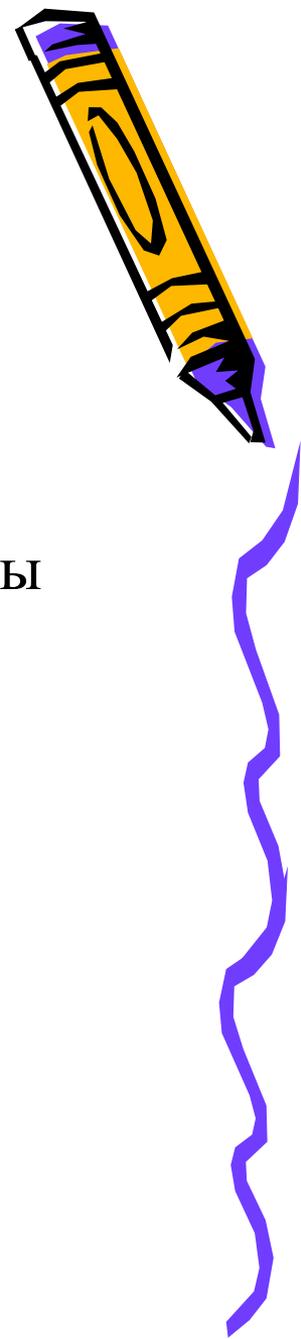


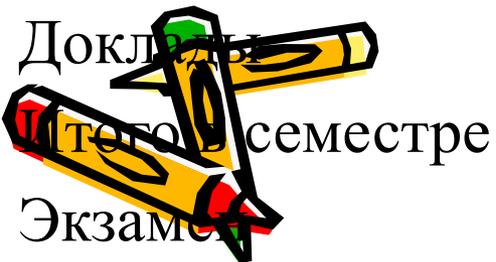
Геосферы планеты Земля и проблемы устойчивого развития

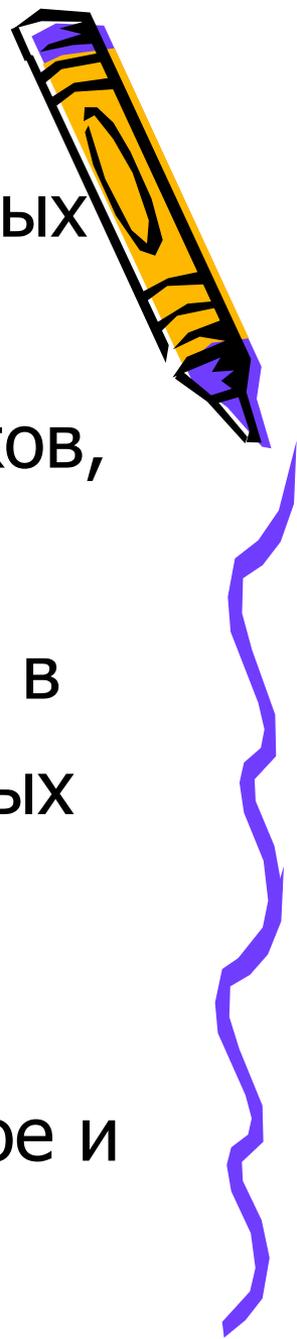
Гидросфера

Система контроля знаний



Виды работ	Баллы
1. Контрольные работы:	
Физико-химические процессы в гидросфере	10
Физико-химические процессы в почве	10
Зачетная контрольная работа	15
Контрольные по фильмам	10
Самостоятельная работа	5
Доклады	10
Итого за семестр	60
Экзамен	40





Гидросфера - водная оболочка Земли,
представляющая совокупность всех водных
объектов планеты:

океанов, морей, рек, озер, болот, ледников,
снежного покрова, подземных вод.

В состав гидросферы также входит вода в
атмосфере, почвенная влага и вода живых
организмов.

В гидросфере представлены основные
фазовые состояния воды - жидкое, твердое и
газообразное.



Границы гидросферы

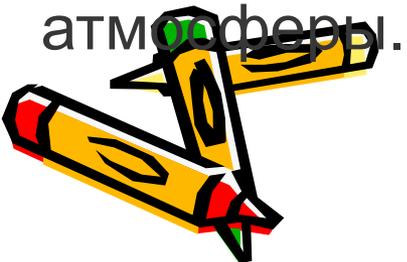
Воды Мирового океана охватывают территорию в 71% Земли.

Средняя глубина океана составляет 3800 метров, а максимальная – 11022 метра.

На суше расположены так называемые континентальные воды (поверхностные и подземные), которые обеспечивают всю жизнедеятельность биосферы, водоснабжение, обводнение и орошение.

Гидросфера имеет нижнюю и верхнюю границу в литосфере. Она проходит по так называемой поверхности Мохоровичича.

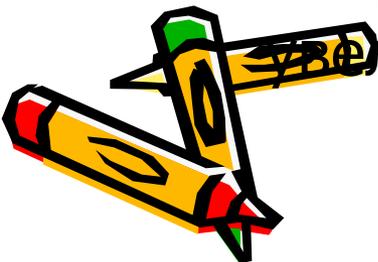
Верхняя граница располагается в верхних слоях атмосферы.



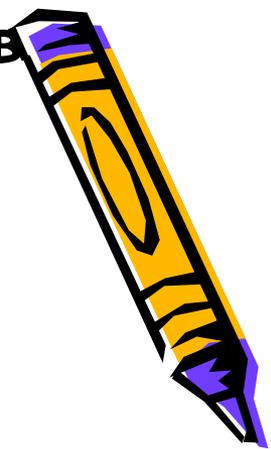
Вода - единственное химическое вещество, которое находится в природе в 3-х агрегатных состояниях.

Свойства воды, играющие важную роль в поддержании жизни на Земле:

- *Аномальный вид температурной зависимости плотности.* При 4⁰С плотность воды - **1 г/см³**. Плотность льда - **0,92 г/см³**, т.е. лед плавает на поверхности.
- Способствует сохранению жизни в водоемах зимой (теплопроводность льда очень маленькая)
- Вызывает эрозию. Вода проникает в микроскопические трещины, замерзает и увеличивает трещины



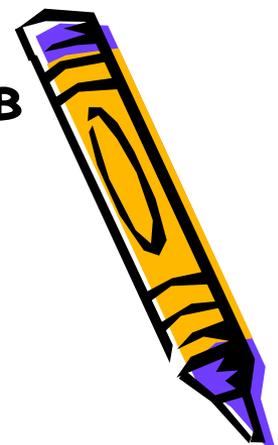
Свойства воды, играющие важную роль в поддержании жизни на Земле:



- **Высокая теплоемкость воды** (выше, чем у всех твердых и жидких веществ- за исключением аммиака и водорода) - океаны сглаживают колебания и перепад температуры воды от экватора до полюсов (разница до 30 градусов).



Свойства воды, играющие важную роль в поддержании жизни на Земле:



- **Высокая теплота плавления воды**, т.е. льда. Весна и осень на Земле - фазовый переход воды.

Сравнительно легко нагреваясь или охлаждаясь, вода, снег, лед для перехода в другое фазовое состояние требует значительных расходов энергии. Поэтому переходы растянуты во времени.



