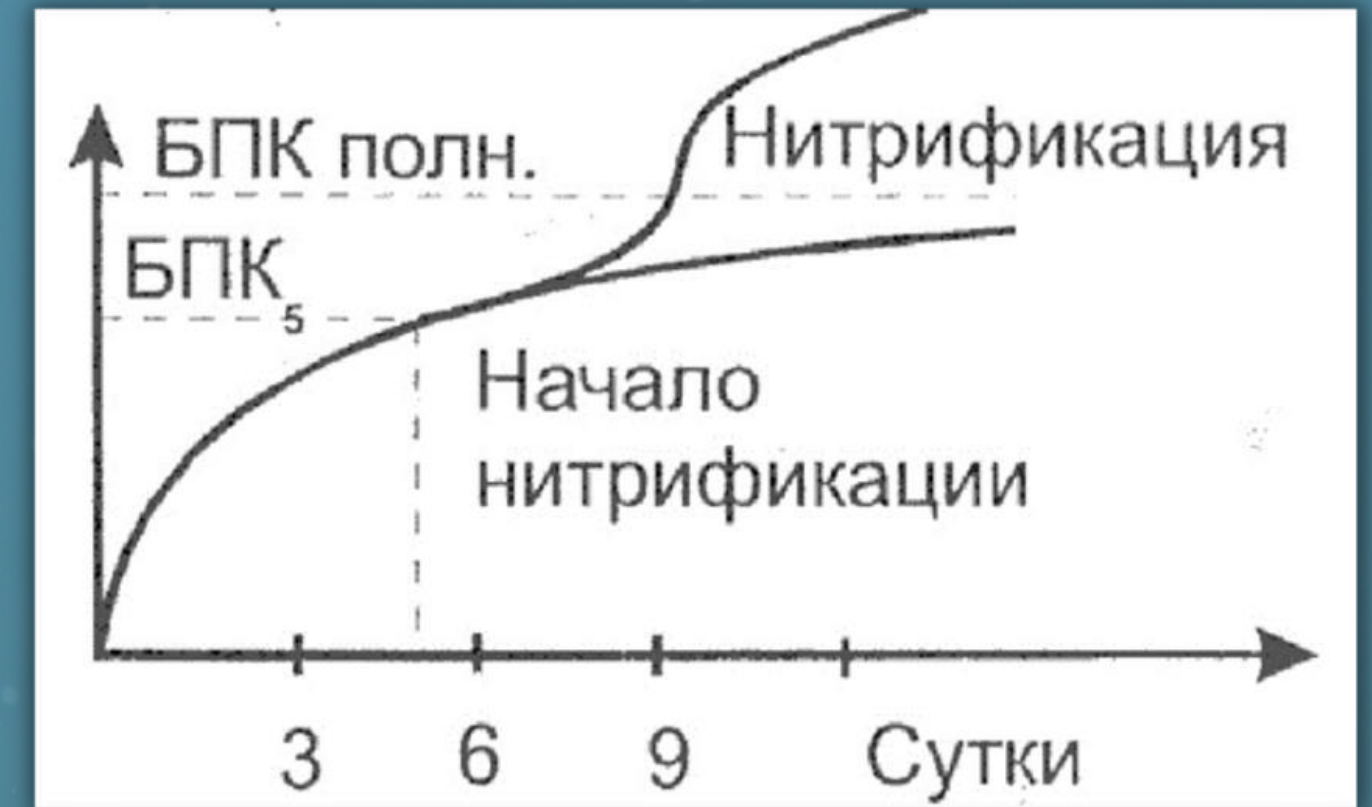
БИОХИМИЧЕСКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА

Полным биохимическим потреблением кислорода (БПКп) - количество кислорода, требуемое аэробным микроорганизмам для окисления органических примесей до начала процессов нитрификации. Для бытовых стоков БПК₂₀ ≈ БПКп.

БПКп для внутренних водоемов рыбохозяйственного назначения (I и II категории) при 20°C < 3 мг O₂/дм³

ХПК к БПК от 1:1 до 2.5:1 говорит о возможности легкого биоразложения компонентов стока, если ХПК значительно превышает БПК, то следует использовать физико-химические методы в качестве предварительной или полной очистки.

БПК₅ – биохимическая потребность в кислороде за 5 суток.
Для бытовых стоков БПК₅ ≈ 70% БПКп.



ВЕЛИЧИНЫ БПК5 В ВОДОЕМАХ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ

Степень загрязнения (классы водоемов)	БПК5, мг O ₂ /дм ³
Очень чистые	0,5–1,0
Чистые	1,1–1,9
Умеренно загрязненные	2,0–2,9
Загрязненные	3,0–3,9
Грязные	4,0–10,0
Очень грязные	10,0

ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ

Влияет на физические, химические, биохимические и биологические процессы живых организмов, кислородный режим и интенсивность процессов самоочищения.

при температуре 2–5°C минимальная концентрация кислорода для карпа составляет 0,5–0,6 мг/л, а при температуре 25–30° С поднимается до 1,2 мг/л.

Последствия теплового загрязнения:

- изменяется кислородный режим - снижается концентрация растворенного кислорода, что усугубляет кислородный режим, особенно в зонах загрязнения
- снижается интенсивность процессов самоочищения водоема,
- изменяется интенсивность фотосинтеза,
- нарушается природный баланс водоема, часто необратимо
- подогретая вода дезориентирует водные организмы, создает условия для истощения пищевых ресурсов;
- гидробионты испытывают стресс, что снижает их естественный иммунитет; усиливаются температурные различия по вертикальным слоям, особенно в холодный сезон, по «вывернутому» типу, противоположному естественному
- происходит массовое размножение сине-зеленых водорослей;
- образуются тепловые барьеры на путях миграций рыбы.
- усиливает у рыб интенсивность обмена веществ, увеличивает потребление пищи и ее переваривание; изменение температуры тела рыбы, выходящее за оптимальные границы, приводит к прекращению приема пищи.

СПОСОБЫ ПОСТУПЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДНУЮ ЭКОСИСТЕМУ

- прямой или рассеянный сброс сточных вод (и твердых отходов) промышленности и с/хоз-ва, дампинг (захоронение отходов в море)
- поступление из атмосферы (в сухом виде и с осадками) - в атм. осадках, формирующихся в промышленных районах, концентрации ТМ в десятки раз превышают их фоновые значения
- поступление при эксплуатации речных и озерных судов;
- оступление из донных отложений (вторичн.загрязнение).

Загрязнители попадают в воду

в результате
несчастных
случаев

намеренных
сбросов отходов

проливов и
утечек

ОСНОВНЫЕ ЗВ РАЗНЫХ СТОКОВ

С промышленными сточными водами поступают:

- макрокомпоненты (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} и др.),
- микроэлементы (Cu , Zn , Pb , Mn , Cd , Co , As и др.),
- чуждые природной среде соединения (цианиды, роданиды, нефтепродукты, фенолы, ацетон, синтетические ПАВ и др.)

целлюлозно-бумажная > химическая > цветная металлургия > черная металлургия > угольная > машиностроение > нефтедобывающая > нефтехимическая > электроэнергетика

Сельскохозяйственное загрязнение:

- макрокомпоненты – из удобрений (N , P , Cl)
- микроэлементы – из удобрений
- ядохимикаты (пестициды).

Сток с сельскохозяйственных территорий может быть поверхностным, почвенным, дренажным

Коммунально-бытовые, ливневые стоки:

- NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , P ,
- Cl^- , SO_4^{2-} - возрастает минерализация воды
- органические загрязнители (жирные кислоты, жиры и масла, углеводы, белки, детергенты,
- бактериальное загрязнение (в т.ч. БГКП)

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ВОДЫ

Качество воды – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность её для конкретных видов водопользования (ГОСТ Р 59053-2020)

Показатели качества воды

Химический состав
(содержание минеральных кислот, солей, тяжелых металлов, органических соединений и др.)

