



Гидрохимия.

Вода.

П.Н.Маккавеев

Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН

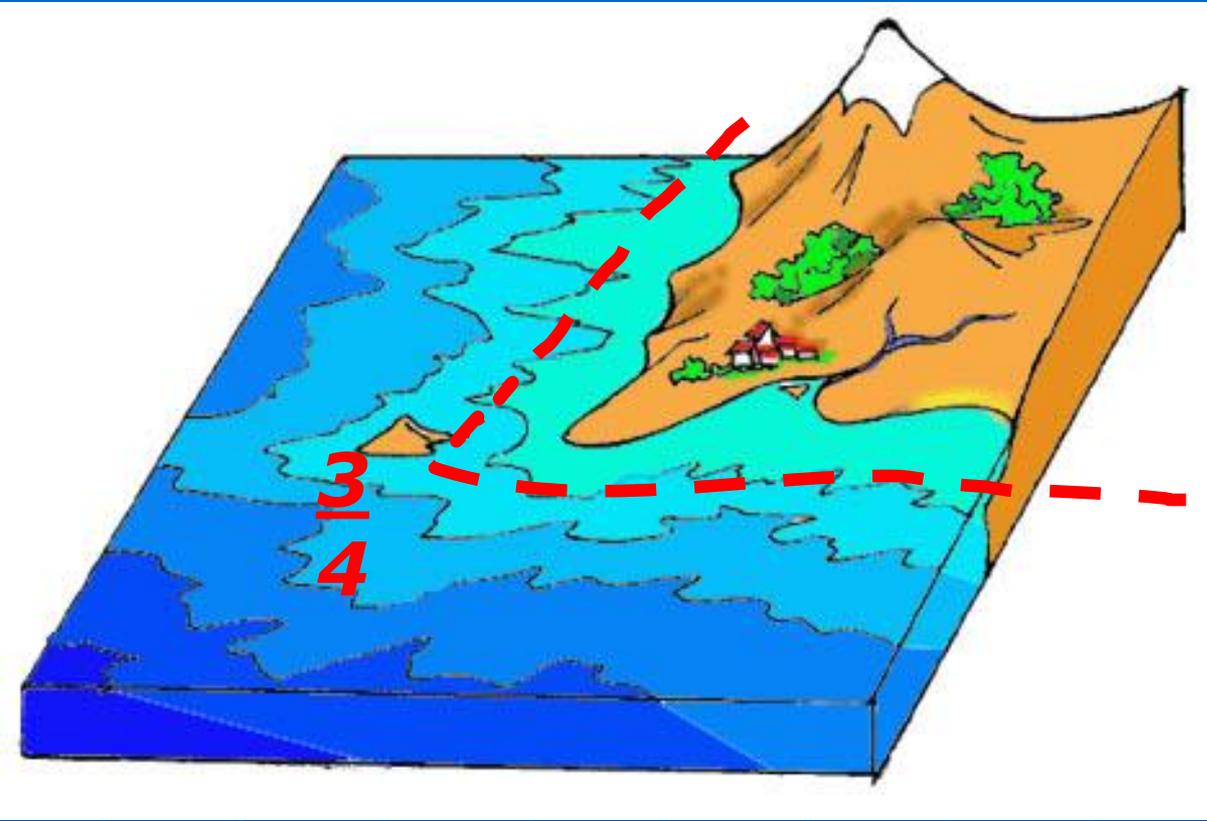
«Земля же была безвидна и пуста и дух Божий носился над водою»

Ветхий завет, книга Бытия

«Неужели неверующие не верят, что небеса и земля были единым целым и что мы разделили их и сотворили всё живое из воды.