Свойства воды, играющие важную роль в поддержании жизни на Земле:

• ***Высокая теплота испарения***

Наибольшее значение теплоты испарения приводит к тому, что большая часть солнечной энергии, достигающей Земли, расходуется на испарение воды, препятствуя перегреву ее поверхности.

При конденсации паров воды в атмосфере происходит выделение этой энергии, которая может переходить в кинетическую энергию воздушных масс, вызывая ураганные ветры.

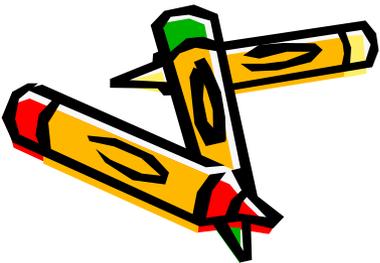
Свойства воды, играющие важную роль в поддержании жизни на Земле:



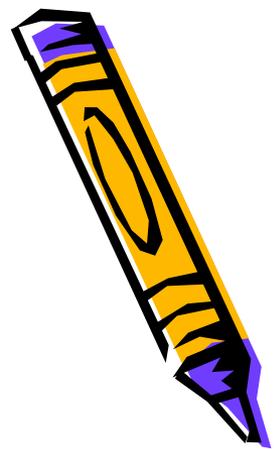
• **Поверхностное натяжение**

Максимальное, за исключением ртути, поверхностное натяжение воды приводит к появлению ряби и волн на водной поверхности уже при слабом ветре.

В результате этого резко возрастает площадь водной поверхности, и интенсифицируются процессы теплопередачи между атмосферой и гидросферой



Свойства воды, играющие важную роль в поддержании жизни на Земле:

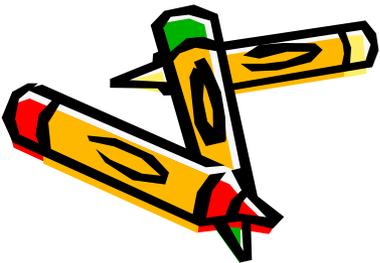


• **Диэлектрическая постоянная**

Диэлектрическая постоянная имеет аномально высокое значение.

Это определяет самую большую растворяющую способность воды по отношению к веществам с полярной и ионной структурой.

Поэтому в природе нет химически чистой воды, мы всегда имеем дело с ее растворами



Соленость, или общая минерализация

- Общая минерализация представляет собой суммарный количественный показатель содержания растворенных в воде веществ, которые находятся именно в виде солей.

К числу наиболее распространенных относятся неорганические соли

- бикарбонаты
- хлориды
- сульфаты кальция, магния, калия и натрия
- небольшое количество органических веществ, растворимых в воде

Классификация природных вод по величине их минерализации

Минерализация, г×л ⁻¹	Наименование вод
< 0,2	Ультрапресные
0,2 - 0,5	Пресные
0,5 - 0,1	С относительно повышенной минерализацией
1,0 - 3,0	Солоноватые
3,0 - 10,0	Соленые
10,0 - 35,0	С повышенной соленостью
35,0 - 50,0	Переходные к рассолам
50,0 - 400	Рассолы

Состав гидросферы



Мировые запасы воды

Вид природных вод	Объем, км ³	Доля воды в мировых запасах, %	
		от общих запасов воды	от запасов пресных вод
Мировой океан	1 338 000 000	96,5	-
Подземные воды	23 400 000	1,7	-
Преимущественно пресные подземные воды	10 530 000	0,76	30,1
Почвенная влага	165 000	0,001	0,05
Ледники и постоянно залегающий снежный покров	24 064 100	1,74	68,7
Запасы воды в озерах:			
пресных	91 000	0,007	0,26
соленых	85 400	0,006	-
Воды в руслах рек	2 120	0,0002	0,006
Вода в атмосфере	12 900	0,001	0,04
Общие запасы воды	1 385 984 610	100	-
Пресные воды	35 029 210	2,53	100

Использование водных ресурсов.



Глобальный кругооборот воды в природе

$$Q_{\text{испарения}} = Q_{\text{осадки}}$$

$$Q_{\text{испарения}} = Q_{\text{испарения океан}} + Q_{\text{испарения суша}}$$
$$520 \text{ тыс. км}^3 = 449 \text{ тыс. км}^3 + 71 \text{ тыс. км}^3$$

$$Q_{\text{осадки}} = Q_{\text{осадки океан}} + Q_{\text{осадки суша}}$$
$$520 \text{ тыс. км}^3 = 404 \text{ тыс. км}^3 + 116 \text{ тыс. км}^3$$

Океан
- 45 тыс. куб. км

Суша
+45 тыс. куб. км

■	Примерный расход воды в мире	
■	(тыс. км ³)	
■	Сельское хозяйство	7
■	Промышленность	1,7
■	Разбавление	
	сточных вод	9
■	В быту	0,6
■	Прочие	0,4
■	Подземный сток	13
■	Итого	31,7
■	Остаток	13,3

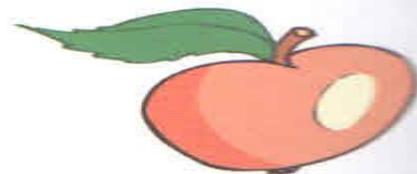
Чтобы получить то, что нам нужно, *потребуется:*