Органолептические показатели
(цветность, мутность, температура и др.)

БПК, ХПК

Водородный показатель pH

Наличие болезнетворных микроорганизмов

НОРМАТИВЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ЦЕЛЯМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

- **хозяйственно-питьевое** (требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения; питьевой воды в емкостях)
- **коммунально-бытовое** (ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования)
- **рыбохозяйственное** (нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения)
- **сельскохозяйственное** (показатели качества воды для орошения)
- **сточные воды** (концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, установленных в целях предотвращения негативного воздействия на работу централизованных систем водоотведения)
- **промышленные** (для воды гальванических производств, котлов и др.)

НОРМАТИВЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ЦЕЛЯМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, МГ/Л

Показатель	СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода	ГН 2.1.5.1315-03 ПДК хоз-пит и культ-быт водопольз	ПРИКАЗ Минсельхоз N 552 ПДК рыбхоз	Максимально допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах ПП№644
Кадмий (Cd)	0,001	0,001	0,005	0,015
Медь (Cu)	1,0	-	0,001	1,0
Никель (Ni)	0,01	0,02	0,01	0,25
Ртуть (Hg)	0,0005	0,0005	0,00001	0,005
Свинец (Pb)	0,03	0,01	0,006	0,25



КЛАССИФИКАЦИЯ ВОД ПО ИНТЕГРАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА

$$\text{ИЗВ} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}$$

Гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ):

C_i – концентрация компонента (в ряде случаев – значение параметра);

n – число показателей для расчета индекса;

ПДК_i – установленная величина для соответствующего типа водного объекта.

Индекс загрязнения воды, как правило, рассчитывают по шести–семи показателям, которые можно считать гидрохимическими; часть из них (концентрация растворенного кислорода, рН, БПК5) является обязательной.

КЛАССЫ КАЧЕСТВА ВОД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗНАЧЕНИЯ ИЗВ

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	1
Чистые	0,2–1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0–2,0	3
Загрязненные	2,0–4,0	4
Грязные	4,0–6,0	5
Очень грязные	6,0–10,0	6
Чрезвычайно грязные	>10,0	7

ПОКАЗАТЕЛЬ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ (ПХЗ-10)

ПХЗ-10 рассчитывается по 10 веществам, которые максимально превышают предельно допустимые концентрации. Определяется большое количество показателей.

Для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия

Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Утверждено Приказом Минприроды РФ от 30.11.1992

$ПХЗ-10 = (C1/ПДК1 + C2/ПДК2 + \dots + C10/ПДК10)$,

где ПДК_i – рыбохозяйственные нормативы; С_i – концентрация химических веществ в воде.

Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (утв. Минприроды РФ 30 ноября 1992 г.)

Критерии оценки степени химического загрязнения поверхностных вод

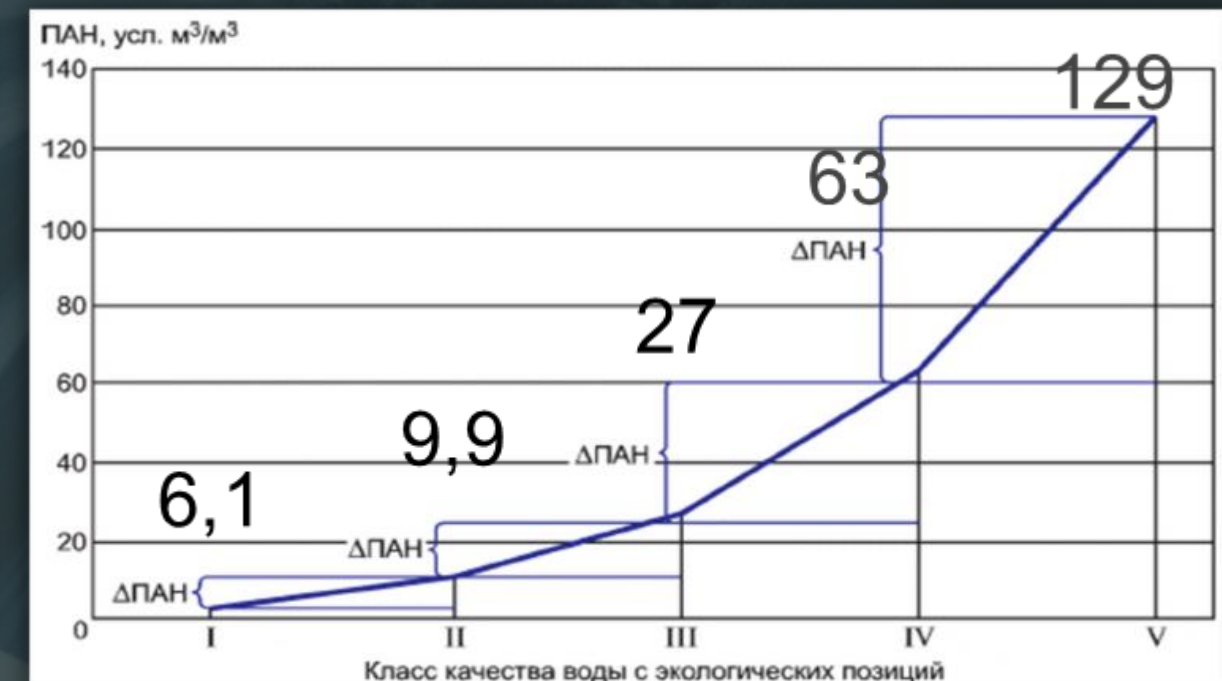
Показатели	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительное
ПХЗ-10 1–2 кл. оп.	Более 80	35-80	1
ПХЗ-10 3–4 кл. оп.	Более 500	500	10

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ С ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОЗИЦИЙ (ГОСТ Р 58556-2019)

Показатель антропогенной нагрузки (ПАН) - комплексный удельный показатель, характеризующий суммарную кратность разбавлений загрязненных (сточных) вод, условно необходимую для снижения концентраций базовых аналитов-маркеров негативных воздействий до их безвредного содержания.

Перечень базовых аналитов-маркеров: рН, сухой остаток, взвешенные вещества, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, Р_{общ} (PO₄), железо общее, марганец общий, ХПК, БПК₅

- I класс качества при ПАН ≤ 4,2 усл. м³/м³;
- II класс качества при 4,2 < ПАН ≤ 10,8 усл. м³/м³;
- III класс качества при 10,8 < ПАН ≤ 24,0 усл. м³/м³;
- IV класс качества при 24,0 < ПАН ≤ 70 усл. м³/м³;
- V класс качества при 70 < ПАН ≤ 135 усл. м³/м³;



Степень нарушения качества и изменения состояния водных экосистем:

- **низкая** - речная экосистема находится в хорошем естественном состоянии, слабо испытывающем антропогенное воздействие от загрязнения воды: ПАН ≤ 10,8, что соответствует I-II классу качества вод с экологических позиций;
- **средняя** - речная экосистема испытывает умеренную антропогенную нагрузку из-за постоянного превышения антропогенной нагрузки над самоочищением: 10,8 < ПАН ≤ 24,0, что соответствует III классу качества вод с экологических позиций;
- **высокая** - речная экосистема подвержена сильной деградации из-за высоких концентраций загрязняющих веществ в водах: ПАН > 24, что соответствует IV-V классу вод

НОРМАТИВЫ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ПРОТОЧНЫХ ВОД С ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОЗИЦИЙ

ГОСТ Р 58556-2019. *
(При значении параметра
выше значения,
указанного для V класса
качества, качество воды
характеризуется как "хуже
V класса качества)