Неужели они не уверуют»

Коран, 25:30



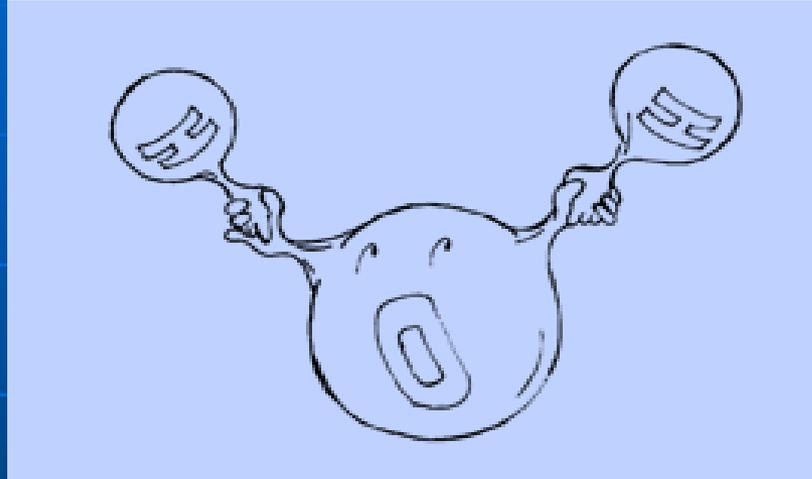
Мы живем на планете, которую более правильно называть не планета "Земля" , а планета «Океан» или «Вода» Океан занимает большую часть поверхности планеты - 361 миллион кв. километров или 70,8 процентов. Только оставшиеся 29,2 процента или 148 миллионов кв. километров занимают материки и острова. То есть на каждый участок суши приходится почти в три раза больше поверхности океанов или морей. Кроме того вода в том или ином виде присутствует на суше. Это реки и озера, временные потоки (ручьи, лужи), мерзлота и ледяные покровы, почвенная влага, подземные воды, вода связанная в химических соединениях, водяной пар в атмосфере. Практически нет на поверхности нашей планеты места, где мы не найдем воды. Вся вода, содержащаяся в океанах, морях, текущая по земле и под землей, содержащаяся в атмосфере, называется "гидросфера" - водная оболочка Земли. Всего в гидросфере содержится 1389,5 миллионов кубических километров воды, а 96,5 процентов от всей этой воды собрано в Мировом Океане.

Запасы воды в природе 10^6 кв.км

Мировой океан	1338.00
Подземные воды	23.40
Ледники	24.05
Воды озер	0.176
Воды болот	0.011
Вода в реках	0.002
Вода в атмосфере	0.013

Вода – аномальное вещество!

СВОЙСТВА ВОДЫ



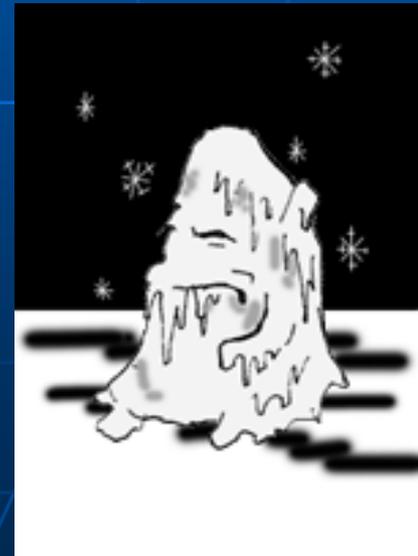
- что же такое вода, к какому классу химических соединений можно её отнести?

Если бы вода была "нормальным" химическим соединением с формулой H_2O , то:

- Вода замерзала бы при температуре минус $100^\circ C$, а кипела при температуре $70^\circ C$ ниже нуля. Диапазон существования жидкой воды составлял бы всего 30° по шкале Цельсия,
- Чем ниже температура тем более плотной и тяжелой становилась бы "нормальное" химическое соединение H_2O , также как и большинство других жидкостей. Плотность привычной нам воды тоже увеличивается при понижении температуры, но когда температура достигает $4^\circ C$, плотность воды опять начинает уменьшаться и вода становится легче.
- Теплота плавления и теплота парообразования (количество тепловой энергии, необходимое для того, чтобы заморозить или испарить воду) у химического соединения H_2O должны были бы быть значительно ниже, чем у реальной воды.
- Теплоёмкость ("способность" воды накапливать тепловую энергию) реальной воды значительно выше, чем у других известных нам в природе жидкостей (кроме жидкого аммиака).