Одна чашка чая
35 литров воды



Один стакан молока
200 литров воды



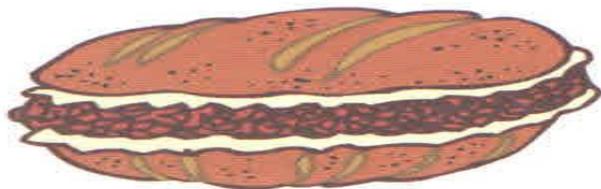
Одно яблоко
140 литров воды



Один пакет чипсов
285 литров воды



Одна хлопчатобумажная майка
2000 литров воды



Один гамбургер
2400 литров воды

Направления использования воды в производстве

для охлаждения

для нагревания

для промывки

для замачивания

для увлажнения

для
парообразования

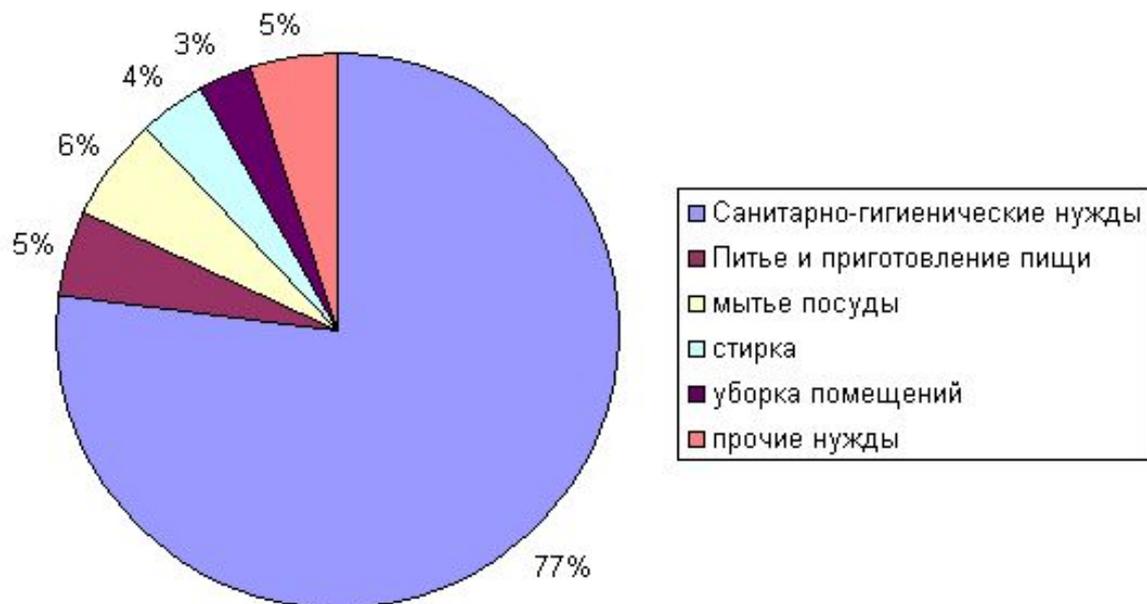
для
гидротранспорта

в составе
производимой
продукции

Охлаждает. Нагревает.
Увлажняет. Замачивает.
Парит. Промывает.
Транспортирует.



Структура потребления воды в коммунальном секторе



ванна	130 л
душ	19 л/мин
стиральная машина	72-170 л
мытьё посуды	
ручное	40 л
машина	46 л
смыв туалета	11 л

Средний состав природных вод

Компонент	Содержание основных компонентов, млн ⁻¹ (масс.)*		
	Воды мирового океана	Речная вода	Дождевая вода
Катионы:			
Na⁺	10560	5,8	1,1
Mg²⁺	1270	3,4	0,36
Ca²⁺	400	20	0,97
K⁺	380	2,1	0,26
Анионы:			
Cl⁻	18980	5,7	1,1
SO₄²⁻	2650	12	4,2
HCO₃⁻	140	35	1,2
Br⁻	65	-	-
F⁻	1		

Легко заметить, что для всех рассмотренных нами природных вод более 90% растворенных солей представлено одними и теми же анионами и катионами. Поэтому катионы



называют главными катионами, а анионы



главными анионами природных вод.

В океанической воде обнаружены практически все элементы, но содержание их весьма различно. На первые восемь элементов - кислород (85,7%), водород (10,8%), хлор (1,93%), натрий (1,03%), магний (0,13%), сера (0,09%), кальций (0,04%), калий (0,039%) - приходится 99,78% массы воды Мирового океана. Все остальные элементы в сумме составляют менее 0,3% от массы гидросферы.

Для выражения концентрации примеси в растворах, как и для газов используется понятие миллионной доли (млн^{-1} или в англоязычной транскрипции ppm), однако в случае растворов речь идет о массовой доле. Так 1 млн^{-1} (масс.) означает содержание 1г примеси в 1т раствора.

Уточнение (масс.) часто опускается.

Для измерения содержания главных компонентов и примесей в природных водах помимо отмеченных выше массовых концентраций (млн^{-1} , ‰, г/л и мг/л), часто используются такие единицы измерения как моль/л, мкг/л, мг-ЭКВ /л, ‰-ЭКВ.

Пример.

Выразите содержание главных катионов и главных анионов морской воды в промиллях и миллимолях на литр.

Для перевода концентрации, выраженной в млн^{-1} , в промилли необходимо лишь уменьшить исходную концентрацию в тысячу раз:

$$C \text{ (‰)} = C' \text{ (млн}^{-1}\text{)} * 10^{-3}.$$

Для выражения концентрации главных компонентов морской воды в миллимолях на литр:

$$C'' \text{ (моль/л)} = C \text{ (‰)} * \rho \text{ (кг/л)} * 1000 / (M.M)_{\text{иона}} \text{ (г/моль)}.$$

Содержание главных анионов и катионов в морской воде, выраженное в различных единицах концентрации.

Компонент	Содержание основных компонентов		
	млн ⁻¹	‰	ммоль/л*
<i>Катионы:</i>			
Na ⁺	10560	10,56	440,0
Mg ²⁺	1270	1,27	45,3
Ca ²⁺	400	0,40	10,0
K ⁺	380	0,38	9,7
<i>Анионы:</i>			
Cl ⁻	18980	18,98	534,6
SO ₄ ²⁻	2650	2,65	27,6
HCO ₃ ⁻	140	0,14	2,3

Для удобства представления химического состава природных вод принято использовать запись не в виде таблиц, а в виде формулы. В этом случае состав воды записывают в виде дроби. В числителе дроби в порядке уменьшения концентрации записывают химические формулы всех анионов, в знаменателе — всех катионов. В формулу вносятся лишь те катионы и анионы, содержание которых превышает 1 %-экв. Рядом с химическим символом иона цифрами записывают величину его концентрации, выраженную в проценто-эквивалентах. Слева перед дробью в виде химической формулы и цифры, характеризующей количество в мг/л, записывают содержание в воде растворимых примесей, а затем микроэлементов, если они представляют геохимический интерес. Далее следует значение округленной величины общей минерализации воды (М), выраженной в г/л и деленной на сумму ммоль-экв. анионов в растворе. Справа от формулы принято записывать показатели, характеризующие рН и окислительно-восстановительный потенциал воды (мВ), если они известны.

Пример .

Представьте средний состав морской воды, концентрация растворенного диоксида углерода в которой составляет 1000 мг/л, в виде формулы.

- Для решения задачи следует определить значение концентраций соответствующих примесей в воде в %-экв и записать состав в соответствии с принятыми правилами в виде дроби.
- Поскольку %-экв. определяют процентное содержание (долю) соответствующей примеси, выраженной в моль-экв./л или в ммоль-экв./л, от общей суммы моль-экв./л или ммоль — экв./л анионов или катионов, присутствующих в данном растворе, прежде всего необходимо выразить концентрации анионов и катионов в ммоль-экв./л и найти их суммы.

Для перевода концентраций в ммоль-экв/л необходимо разделить значение концентрации компонента, выраженные в ммоль/л, на соответствующий фактор эквивалентности.

$$C_i \text{ (ммоль-экв./л)} = C_i \text{ (ммоль/л)} / f$$

где: f – фактор эквивалентности, который равен $1/2$ для двух зарядных анионов и катионов и 1 для однозарядных ионов.

Для перевода концентраций в ммоль-экв/л необходимо умножить значение концентрации компонента, выраженные в ммоль/л, на соответствующий фактор эквивалентности.

$$C_i \text{ (ммоль-экв./л)} = C_i \text{ (ммоль/л)} / f$$

где: f – фактор эквивалентности, который равен $1/2$ для двух зарядных анионов и катионов и 1 для однозарядных ионов.

На следующем этапе определим суммарные концентрации анионов и катионов в ммоль-экв./л и процентное содержание каждого иона от соответствующей суммы. Полученные значения представляют собой концентрацию выраженную в %-экв.

Результаты вычислений для анионов и катионов морской воды представлены в таблице.