Показатели	Класс качества вод <1>				
	I	II	III	IV	V
Значение pH, ед. pH	6,5-8,0	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-8,5	6,0-9,0
Минерализация (сухой остаток), мг/дм ³	<300	500	800	1000	1200
Взвешенные вещества природного происхождения, мг/дм ³	<20	20-30	31-50	51-100	101-200
Железо общее, мг/дм ³	<0,5	0,5-1	0,5-1	0,5-5	5,1-10
Марганец общий, мг/дм ³	<0,05	0,05-0,1	0,2-0,3	0,4-0,8	0,9-1,5
Аммоний (N), мг/дм ³ <2>	<0,1	0,1-0,2	0,3-0,5	0,6-2,0	3,0-5,0
Нитриты (N), мг/дм ³ <2>	<0,002	0,002-0,005	0,006-0,02	0,03-0,05	0,05-0,1
Нитраты (N), мг/дм ³ <2>	<1	1-3	4-5	6-10	11-20
Фосфаты (PO ₄) мг/дм ³ <2>	<0,025	0,025-0,2	0,3-0,5	0,6-1,0	1,1-2,0
Общий фосфор (PO ₄), мг/дм ³ <2>	<0,05	0,05-0,4	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-3,0
Химическое потребление кислорода (ХПК), мг O ₂ /дм ³	<15	15-25	26-50	51-70	71-100
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅), мг O ₂ /дм ³	<2	2-4	5-8	9-15	16-25
Органический углерод, мг/дм ³ <2>	<3	3-5	6-8	9-12	13-20
Азот общий, мг/дм ³ <2>	<1,5	1,5-4,0	4,1-7,5	7,6-17	17,1-35

ГОСТ Р 57075-2016. Методология
и критерии идентификации НДТ
водохозяйственной деятельности

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА СБОР И НАКОПЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РФ

Организации	МПР	ГМ	СЭС	Зем	С/х	Стр*	НИИ**	Стат†
Состояние окружающей среды и источники воздействия								
Воздух	❖	❖	❖			❖		*
Вода	❖	❖	❖			❖		*
Почвы	*	❖	*	❖	*	❖		*
Растительность	❖	*		*	❖	*		*
Фауна	❖	*						*
Использование ресурсов								
Вода	❖						*	❖
Земли	*			❖	❖			❖
Полезные ископаемые	❖						❖	❖
Растительность	❖				❖			❖
Фауна	❖							❖
Выбросы, сбросы, отходы								
Выбросы	❖	*				*	❖	❖
Сбросы	❖	*				*	❖	❖
Твердые отходы	❖	*	*			❖	*	❖
Радиоактивные отходы‡	*	*	❖					❖
Защита и реабилитация								
Воздух	❖	*	❖					❖
Вода	❖	*	❖					❖
Почвы	*	*	*	❖	❖	*		❖
Растительность	❖	*			*	*		❖
Фауна	*	*			❖			❖



Помимо ОГСНК Росгидромета (Комитета России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды) экологический мониторинг осуществляется целым рядом служб, министерств и ведомств, таких как Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды (Госкомэкология России), Министерство природных ресурсов РФ, Министерство сельского хозяйства и продовольствия РФ, Департамент государственного санитарно-эпидемиологического надзора (Госсанэпиднадзор) при Министерстве здравоохранения РФ, Государственный комитет РФ по стандартизации и метрологии (Госстандарт РФ), Федеральная служба лесного хозяйства.

ПОРЯДОК ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ НАБЛЮДЕНИЙ В ПУНКТАХ РЕЖИМНЫХ РАБОТ

ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков

Основные задачи систематических наблюдений за качеством поверхностных вод :

- систематическое получение как отдельных, так и осредненных во времени и пространстве данных о качестве воды;
- обеспечение хозяйственных органов, а также заинтересованных организаций систематической информацией и прогнозами изменения гидрохимического режима и качества воды водоемов и водотоков и экстренной информацией о резких изменениях загрязненности воды.

К задачам специальных наблюдений и исследований относятся:

- установление основных закономерностей процессов самоочищения;
- определение влияния накопленных в донных отложениях загрязняющих веществ на качество воды;
- составление балансов химических веществ водоемов или участков водотоков;
- оценка выноса химических веществ через замыкающий створ рек;
- оценка выноса химических веществ с коллекторно-дренажными водами

Мониторинг поверхностных водных объектов г. Москва
66 утвержденных контрольных створов. Из них:
13 створов - на реке Москве,
39 створов на основных притоках и тракте водоподачи,
14 створов на реках ТиНАО

Для проведения мониторинга вод суши организуются:

- стационарная сеть пунктов наблюдений за естественным составом и загрязнением поверхностных вод;
- специализированная сеть пунктов для решения научно-исследовательских задач;
- временная экспедиционная сеть пунктов.

В пунктах наблюдений организуют один или несколько створов.

Створ - условное поперечное сечение водоема или водотока, в котором производится комплекс работ для получения данных о качестве воды.

Местоположение створов устанавливают с учетом гидрометеорологических и морфологических особенностей водного объекта, расположения источников загрязнения, количества, состава и свойств сбрасываемых сточных вод, интересов водопользователей и водопотребителей. При наличии организованного сброса сточных вод устанавливают на водотоках два створа и более (выше и ниже источника)

ПРОГРАММЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА КАЧЕСТВОМ ВОДЫ

Все пункты наблюдений за качеством воды водоемов и водотоков делят на 4 категории, определяемые частотой и детальностью программ наблюдений.

Пункты первой категории располагают на средних и больших водоемах и водотоках, имеющих важное народнохозяйственное значение:

- в районах городов с населением свыше 1 млн. жителей;
- в местах нереста и зимовья особо ценных видов промысловых рыб;
- в районах повторяющихся аварийных сбросов загрязняющих веществ;
- в районах организованного сброса сточных вод, в результате которых наблюдается высокая загрязненность воды.

Пункты второй категории устраивают на водоемах и водотоках :

- в районах городов с населением от 0,5 до 1 млн. жителей;
- в местах нереста и зимовья ценных видов промысловых рыб (организмов);
- на важных для рыбного хозяйства предплотинных участках рек;
- в местах организованного сброса дренажных сточных вод с орошаемых территорий и промышленных сточных вод;
- при пересечении реками Государственной границы;
- в районах со средней загрязненностью воды.

Пункты третьей категории располагают на водоемах и водотоках:

- в районах городов с населением менее 0,5 млн. жителей;
- на замыкающих участках больших и средних рек;
- в устьях загрязненных притоков больших рек и водоемов;
- в районах организованного сброса сточных вод.

Пункты четвертой категории устанавливают:

- на незагрязненных участках водоемов и водотоков,
- на водоемах и водотоках, расположенных на территориях государственных заповедников и парков.

главный центр сбора и анализа информации

региональный пункт наблюдений

первичный пункт наблюдений

Параметры, определение которых предусмотрено обязательной программой наблюдений за качеством поверхностных вод по гидрохимическим и гидрологическим показателям

*Расход воды (на водотоках)	Кальций (Ca ²⁺)
*Уровень воды (на водоемах)	Магний (Mg ²⁺)
Скорость течения воды (на водотоках)	Натрий (Na ⁺)
*Визуальные наблюдения	Калий (K ⁺)
*Температура	Сумма ионов (Si)
Цветность	Аммонийный азот (NH ₄ ⁺)
Прозрачность	Нитритный азот (NO ₂ ⁻)
Запах	Нитратный азот (NO ₃ ⁻)
*Растворенный кислород	Минеральный фосфор (PO ₄ ³⁻)
Диоксид углерода	Железо общее
Взвешенные вещества	Кремний
Водородный показатель (pH)	БПК ₅
Окислительно-восстановительный потенциал (Eh)	ХПК
*Электропроводность	Нефтепродукты
Хлориды (Cl ⁻)	СПАВ
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	Фенолы (летучие)
Гидрокарбонаты (HCO ₃ ⁻)	Пестициды
	Тяжелые металлы
	* - в сокращенной пр.1

7 раз в год в основные фазы водного режима: во время половодья – на подъеме, пике и спаде; во время летней межени – при наименьшем расходе и при прохождении дождевого паводка; осенью – перед ледоставом; во время зимней межени.