Мир с «нормальной водой»

- Представить трудно, а возникновение жизни в нем невозможно (тем более разумной).



Зачем надо исследовать?

- Водные потоки связаны в единую транспортную линию (по определению М.А.Глазовской – «блоки каскадных систем» различного порядка), переносящую вещество с материка в море (океан).
- Реки дренируют огромные пространства суши, и величина речного стока и химический состав вод служат интегральным показателем биогеохимического состояния бассейна их водосбора.
- Состав воды служит чувствительным и ранним индикатором климатических изменений, по химическому составу вод и его динамике можно судить об изменениях гидрометеорологических условий и интенсивности антропогенной (техногенной и бытовой) нагрузки в бассейнах водосбора рек.

- 1 – мониторинг климатических изменений и их прогноз;
- 2 – определение продукционного потенциала водных экосистем;
- 3 - определение техногенной нагрузки и изменений, связанных с хозяйственной деятельностью, включая прогностические оценки;
- 4 – понять, а как же оно всё устроено

Что содержится в воде?

- **Главные ионы** это основа солевого состава вод. На их долю приходится 99,99% всех растворенных веществ.
- **Биогенные элементы** - это вещества без которых невозможно развитие жизни в океане. Это те вещества, которые извлекаются из воды животными и растениями для построения своего тела.
- **Растворенные газы**
- **Органическое вещество.**
- **Микрокомпоненты**, вещества растворенные в воде в количествах менее одной тысячной грамма на литр.
- **Загрязнители.**

Объект изучения гидрохимии

Главные ионы

- 11 элементов основного солевого состава –
- ***Cl Na Mg S Ca K Br C Sr B F***
- ***Пресные воды (< 1 g/kg)***
- ***$\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- \quad \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+$***
- ***Солоноватые воды (1 – 24 g/kg)***
- ***Соленые воды (> 24 g/kg)***
- ***$\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{HCO}_3^- \quad \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$***
- ***Закон «постоянства солевого состава» для океанских вод***

Растворенные газы

- Все газы содержащиеся в атмосфере
- Все газы поступающие при дегазации мантии
- Наибольшее значение для водной среды имеют : **O_2 , CO_2 , CH_4 , NH_4 , H_2S**

Биогенные элементы

- Химические элементы, которые входят в состав органических соединений и необходимы для жизни водных организмов
- *P N Si*
- *O, C, S, Fe, Mg, Ca, K*