Компонент	Содержание основных компонентов			
	ммоль/л	ммоль-экв/л	%-экв.	г/л
<i>Катионы:</i>				
Na ⁺	440,0	440,0	78,5	10,12
Mg ²⁺	45,3	90,6	16,2	1,09
Ca ²⁺	10,0	20,0	3,6	0,40
K ⁺	9,7	9,7	1,7	0,39
Сумма катионов:		560,3	100	12,0

Анионы:

Cl ⁻	534,6	534,6	90,3	18,98
SO ₄ ²⁻	27,6	55,2	9,3	2,65
HCO ₃ ⁻	2,3	2,3	0,4	0,14
Сумма анионов		592,1	100	21,77

Значение минерализации воды можно принять равным сумме концентраций примесей, выраженных в г/л. Для определения концентрации примесей в г/л следует умножить соответствующее значение, выраженное в ммоль/л, на молярную массу и разделить на тысячу:

$$C_i \text{ (г/л)} = C_i \text{ (ммоль/л)} * (M.M)_{i\text{-иона}} / 1000$$

Величина минерализации воды в рассматриваемом случае, при округлении до целого грамма, равна 3.

В соответствии с требованиями записи в виде формулы состав морской воды можно представить в виде дроби, в числителе которой в порядке уменьшения концентрации запишем химические символы всех анионов, кроме HCO_3^- , в знаменателе – всех катионов, представленных в таблице, поскольку их содержание превышает 1 %-экв. Рядом с химическим символом иона цифрами записывают величину его концентрации, выраженную в проценто-эквивалентах. Слева перед дробью в виде химической формулы и цифры, характеризующей концентрацию в мг/л, записывают содержание в воде диоксида углерода (см. условия задачи). Далее округленная величина общей минерализации воды (М), выраженная в г/л и деленная на сумму ммоль-экв. анионов в растворе.

Состав данной воды можно представить в следующем виде:



Закон Дитмара

В воде открытого океана независимо от абсолютной концентрации количественные соотношения между главными компонентами основного солевого состава всегда постоянны. В воде открытого океана независимо от абсолютной концентрации количественные соотношения между главными компонентами основного солевого состава всегда постоянны.

Под “хлорностью” воды подразумевают число граммов ионов хлора, эквивалентное сумме галогенов, осаждаемых азотнокислым серебром, содержащееся в 1 кг воды. В качестве единиц измерения хлорности принято использовать промилли (‰) определяющие количество граммов на килограмм раствора.

Формирования состава природных вод

По характеру воздействия:

- Физико-географические (рельеф, климат и т.п.);
- Геологические (вид горных пород, гидрогеологические условия);
- Биологические (деятельность живых организмов);
- Антропогенные (состав сточных вод, состав твердых отходов);
- Физико-химические (химические свойства соединений, кислотно-основные и окислительно-восстановительные условия и др.).

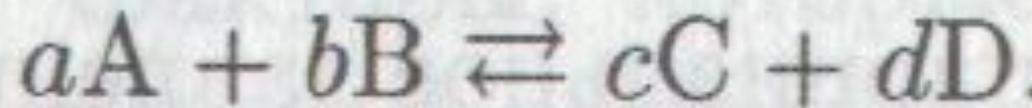
Процессы растворения газов в природных водах

Закон Генри

$$[C_{i,p-r}] = K_{Gi} * P_i$$

где $C_{i,p-r}$ – концентрация i газа в растворе (моль/л); K_{Gi} – константа Генри, для данной температуры раствора (моль/л*Па или моль/л*атм); P_i – парциальное давление i газа в газовой смеси, находящейся в равновесии с раствором (Па или атм.).

Процессы растворения твердых веществ



$$K_{\text{реакц}} = (a_C^c a_D^d) / (a_A^a a_B^b)$$

$$\lg K_{\text{реакц}}^{\circ} = -\Delta G_{\text{реакц}}^{\circ} / (2,3RT^{\circ})$$

Для большинства реакций растворения, протекающих в природных условиях $\Delta H_{\text{реакц}}$ меняется в пределах от -20 до $+20$ кДж/моль. При таких изменениях энтальпии реакции, для температуры равной 338 К, которая представляется максимальной для большинства поверхностных вод, логарифм отношения констант равновесия будет изменяться примерно от -4 до $+4$:

$$\lg K_{338} / K^0 \sim \pm 4.$$

Таким образом, для большинства реакций растворения, протекающих в поверхностных водах, максимальное изменение константы равновесия может составлять от $0,4$ до $2,5$ от соответствующего значения K^0 :

$$0,4K^0 < K_{338} < 2,5K^0$$

$$\lg \frac{K_1}{K^\circ} = \frac{\Delta H_{\text{реакц}}}{2,3 R} \left(\frac{1}{T^\circ} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$-4 \leq \lg(K_{338}/K^\circ) \leq +4$$

$$0,4K^\circ \leq K_{338} \leq 2,5K^\circ$$

«Главные» растворимые минералы

- Галит – NaCl (KCl)
 - Гипс - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
 - Кальцит – CaCO_3
 - Доломит – $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
-
- Галит – высокая минерализация
 - Гипс – минерализация 2-3 г/л (в смеси с NaCl) до 7 г/л
 - Кальцит – в отсутствии CO_2 13 мг/л, в присутствии CO_2 до 1 г/л

Жесткость природных вод

Жесткостью воды называется свойство воды, обусловленное содержанием в ней ионов кальция и магния.

$$Ж = [Ca^{2+}] * f_{(Ca)} / M_{(Ca)} + [Mg^{2+}] * f_{(Mg)} / M_{(Mg)}$$

$$Ж = [Ca^{2+}] / 20,04 + [Mg^{2+}] / 12,156$$

[Ca²⁺] и [Mg²⁺] в мг/л

Ж – моль/куб. м

По величине общей жесткости природные воды
принято делить на ряд групп:

вода очень мягкая - $Ж < 1,5$ моль/куб.м;

вода мягкая - $1,5$ моль/куб.м $< Ж < 3,0$ моль/куб.м;

вода средней жесткости - моль/куб.м $< Ж < 5,4$ моль/куб.м;

вода жесткая - $5,4$ моль/куб.м $< Ж < 10,7$ моль/куб.м;

вода очень жесткая - $10,7$ моль/куб.м $< Ж$.

Немецкий градус жесткости соответствует содержанию в воде 10, 0 мг/л CaO.

Один Французский градус жесткости соответствует содержанию в воде 10 мг/л CaCO₃.

Один американский градус жесткости соответствует содержанию в воде 1 мг/л CaCO₃.

1моль/куб.м = 2,804 Немецких градуса жесткости;

1моль/куб.м = 5,005 Французских градуса жесткости;

1моль/куб.м = 50,050 Американских градусов жесткости.