Периодичность проведения контроля	Категория пунктов наблюдений			
	I	II	III	IV
Ежедневно	Сокращенная программа 1	Визуальные наблюдения	–	–
Ежедекадно	Сокращенная программа 2	Сокращенная программа 1	–	–
Ежемесячно	Сокращенная программа 3			–
В основные фазы водного режима	Обязательная программа			

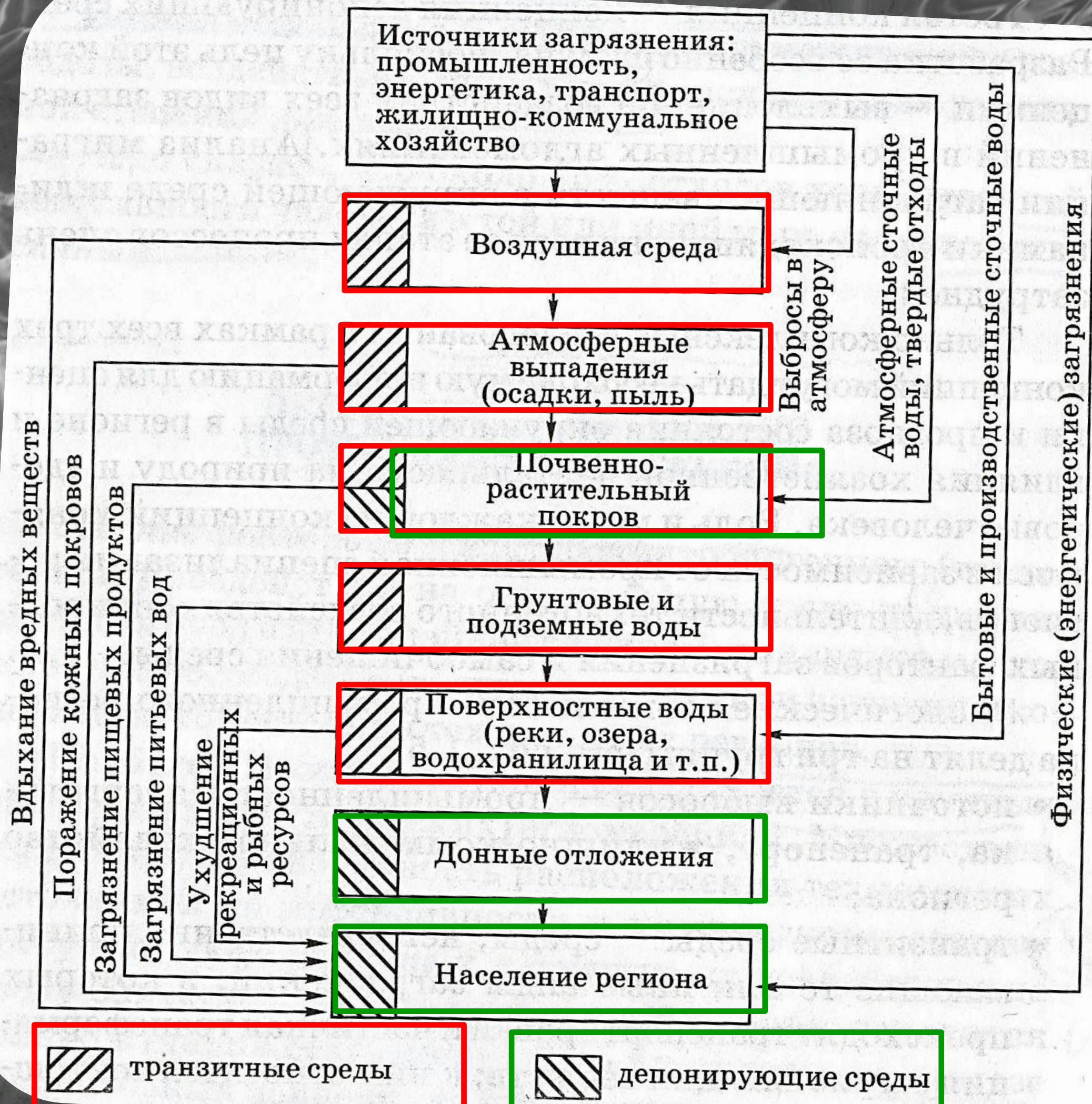
ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Для прогнозирования изменения качества воды водного объекта выделяют оперативные (обычно в пределах от 1 суток до одного или нескольких сезонов), среднесрочные (в пределах 15 лет) и долгосрочные (более 5 лет) прогнозы. В качестве математического аппарата для анализа временных рядов данных применяются:

- метод наименьших квадратов (МНК);
- экспоненциальное сглаживание;
- адаптивное сглаживание;
- метод группового учета аргументов (МГУА) балансовый метод расчета ожидаемого в перспективе влияния на качество воды водного объекта поступления ЗВ от различных источников;

- Р 52.24.755-2011 «Методы прогнозирования изменения содержания загрязняющих веществ в водных объектах во времени по результатам систематических гидрохимических наблюдений»
- Р 52.24.811–2014 «Усовершенствованная система режимных и специальных наблюдений за трансформацией загрязняющих веществ по длине водотоков с использованием математического моделирования происходящих процессов»

Динамика загрязняющих потоков в промышленном регионе



Блоки промышленного региона:

1. Источники выбросов
2. Транзитные среды
(принимают ЗВ и частично трансформируют)
3. Депонирующие среды
(накапливают и преобразуют ЗВ)

**ЧАСТИЧНОЕ САМООЧИЩЕНИЕ ВОД ПОВЕРХНОСТНЫХ
ВОДОЕМОВ ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ - ОСАЖДЕНИЕ СО
ВЗВЕСЬЮ, АККУМУЛЯЦИЯ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ**



Процессы самоочищения водоемов:

- перенос и включение веществ из водной массы в осадки в результате седиментации неорганических и органических нерастворимых веществ;
- выделение летучих веществ в атмосферу; равновесные реакции газов с атмосферой (потребление или потеря O_2 , CO_2 , N_2 и др.);
- физико-химические процессы в толще воды и на поверхности взвешенных частиц и осадков: абсорбция и адсорбция, растворение и преципитация (осаждение), эмульгирование и флотация и др.
- химические процессы в толще воды: кислотно-щелочные, окислительно-восстановительные, комплексообразование;
- химические процессы в осадках: превращение осадков из восстановленного состояния в более окисленное, и наоборот;
- биохимические процессы: включение в состав водной биоты, разложение организмами усвояемых органических и ассимилированных неорганических соединений;
- биологические процессы: удаление коллоидов и мелких взвешенных веществ зоопланктоном, фильтрация и седиментация примесей гидробионтами.