Органическое вещество

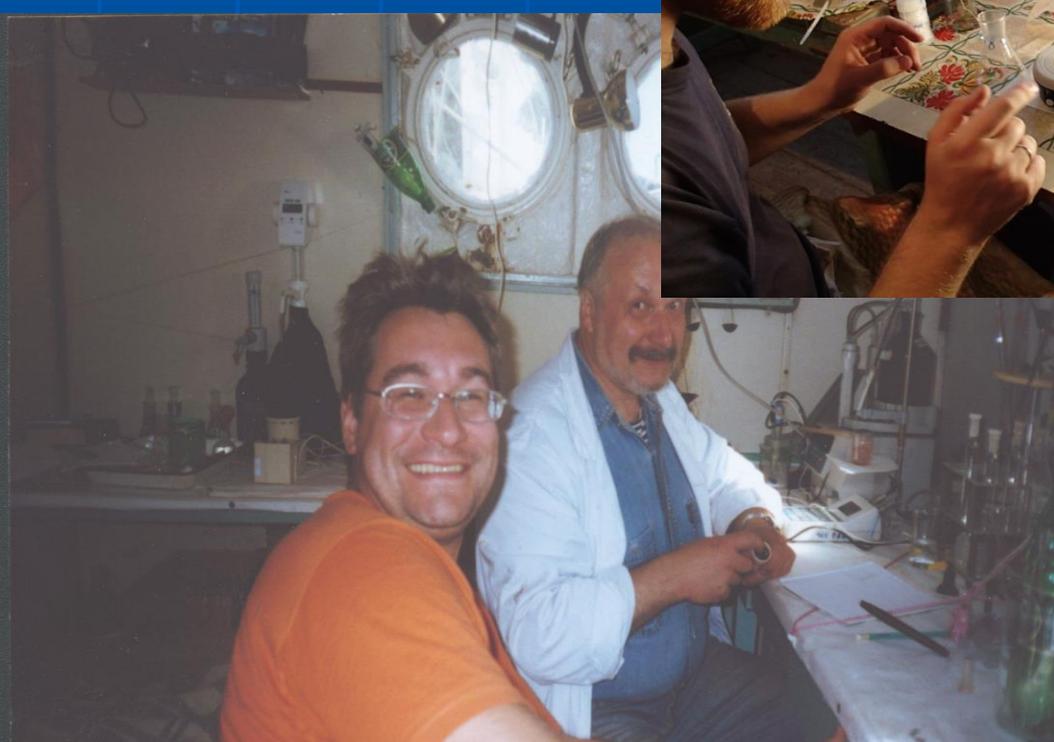
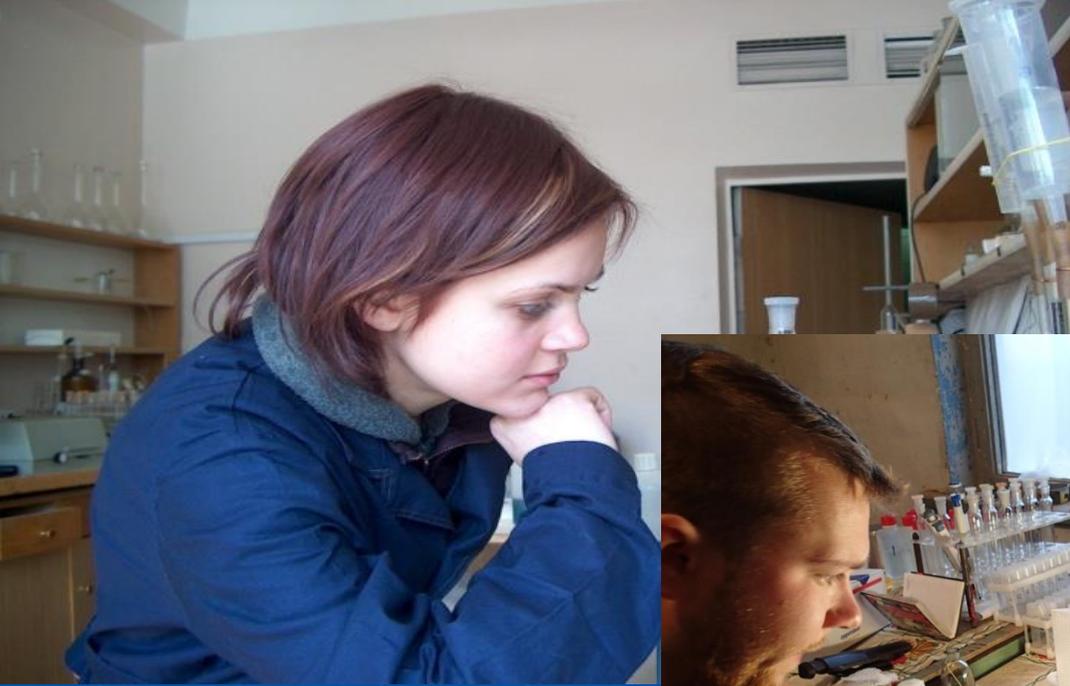
- Живое и косное
- Автохтонное и аллохтонное
 - - образовавшееся в водоёме или принесенное с материковым стоком
- Растворенное и взвешенное
 - - взвесь, коллоиды, истинно растворенное
- Растворенное органическое вещество
 - - углеводы (безазотистое органическое вещество);
 - - белки (азотосодержащее органическое вещество);
 - - липиды (содержат радикалы фосфорной кислоты);
 - - гумусовые и фульвовые кислоты

Микроэлементы

- Химические элементы содержание которых не превышает 1000 мкг/л (10^{-6} г/л). Это практически вся таблица Менделеева.
- Микроэлементы делятся на 2 группы:
 - Стабильные;
 - Естественные радиоактивные элементы.