Растворимость карбонатов и pH подземных и поверхностных природных вод

При равновесии с карбонатными породами pH поверхностных вод должен составлять

$$\text{pH}=8,3$$

Процесс непосредственного растворения карбоната кальция по уравнению:



$$\left\{ \begin{array}{l} a_{\text{CO}_2(\text{p-p})} = K_{\Gamma(\text{CO}_2)} P_{\text{CO}_2} \\ K_1 = a_{\text{H}^+} a_{\text{HCO}_3^-} / a_{\text{CO}_2(\text{p-p})} \\ K_2 = a_{\text{H}^+} a_{\text{CO}_3^{2-}} / a_{\text{HCO}_3^-} \\ K_{\text{CaCO}_3} = a_{\text{Ca}^{2+}} a_{\text{CO}_3^{2-}} \\ a_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{1}{2} a_{\text{HCO}_3^-} \frac{\gamma_{\text{Ca}^{2+}}}{\gamma_{\text{HCO}_3^-}} \end{array} \right.$$

$$a_{\text{H}^+} = P_{\text{CO}_2}^2 \frac{K_1^2 K_{\Gamma(\text{CO}_2)}^2 K_2}{2K_{\text{CaCO}_3}} \frac{\gamma_{\text{Ca}^{2+}}}{\gamma_{\text{HCO}_3^-}}$$

$$[\text{Ca}^{2+}]^3 = P_{\text{CO}_2} \frac{K_1 K_{\text{CaCO}_3} K_{\Gamma(\text{CO}_2)}}{4K_2 \gamma_{\text{Ca}^{2+}} \gamma_{\text{HCO}_3^-}^2}$$

Щелочность природных вод

Одной из важнейших особенностей большинства природных вод является способность нейтрализовать ионы водорода.

Эта способность называется щелочностью воды и определяется экспериментально при титровании пробы воды сильной кислотой, обычно HCl, в присутствии фенолфталеина (pH перехода окраски 8,3) и затем метилоранжа (pH перехода

окраски 4,5)

$$\text{Щ} = [\text{HCO}_3^-] + 2 [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] \text{ (моль/л)}$$

Основными компонентами, ответственными за процессы связывания ионов водорода, в большинстве природных вод являются ионы



Процессы закисления поверхностных водоемов

Первый этап.

Щ=0,1 ммоль/л Обычно рН =7-8.

В период интенсивного поступления кислых дождей рН снижается до рН = 5,5

С прекращением интенсивного поступления кислых осадков водоем переходит в обычное состояние, рН поднимается до первоначальных значений.

Второй этап

Щ – менее 0,1 ммоль/л

рН воды обычно не поднимается выше 5,5 в течение всего года (отсутствует контакт с карбонатными породами);

О таких водоемах обычно говорят как об умеренно кислых.

Процессы закисления поверхностных водоемов

Третий этап закисления

$\Sigma = 0$; рН водоемов стабилизируется на значениях $\text{pH} < 5$ (обычно $\text{pH} = 4,5$), даже если атмосферные осадки имеют более высокие значения рН. Это связано с присутствием гумусовых веществ и соединений алюминия в водоемах и почвенном слое. Гумусовые соединения в основном представлены в водоемах растворами слабых органических кислот, имеющими $\text{pH} < 5$. Связывая или выделяя ионы H^+ , эти кислоты стабилизируют значение рН в водоеме.

Интегральная характеристика загрязненности

- а) **Химическая потребность в кислороде**

Это количество кислорода, необходимое для окисления примесей в 1 литре сточной воды, когда окисление происходит химическим путем.

Для определения ХПК проводят окисление примесей перманганатом калия (KMnO_4) при нагревании, затем количество перманганата, израсходованного на окисление, пересчитывают на количество кислорода.

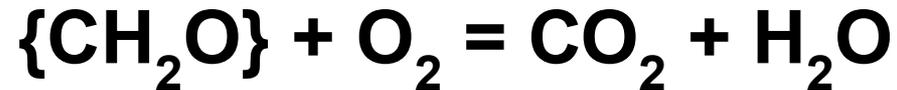
В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования величина ХПК не должна превышать $15 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

Интегральная характеристика загрязненности

- **б) Биологическая потребность в кислороде**

Это количество кислорода, необходимое для окисления примесей в 1 литре сточной воды, когда окисление происходит биологическим путем, за счет деятельности микроорганизмов.

Процесс окисления органического вещества общей формулой $\{CH_2O\}$ можно представить следующим уравнением реакции:



- В связи с отсутствием, по условию примера, дополнительного поступления кислорода, максимальное количество органического вещества, которое может быть окислено в воде будет определяться содержанием кислорода в воде, которое будет соответствовать условиям равновесия с воздухом, устанавливаемым до начала процесса окисления. При равновесии приземным воздухом это количество составит

$$[C(\text{кисл.})] = K_{г(\text{кисл.})} * P_{(\text{кисл.})} = 8,3 \text{ мг/л}$$

СТРАТИФИКАЦИЯ ВОДОЕМОВ

- Разделение водоема на слои при температурной стратификации
- Верхний слой

ЭПИЛИМНИОН

Средний слой

Зона термоклина

Нижний слой

ГИПОЛИМНИОН

Эфтрофикация (эвтрофикация) водоемов.

- повышение биологической продуктивности водных экосистем в результате накопления в воде биогенных элементов естественного или антропогенного происхождения.

Обогащение водоема биогенными элементами (N, P и др.), поступающими со сточными водами, а также с поверхностным стоком с удобряемых полей, приводит к “цветению” воды и к резкому ухудшению ее качества.

БИОГЕНЫ - нитрат, фосфат, калий - ионы:

- Удобрения
- Отходы животноводства
- Отходы человека
- Фосфат-содержащие моющие средства.