**ДОПУСТИМЫЙ УРОВЕНЬ КОНЦЕНТРАЦИИ (ДК)
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ
ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ В СООТВЕТСТВИИ С
ЗАРУБЕЖНЫМИ НОРМАМИ
(NEUE NIEDERLANDISCHE LISTE. ALTLASTEN
SPEKTRUM 3/95, WARMER H., VAN DOKKUM R., 2002)**

Загрязняющие вещества	ДК	Загрязняющие вещества	ДК
Кадмий, мкг/г	0,8	Сумма 10 ПАУ, нг/г	1000
Ртуть, мкг/г	0,3	Бенз(а)пирен, нг/г	25
Медь, мкг/г	35	Бензол, нг/г	50
Никель, мкг/г	35	Толуол, нг/г	50
Свинец, мкг/г	85	Ксилол, нг/г	50
Цинк, мкг/г	140	Этилбензол, нг/г	50
Хром, мкг/г	100	Сумма ДДТ, ДДД и ДДЭ, нг/г	2,5
Мышьяк, мкг/г	29	γ -ГХЦГ (линдан) (γ -НСН, lindane), нг/г	0,05
Кобальт, мкг/г	20	Сумма 6 ПХБ, нг/г	20
Молибден, мкг/г	10	Хлорбензолы, нг/г	-
Олово, мкг/г	20	Хлорфенолы, нг/г	-
Барий, мкг/г	200	НУ (ТРНs), мкг/г	50



Свойства сточных вод

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ

СТОЧНЫЕ ВОДЫ – это питьевые и технические воды, использованные для бытовых и производственных нужд, дальнейшее использование которых невозможно по техническим условиям, либо нецелесообразно по технико-экономическим показателям



Классификация сточных вод по источнику происхождения:

1. Производственные сточные воды (ПСВ) – состав зависит от вида производства
 - 1.1. незагрязненные (условно чистые).
 - 1.2. загрязненные
2. Хозяйственно-бытовые сточные воды (ХБСВ)– это воды от санитарных узлов производственных и непроизводственных корпусов и зданий, душевых установок и т.п. Имеют относительно постоянный состав.
3. Атмосферные (ливневые) сточные воды (ЛСВ)-дождевые и талые. Эпизодичность.

КЛАССИФИКАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

по происхождению загрязнителей на:

- минеральные
- органические
- бактериально-биологические

по составу загрязнителей на:

- механическое
- химическое
- бактериальное и биологическое
- радиоактивное
- тепловое

по концентрации загрязняющих веществ:

- слабоконцентрированные 1—500 мг/л
- слабоконцентрированные 500—5000 мг/л
- высококонцентрированные 5000—30000 мг/л
- высококонцентрированные более 30000 мг/л

по химическим свойствам поллютантов:

- по кислотности:
- неагрессивные (рН 6,5—8)
- слабоагрессивные (слабощелочные рН 8-9 и слабокислые рН 6-7)
- сильноагрессивные (сильнощелочные рН>9, сильнокислые рН<6)

2. по токсическому действию и пр.

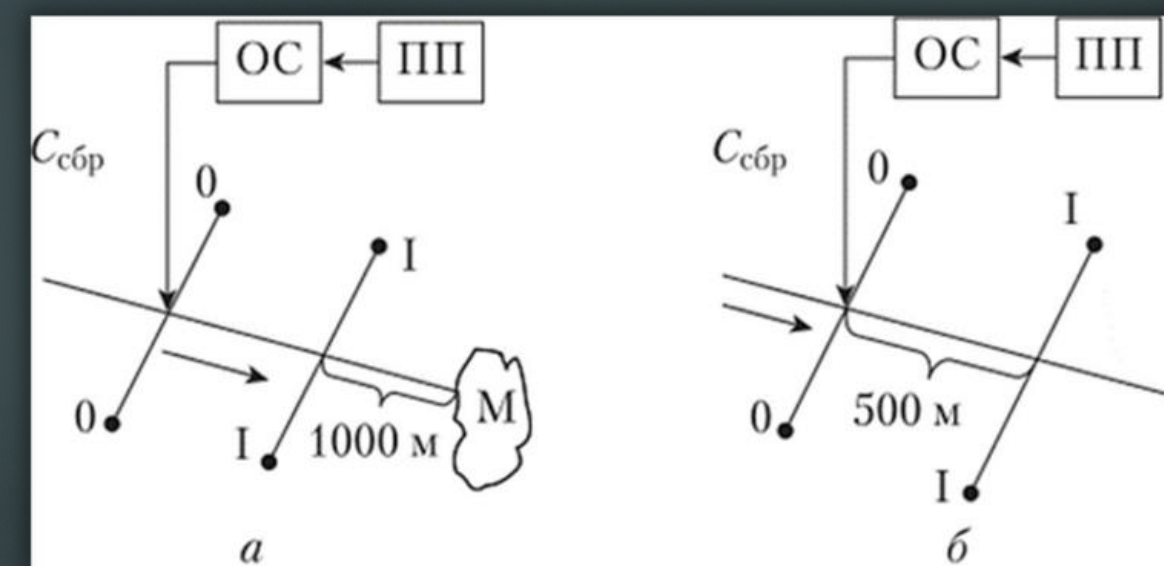
УСЛОВИЯ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМЫ

Сброс сточных вод не допускается:

- При размещении предприятия на маломощном водоеме, когда возможность разбавления в нем сточных вод и его самоочищение ограничено.
- При наличии в сточных водах высокотоксичных веществ, ПДК которых в водоеме чрезвычайно низки.
- Когда на водоеме расположены другие объекты, создающие в водоеме высокий уровень загрязнения.

ПРИКАЗ Минприроды от 29 декабря 2020 года
N1118 Об утверждении Методики разработки
нормативов допустимых сбросов загрязняющих
веществ в водные объекты для водопользователей
+ N 333 от 17.05.2021

Приказ Минприроды России (Министерства
природных ресурсов и экологии РФ) от 02 июня
2014 года №246



Фоновый створ устанавливают в 1 км выше первого источника загрязнения. Для рыбохозяйственных – 0,5 км.

НОРМАТИВЫ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ РАЗРАБАТЫВАЮТСЯ ДЛЯ:

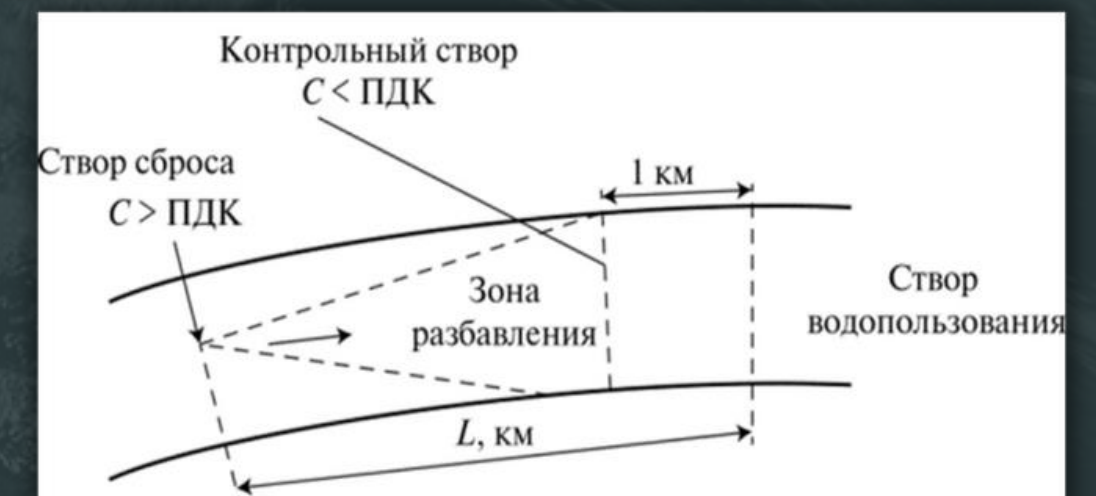
- привнос химических и взвешенных веществ;
- привнос радиоактивных веществ;
- привнос микроорганизмов;
- привнос тепла;
- брос воды;
- забор (изъятие) водных ресурсов;
- использование акватории водных объектов для строительства и размещения причалов, стационарных и (или) плавучих платформ
- изменение водного режима при использовании водных объектов для разведки и добычи полезных ископаемых.