Объекты классической («мокрой») гидрохимии

- Биогенные элементы
 - Растворенные газы
 - Органические формы азота, фосфора, углерода
 - Компоненты карбонатной системы
-
- **Это «АНАЛИЗЫ ПЕРВОГО ДНЯ»**



Часть 2

Как исследовать?

Определить масштаб явления,
которое хотим изучить

Особенности водной среды 3-мерность и
значительная изменчивость во времени

Иерархия пространственных масштабов

Геохимия

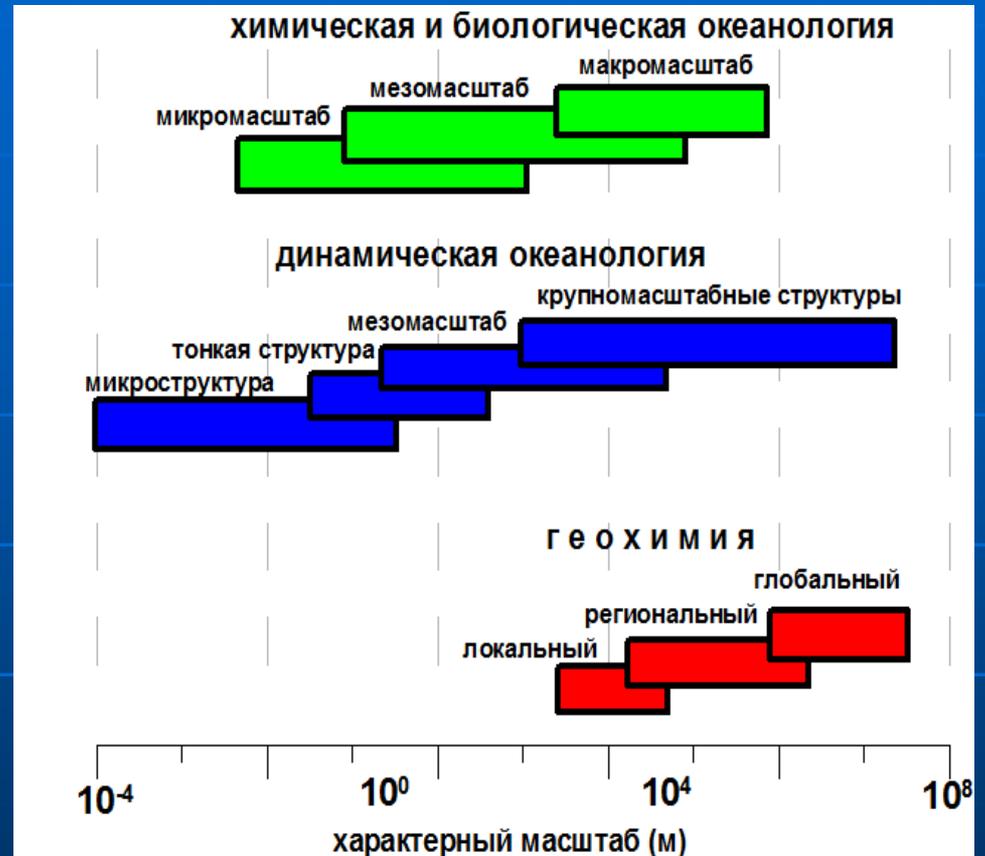
локальный (с площадью до 100 кв.км),
региональный (от 10^2 до 10^6 кв.км),
глобальный (от континентов до всей
поверхности планеты)

Динамическая океанология

микроструктура (от доли мм до 1-2 метров),
Тонкая структура (от 10 см до десятков
метров),
Мезомасштаб (от метров до десятков
километров),
Крупномасштабные структуры (от сотен
метров до всего океана)