ФОТОСИНТЕЗ В ВОДОЕМЕ



ОКИСЛЕНИЕ МЕРТВОЙ ОРГАНИКИ

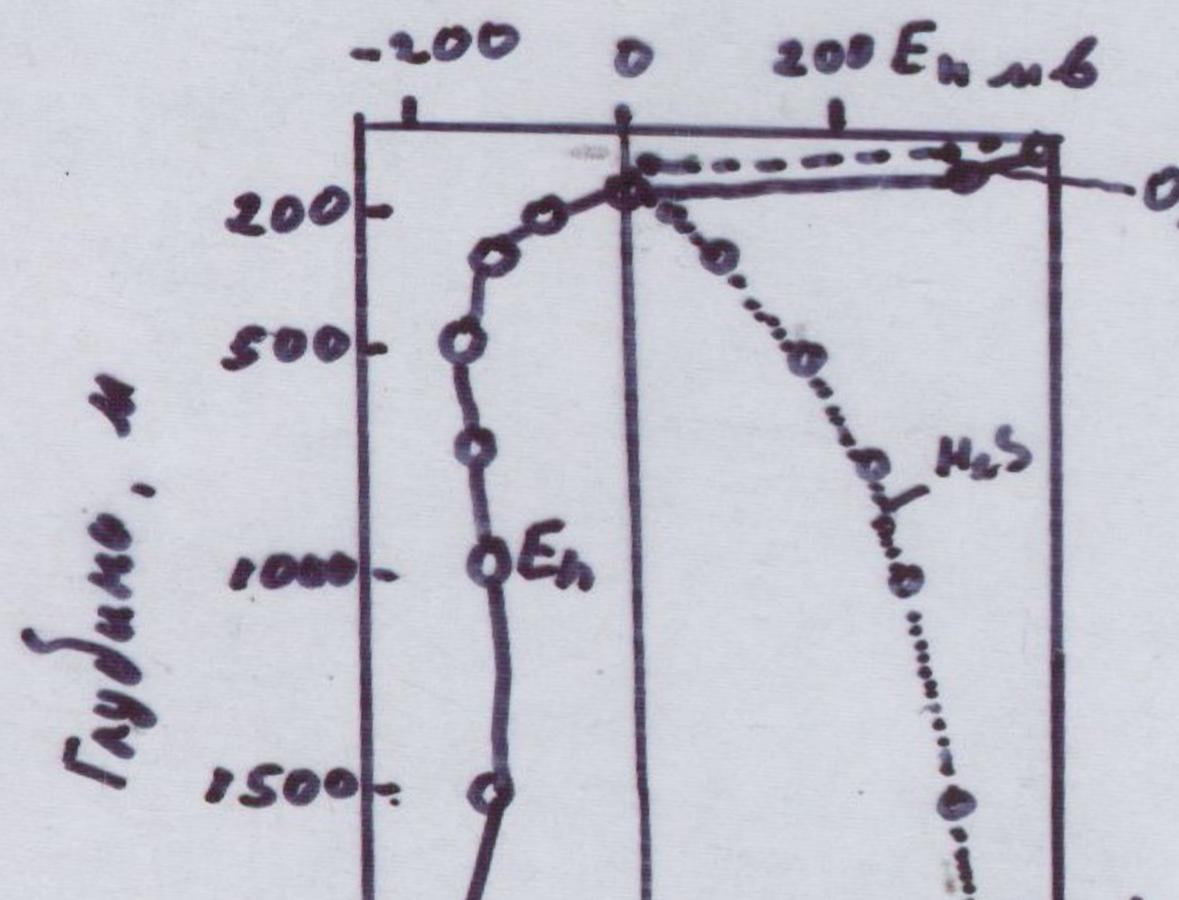
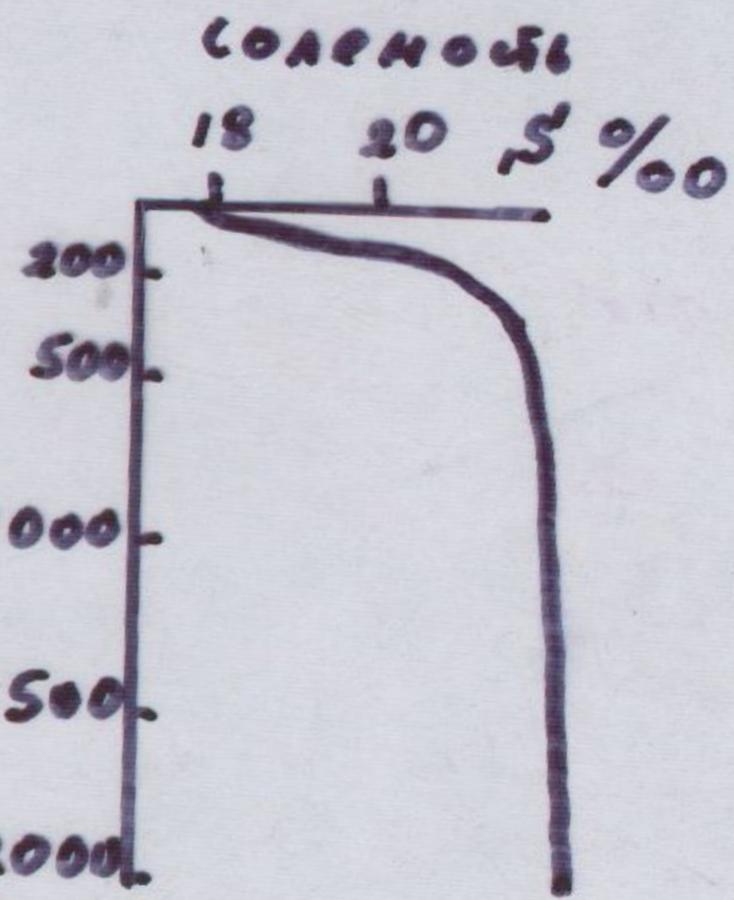
1 молекула фитопланктона

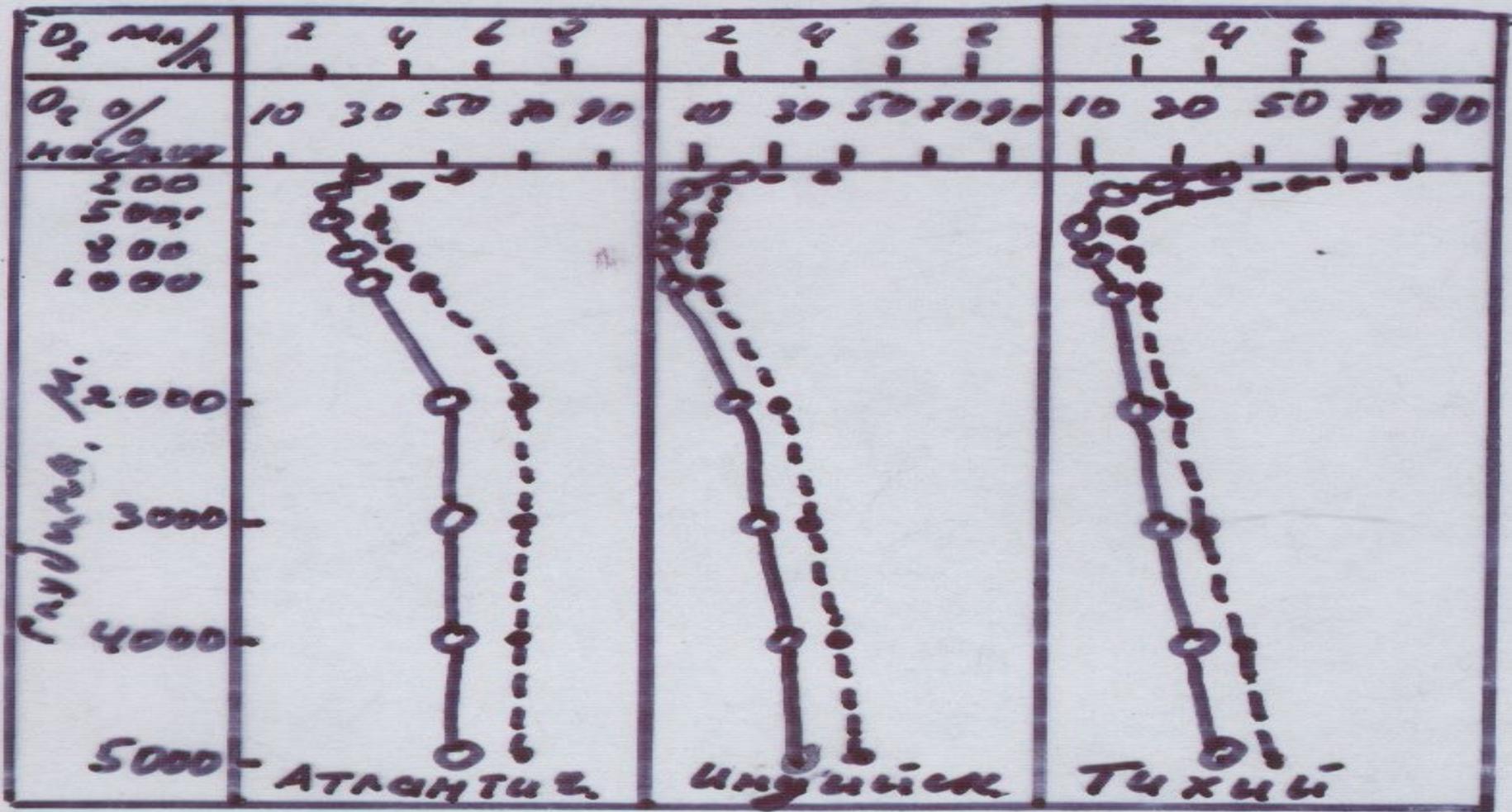


Окислительно-восстановительные процессы в гидросфере

Окислительно-восстановительные реакции исключительно важную роль в описании процессов протекающих в природных водоемах. Предыстория и качество природных вод в значительной степени зависят от вида окислительно-восстановительных реакций, их кинетических характеристик и величины окислительно-восстановительного потенциала, который соответствовал бы данной системе при установлении равновесия.