Нормативы качества воды для поверхностных водных объектов устанавливаются исходя из:

- 1) отнесения водных объектов к определенным группам водных объектов: природным или водным объектам, созданным в результате деятельности человека;
- 2) происхождения загрязняющего вещества (ксенобиотики или двойного генезиса);
- 3) условий целевого использования водных объектов

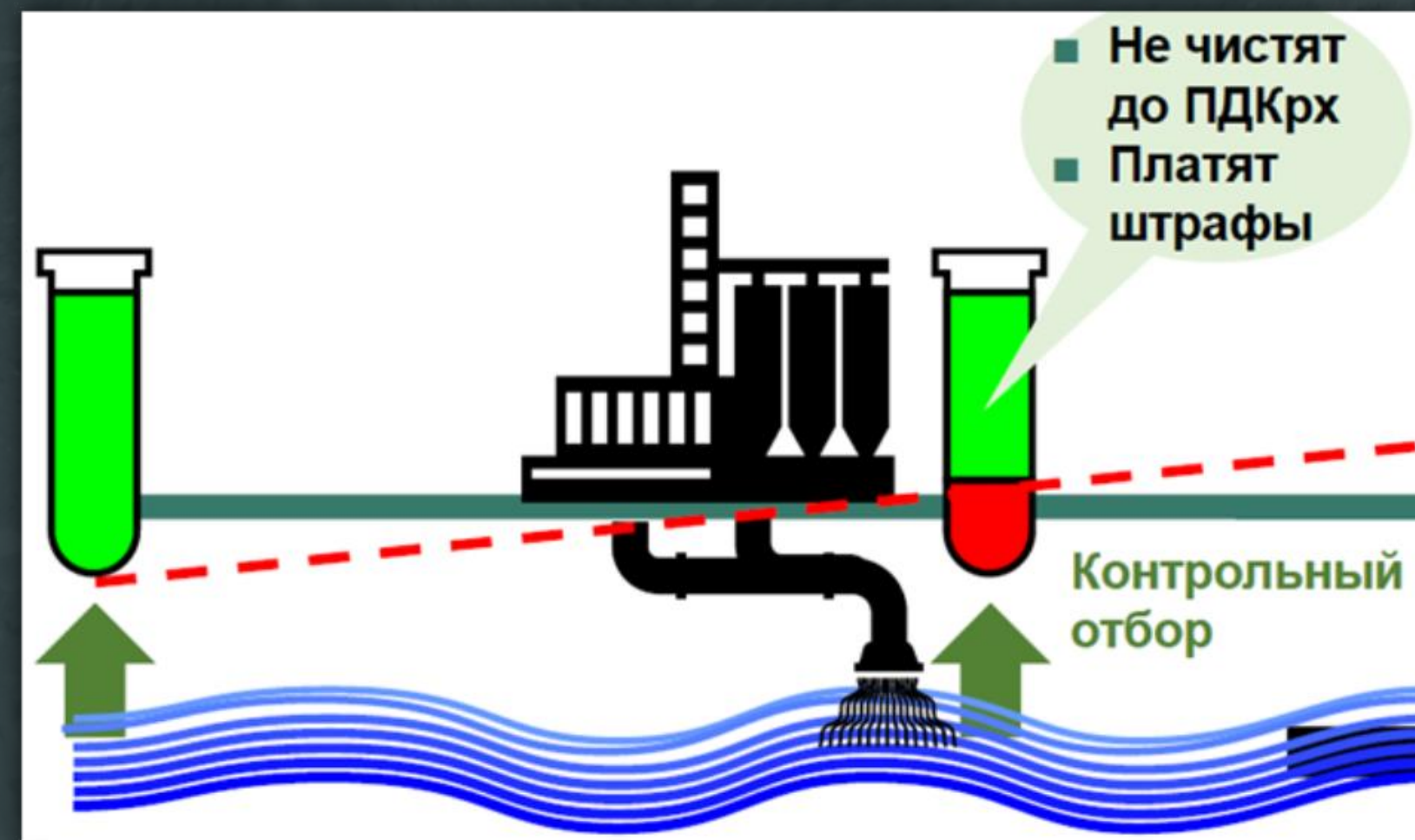
Приказ Минприроды от 12 декабря 2007 года N 328 Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты

Качественные и количественные показатели, обуславливающие изменение водного объекта



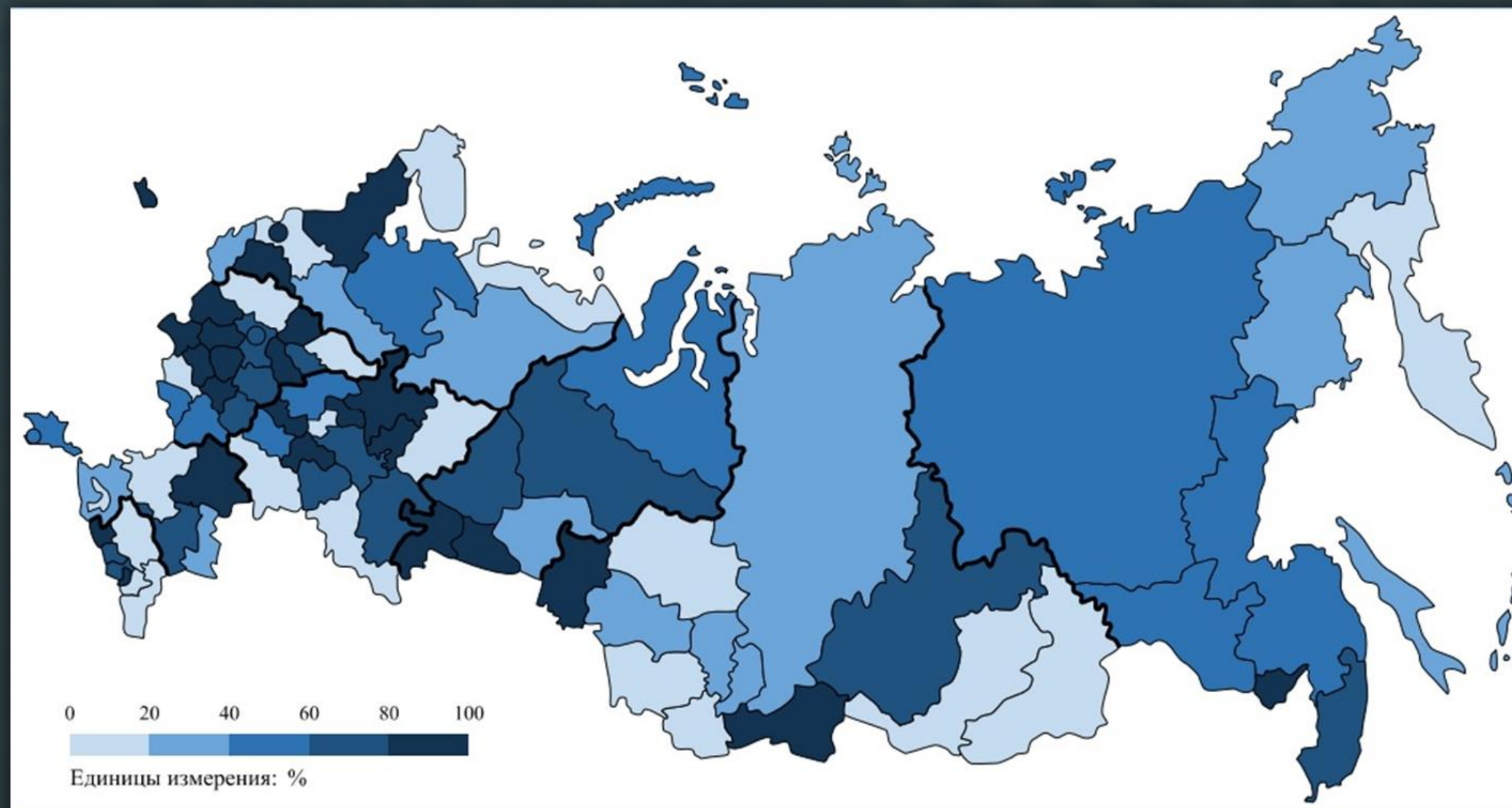
СНИЖЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗВ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Основной механизм снижения концентрации загрязняющего вещества при сбросе сточных вод в водные объекты — разбавление. Кратность разбавления зависит от коэффициента смешения (какая часть воды участвует в разбавлении), максимального расхода сточных вод и минимального расхода воды в контрольном створе