Химическая и биологическая океанология

Микромасштаб (от первых сантиметров до
100 метров),
Мезомасштаб (от десятков метров до
десятков километров),
Макромасштаб (от сотен метров до тысяч
километров)



Иерархия временных масштабов

Геохимия

Техногенное время (время реакции на антропогенное воздействие),

Экологическое время (необходимое для формирования ландшафта),

Педологическое время (один или несколько циклов выветривания)

Геологическое время (десятки тысяч и миллионы лет)

Динамическая океанология

Микроструктура (от доли секунды до десятков минут),

Тонкая структура (от часов до десятков суток),

Мезомасштаб (от суток до лет),

Крупномасштабные структуры (до нескольких лет)

Химическая и биологическая океанология

Микромасштаб (минуты и часы),

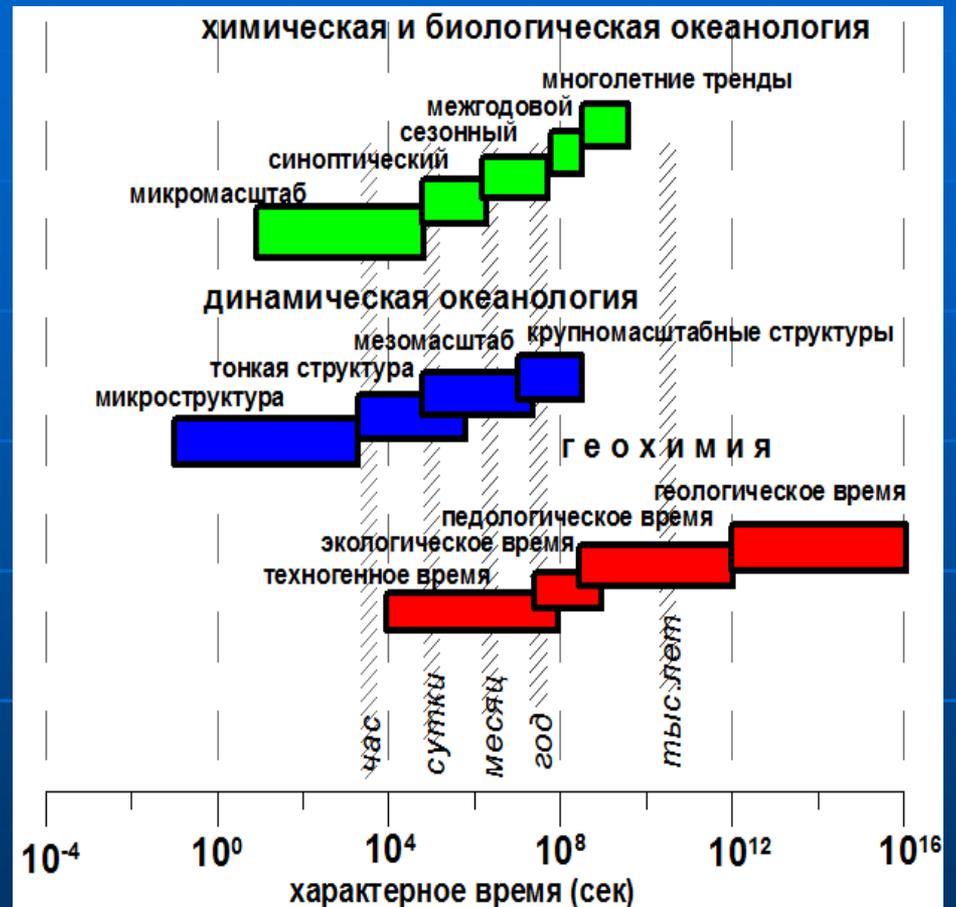
Суточный (сутки),

Синоптический (от нескольких суток до десятков дней),

Сезонный (год),

Межгодовой (от нескольких лет до десятков лет),

Долгопериодные тренды (от нескольких десятков до сотни)



Организация сети наблюдений



Расстояние между станциями на разрезе :