Вертикальное распределение а) сол
ности и б) E_h , O_2 и H_2S в Черном море



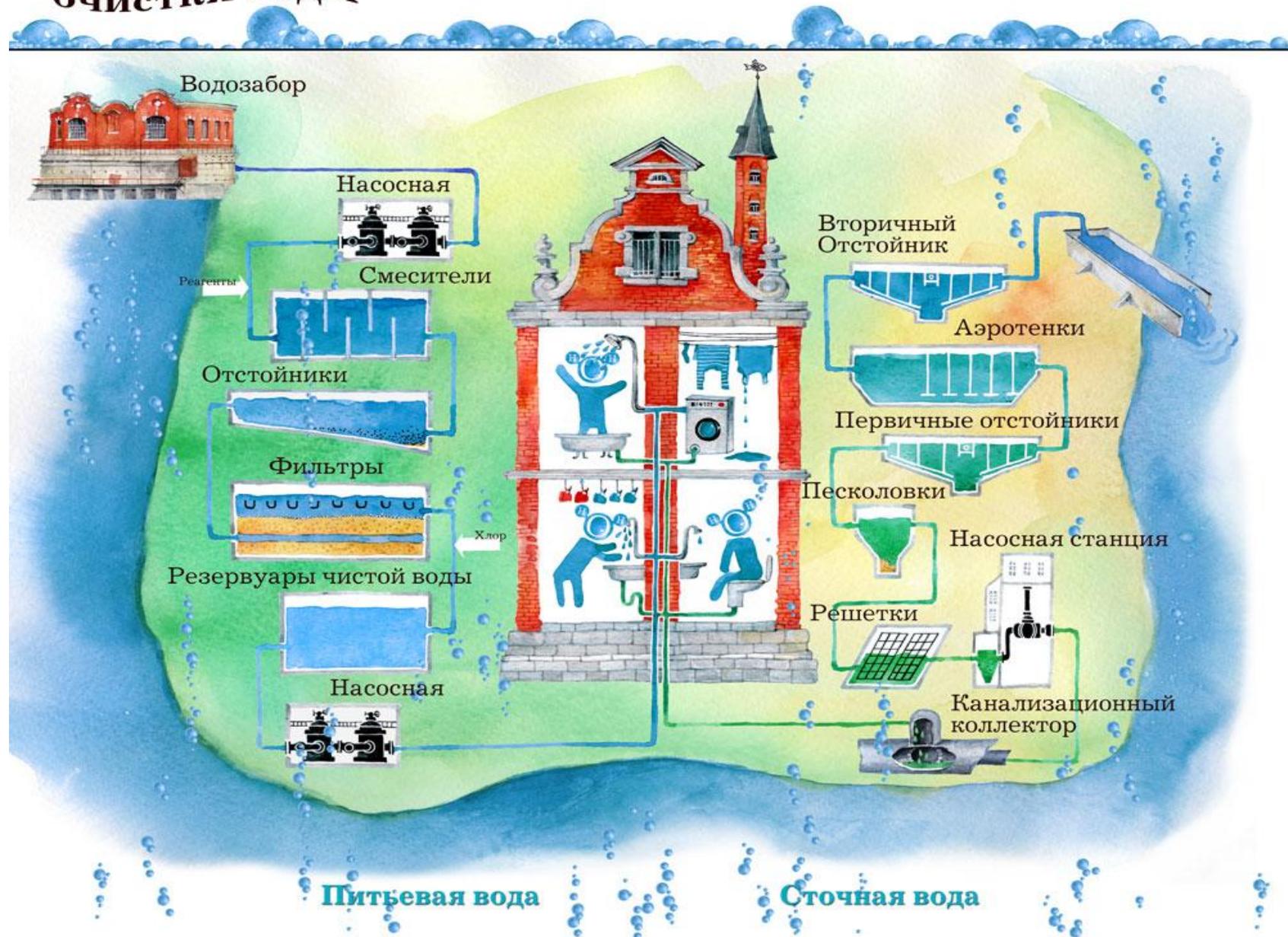


Содержание и растворимость кислорода в экваториальных водах по разрезам в пределах 0-100 с. ш.