ИНТЕГРАЛЬНАЯ СХЕМА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ОТОБРАЖЕНИЕМ ДОЛИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Источник: государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды РФ



Доля загрязненных сточных вод в общем объеме водоотведения в поверхностные водные объекты

СВЕДЕНИЯ РОСВОДРЕСУРСОВ О МАССЕ СБРОСА НЕКОТОРЫХ ЗВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ РФ

Источник:
государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды РФ

Загрязняющие вещества	2010	2014	2015	2016	2017
▼ Показатели степени загрязнения сточных вод					
ХПК, т	309882	323266	316606	309072	306438
БПК полный, т	198219		148131	148962	138541
Сухой остаток, тыс. т	9479,6	6630	7707,6	6993,9	5654,9
Взвешенные вещества, т	275725	200330	190366	191551	188645
Нефть и нефтепродукты, т	2638,7	2044,4	2023,7	1918,8	1957,6
▼ Ионы тяжелых металлов					
Железо (Fe ²⁺ , Fe ³⁺) (все растворимые в воде формы), т	6482,81	2975,09	2560,48	2383,27	2137,02
Никель (Ni ²⁺), кг	37364,2	30940,7	28159,6	28339,3	22854,1
Марганец (Mn ²⁺), кг	525309	375690	327323	323668	241387
Медь (Cu ²⁺), кг	73876	51114	48173	32385	31272
Цинк (Zn ²⁺), кг	588679	404136	411080	365317	223024
Свинец (Pb) (все растворимые в воде формы), кг	8969	7608	5695	5102	6151,3
Ртуть (Hg ²⁺), кг	18,94	9,46	8,98	9,95	4,54
Хром (Cr ³⁺), кг	24849	11732	13088	13577	16353
Ванадий (V), кг	6801	3541	3437	2791	2245,7
ОП-10, СПАВ, смесь моно- и диалкилфеноловых эфиров полиэтиленгликоля, т	1841,9	1359,8	1390,5	1633,6	1785,2
Бензол, т	761,5	84,24	91,59	40,45	38,77
Фенол, кг	27991	17652	16110	18228	14287
Формальдегид, кг	105760,3	82180,2	82316,8	82922,4	85571,2
Жиры/масла (природного происхождения), т	4098,9	2168,9	2050	2147	1710,6

ОТСУТСТВИЕ ИЛИ НИЗКИЙ УРОВЕНЬ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Почему очистные сооружения не справляются?

- Необходимость в реконструкции
- Несоответствие реального объема и состава стока заявленному
- Залповые сбросы токсичных для биоценоза веществ
- Резкие изменения температуры и pH
- Медленный прирост активного ила



- Река нечистот из очистных сооружений между ЖК "Эко Видное" и "Видный Берег" впадает в реку Купелинка
- Домодедово сток



РЕЗУЛЬТАТ ПОСТУПЛЕНИЯ ПЕРЕИЗБЫТКА БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДОЕМЫ

Биогенные вещества

Кислород



Цветение водорослей

Высокое содержание водорослей

Прибрежная отмель

Подводный склон

Потребление кислорода

Массовые заморы рыб

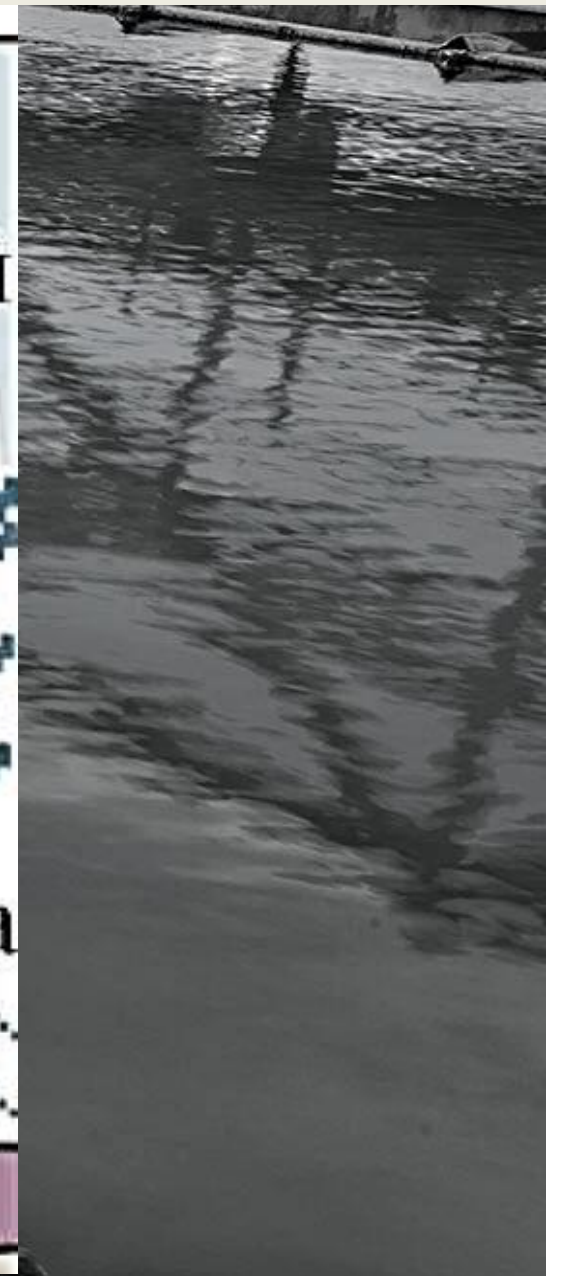
Разложение водорослей

Низкое содержание кислорода

Отложения

Сапропель

Развитие сине-зеленых водорослей, выделение цианотоксинов, увеличение потребления кислорода, ХПК↑