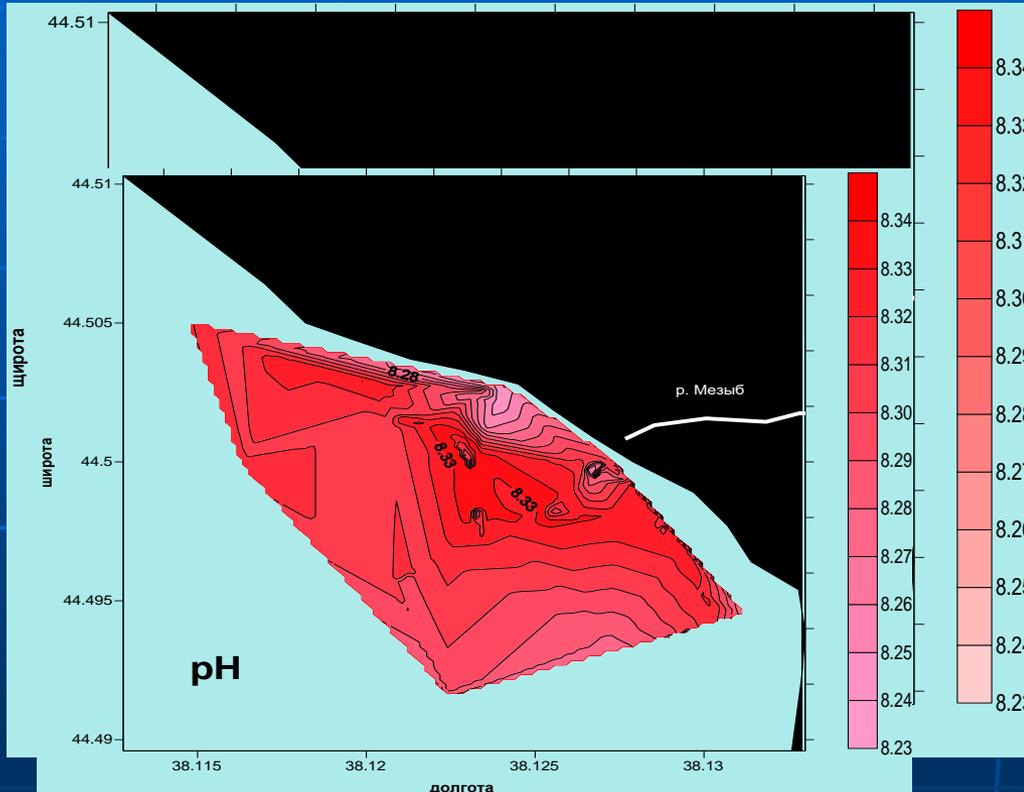
- в открытом океане – 60 – 120 миль;
- в морях – 30 – 60 миль;
- в прибрежных районах 10 – 30 миль.

Горизонты наблюдений : 0, (5), 10, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 400 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500 м , до 5000 м через 500 м, а глубже через 1000 м до дна.

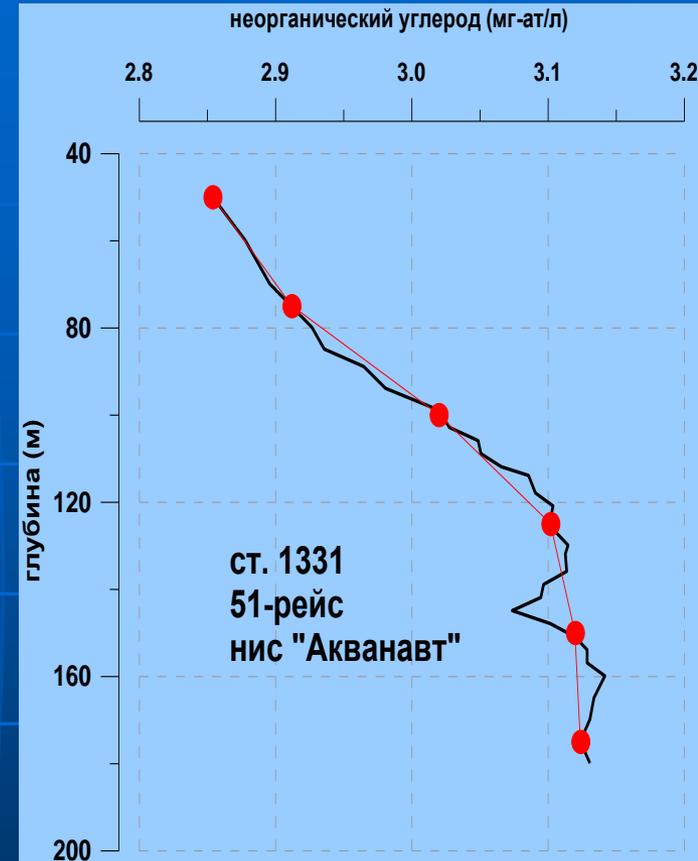
В гидрологии суши – отбор на метеопостах и «с учетом особенностей объекта». Горизонты отбора – поверхность и придонный.