— о — мл O₂/л

● - - - ● в % от насыщенности

Схема очистки ВОДЫ



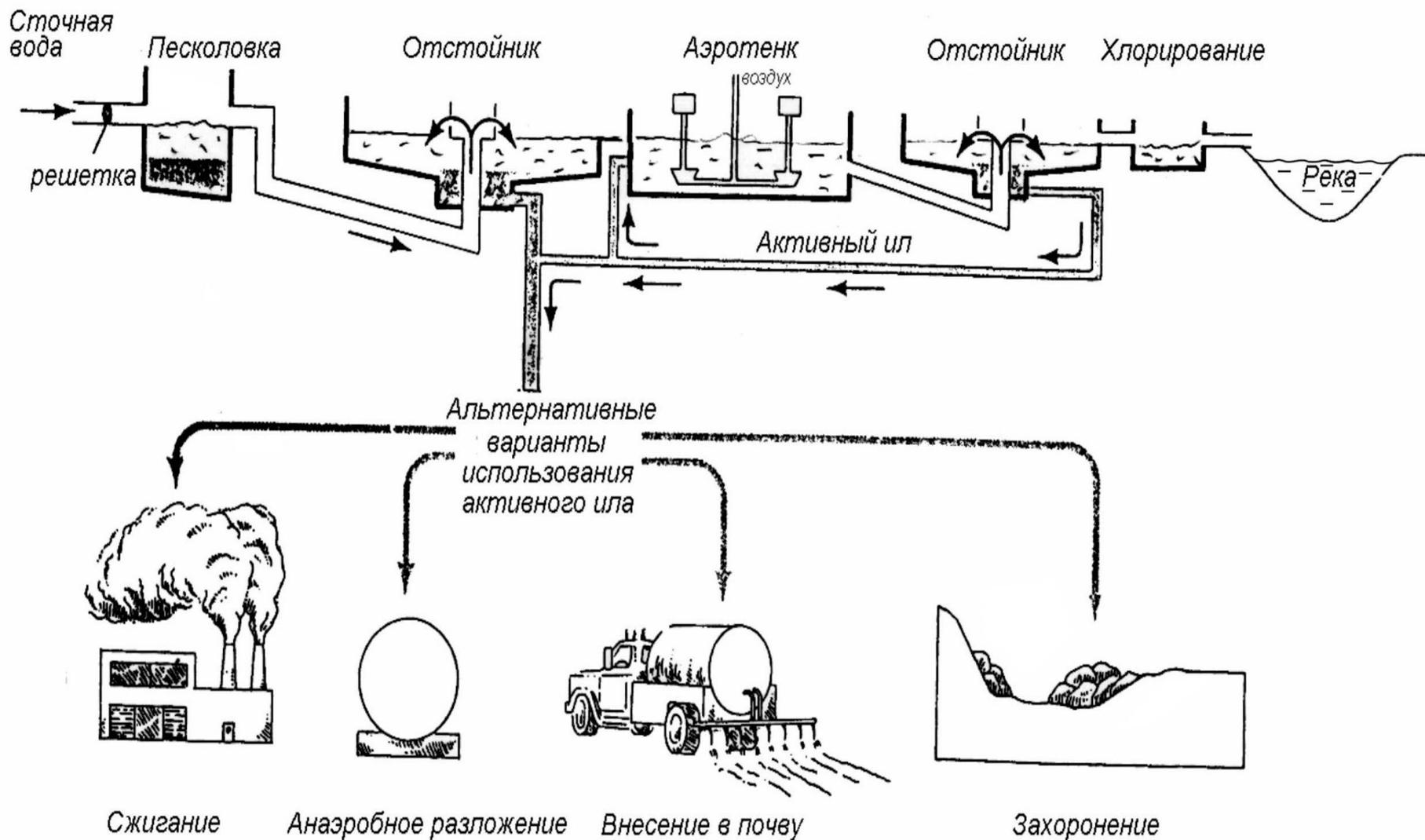


Рис...Общая схема очистки городских сточных вод.

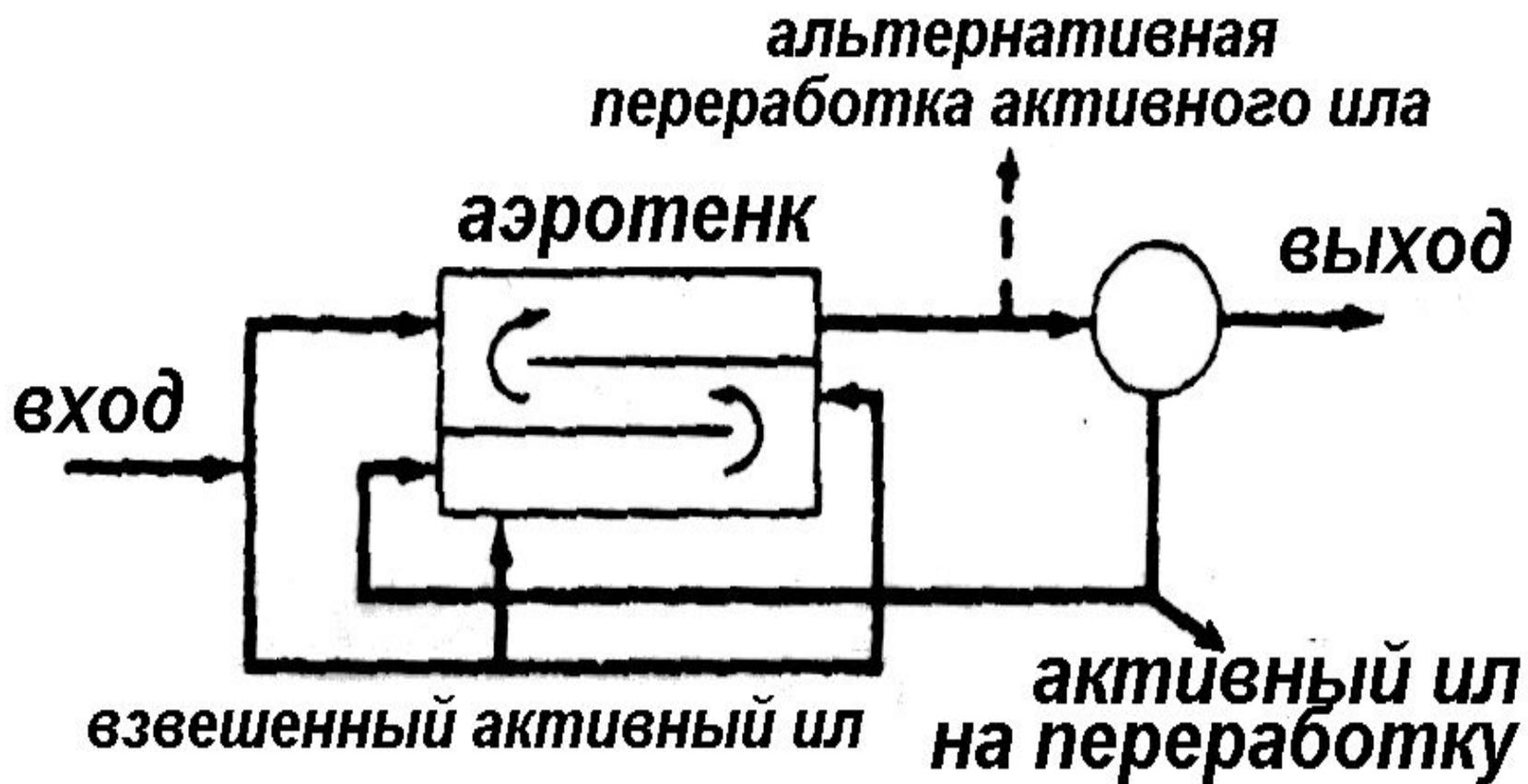


Рис...Схема трёхкоридорного аэротенка.

Очистка от органических веществ

Аэробный процесс

Для жизнедеятельности живых организмов необходимо поддерживать соответствующие условия:

- температура процесса 20-30 °С;
- рН среды 6,5-7,5;
- соотношение биогенных элементов $\text{БПК}_{\text{II}} : \text{N} : \text{P}$ не более 100:5:1;
- кислородный режим - не ниже 2 мгО₂/л;
- содержание токсичных веществ не выше:
 - ✓ тетраэтилсвинца - 0,001 мг/л,
 - ✓ соединений бериллия, титана, шестивалентного хрома и оксида углерода - 0,01 мг/л,
 - ✓ соединений висмута, ванадия, кадмия и никеля - 0,1 мг/л,
 - ✓ сульфата меди - 0,2 мг/л,
 - ✓ цианистого калия - 2 мг/л и т.д.

Анаэробный процесс

В этом случае происходит биологическое окисление органических веществ в отсутствие свободного кислорода.

Процесс протекает с образованием метана и CO_2

Основные технологические параметры процесса:

- температура - 50-60 °C;
- pH от 6,7 до 7,4 (повышение pH вызывает снижение скорости процесса брожения, а при pH выше 8 оно прекращается);
- концентрация органических веществ (по БПК) обычно выше 5000 мг O_2 /л, однако при высокой концентрации микроорганизмов (1-3%) анаэробный процесс протекает и при более низком содержании органических веществ - вплоть до 1000 мг O_2 /л;
- микробы чувствительны к наличию некоторых соединений, особенно пероксидов и хлор- и серосодержащих производных, поэтому в ряде случаев их приходится предварительно удалять.