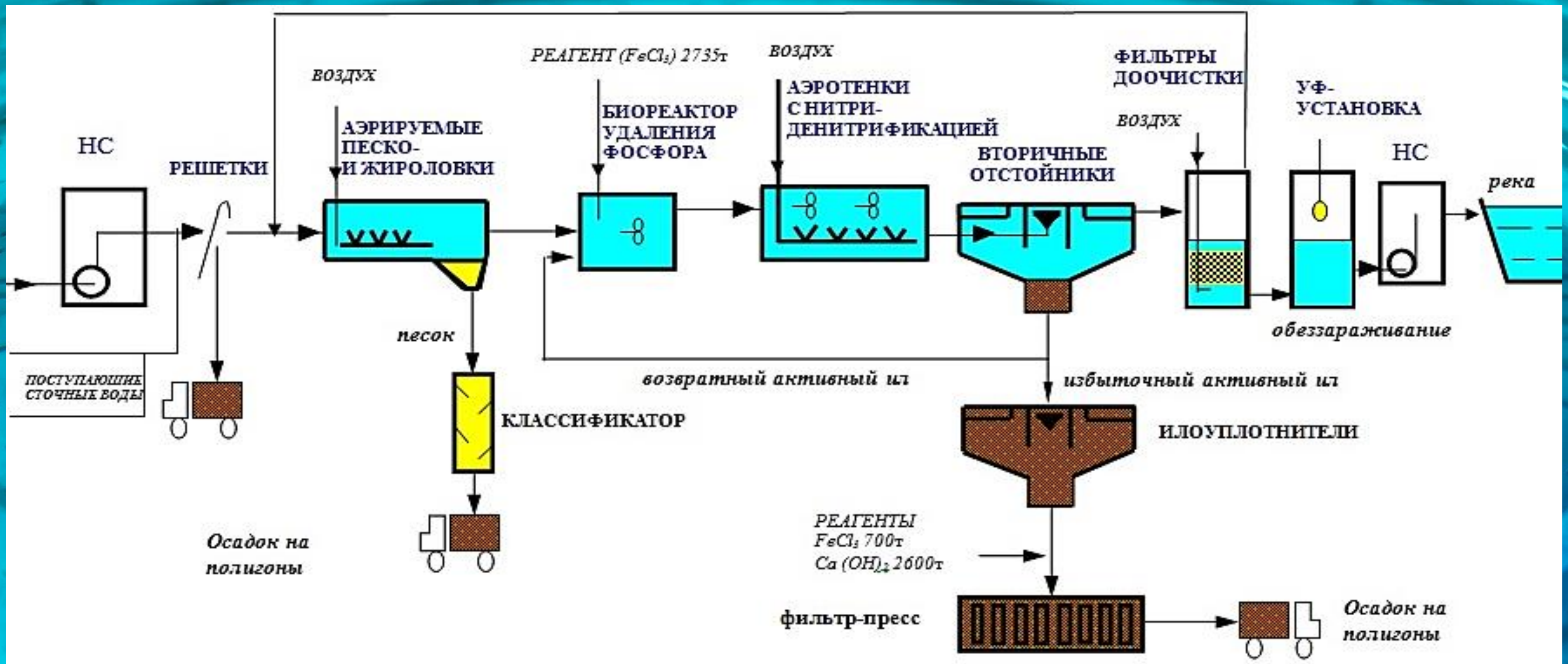


ЗАГРЯЗНЕНИЕ БАЙКАЛА



СХЕМА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ С АЭРОБНОЙ СТАБИЛИЗАЦИЕЙ ОСВ

Технологическая схема Южно-Бутовских очистных сооружений



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «ОЗДОРОВЛЕНИЕ ВОЛГИ»

ЦЕЛЬ: улучшение экологического состояния реки Волги и обеспечение устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса Нижней Волги

ПОКАЗАТЕЛИ:						
	Снижение объема отводимых в реку Волга загрязненных сточных вод	Прирост мощности очистных сооружений	Протяженность расчищенных мелиоративных каналов Нижней Волги	Протяженность восстановленных водных объектов Нижней Волги	Площадь восстановленных водных объектов Нижней Волги	Количество построенных, реконструированных водопропускных сооружений для улучшения водообмена в низовьях Волги
2020 ВЫПОЛНЕНО	—	—	34,8 ^{км}	44,9 ^{км}	8,1 ^{тыс.га}	10 ^{ед.}
ПЛАН	2,98 ^{км³ В ГОД}	0,19 ^{км³ В ГОД}	121,3 ^{км}	162,1 ^{км}	12,5 ^{тыс.га}	12 ^{ед.}

ЗАДАЧИ: СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ 78 ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В 14 СУБЪЕКТАХ РФ

- Сокращение объема сброса загрязненных сточных вод, отводимых в р. Волгу, на 0,19 куб. км в год

Нижегородская область

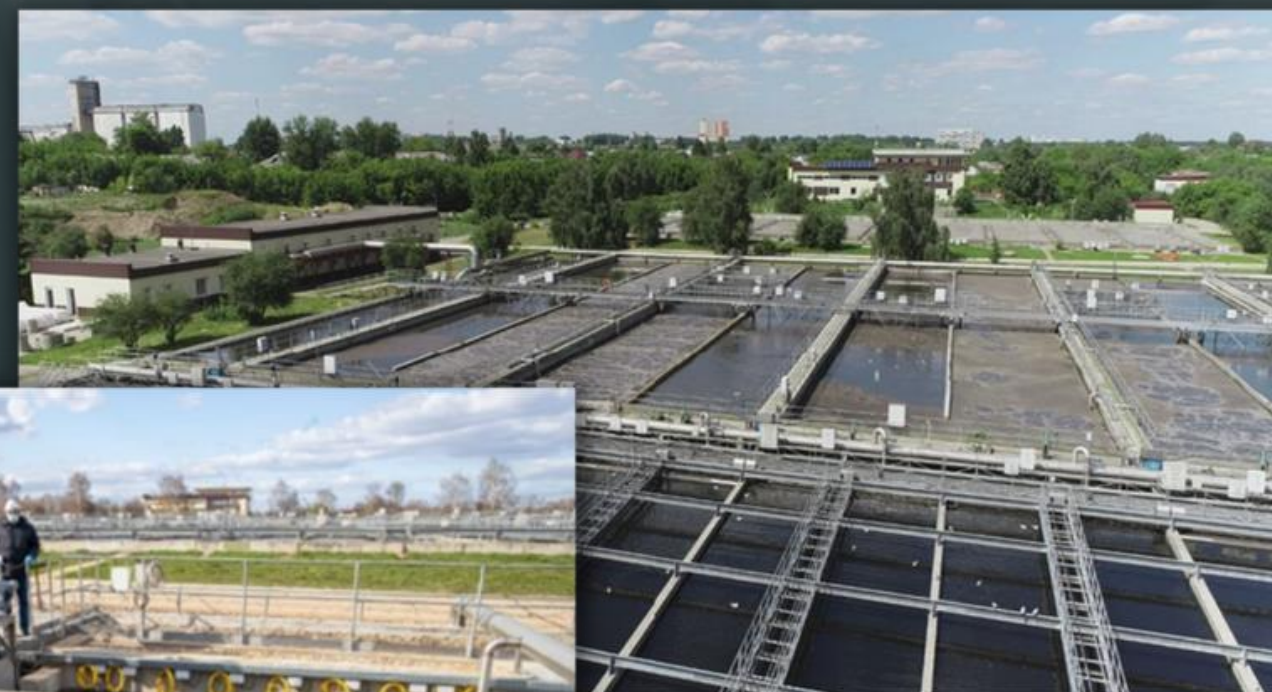


Реконструкция БОС
р.п. Досчатое



- Срок реализации: 2019-2020
- Стоимость: 552,5 млн. руб.
- Мощность: 0,007 куб. км/год

Реконструкция городских очистных сооружений г. Подольск



- Срок реализации: 2019-2021
- Стоимость: 1 083,8 млн. руб.
- Мощность: 0,055 куб. км/год

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ ОЗДОРОВЛЕНИЕ РЕКИ КАМА

РЕЗУЛЬТАТЫ К 2030 В ПЕРМСКОМ КРАЕ

строительство
модернизация
ликвидация
расчистка

янв.2024 – дек.2030



ФИНАНСИРОВАНИЕ: от **49** МЛРД.РУБЛЕЙ

- построено/реконструировано **47** очистных сооружений сточный вод
- приведено в нормативное состояние **475** км русел
- Отремонтировано и обустроено **15** км берегоукреплений
- поднято **33** затонувших судна
построено **10** судов, в т.ч. 6 экологических
- Строительство **4** портов
21 туристических причала
- ликвидировано **318** нефтяных скважин нераспределенного фонда недр
- рекультивировано **146** га и **1** свалка ТКО
- ликвидировано **2** ОНВОС и **19** изливов шахтных вод
- Проведено зарыбление территорий
Воссозданы уникальные экосистемы

ПУТИ РЕШЕНИЯ

- совершенствование технологии производства, направленное на сокращение водопотребления и сброса сточных вод в водоем;
- использование сточных вод в системах оборотного (замкнутого) водоснабжения; уменьшение степени загрязнения сточных вод;
- использование очищенных и обезвреженных городских сточных вод в технологическом водоснабжении предприятий;
- использования сточных вод данного предприятия для технического водоснабжения других предприятий;
- совместная очистка и обезвреживание сточных вод данного предприятия со сточными водами других предприятий и с городскими сточными водами;
- самостоятельная очистка и отведение сточных вод (локальные очистные сооружения).



Спасибо за внимание

Тимофеева Елена Александровна



<https://vk.com/helentimofeeva>