Эффект «стандартного батометра»

Изменение пространственного масштаба измерений приводит к изменению нашего представления о распределении параметров.



- Распределение величины рН в поверхностных водах приустьевое района р.Мезыб (май 2006 г.), построенное А - на основании 9 станций (разрешение 500 м);
- Б – проточной системы (разрешение около 10 – 15 м).



Распределение C_{tot} в зоне контакта аэробных и анаэробных вод Черного моря по результатам отбора по стандартным горизонтам и учащенного отбора (через 3 м.).

Как отбирать пробы



- 1 – батометры;
- 2 – зонд-батометры;
- 3 – «кишкотрос», то есть подача шлангом;
- 4 – пробоотборники для поверхностей раздела;
- 5 – «дистанционные методы»

Что измерять?

Выбор гидрохимических параметров наиболее точно и эффективно характеризующих природные и антропогенные ритмы изменчивости гидрохимической структуры вод в конкретных районах, зависит от задач, поставленных перед исследователями.

- а) Для исследования переноса и трансформация вод (водных масс) более всего подходят консервативные и /или квазиконсервативные параметры.
- б) Для оценки потенциальной продуктивности вод необходимо учитывать запас доступных соединений азота и фосфора.
- в) Оценка степени антропогенного воздействия на водные экосистемы требует привлечения всего комплекса гидрохимических наблюдений и достоверных «фоновых» величин. Как показатели для бытовых и сельскохозяйственных стоков более информативны различные формы азота, для промышленных стоков необходимо привлекать данные по содержанию тяжелых металлов, в районах добычи углеводородного сырья или интенсивной транспортной нагрузки необходимо контролировать содержание углеводородов.

Для оптимизации пространственно-временного разрешения схем отбора проб (обеспечения достоверных результатов оценки при минимально необходимых затратах)

а) Перед началом работ четко определять выбор объекта и цель исследования. Очевидно, для оценки состояния средних и малых географических объектов, отбор параметров среды должен быть более частым, чем для крупномасштабных структур.

б) На первом этапе работ организовать рекогносцировочную съёмку с применением дистанционных методов. Основная цель – оценить степень неоднородности распределения гидрологических и гидрохимических параметров на исследуемой акватории.

в) Отказаться от схемы отбора по какой-либо закреплённой сетке наблюдений. Отбор проб проводить в «особых» точках, которые могут определяться как по повышенному пространственному параметрам и/или по экстремальным значениям наблюдаемых параметров. Это позволит более полно описать картину распределения гидрохимических параметров и сократить объём «однородных» проб, которые характеризуют только фоновое состояние объекта. Следствие такого подхода будет повышение эффективности работ и оптимизация затрат.

A scenic photograph of a sunset over the ocean. The sun is low on the horizon, casting a golden glow across the sky and reflecting on the water. The sky is filled with scattered clouds, some of which are illuminated by the setting sun. The water in the foreground is dark blue with gentle ripples. The text 'Спасибо за внимание' is overlaid in the center of the image in a white, stylized font with a slight shadow.

Спасибо за внимание