Лекция 3

- Роль диатомей в процессе осадкообразования в морях и континентальных водоемах

- SiO_2 при температуре 10-20 град.С и pH 6-8 обладает растворимостью 100-120 мг/л; эта величина практически постоянна как в дистиллированной воде, так и в соленом растворе, отвечающем по составу морской воде. Установлено, что до стадии насыщения, т.е. до содержания 100-120 мг/л, кремнезем находится в виде истинного, молекулярного раствора.
- Поскольку в современных речных водах содержание SiO_2 находится на уровне 10 - 20 мг/л, а в морских - 0.5 - 2(3) мг/л, следует считать твердо установленным, что кремнезем в современных поверхностных водах повсеместно присутствует в форме резко ненасыщенного раствора. Стало быть, химическая садка его запрещена и возможно лишь биогенное извлечение из раствора.
- Этот вывод полностью согласуется с формами нахождения кремнезема в современных морских и озерных отложениях. Он присутствует в них только в биогенной форме – створок диатомей, радиолярий и спикул губок, в небольших количествах силикофлагеллят.

В морских водоемах кремнистые осадки накапливаются не только за счет диатомей, но и также радиолярий и других кремнистых организмов, тогда как в континентальных водоемах единственными организмами, поставляющими кремнезем в осадки, являются диатомеи.

- В современных классических диатомовых илах, образующихся в морях субантарктической зоны, содержится от 50 до 200 млн панцирей в 1 г.

Условия образования диатомовых илов

- Диатомовые илы образуются в тех районах, где темпы и количество поступающих на дно панцирей диатомей выше темпов поступления другого осадочного материала, как терригенного, так и органогенного.
- Развитие диатомей лимитируется количеством биогенных элементов в зоне фотосинтеза, степенью освещения. Распределение биогенных элементов и кремнекислоты далеко не равномерно в различных зонах Мирового океана, так же как и в поверхностных водах. Слабое освещение зимой лимитирует развитие диатомей в высоких широтах. В тропических районах, за исключением экваториальной зоны, основным лимитирующем фактором является недостаток питательных солей.
- Диатомеям необходимый запас минеральных солей в том числе кремнезема, который идет на построение их панциря и для биологических функций, поступает из глубинных горизонтов морей и океанов за счет дивергенций, циклонических круговоротов, сезонного перемешивания и др.
- В мелких континентальных водоемах необходимые питательные соли поступают с речными стоками и со дна в результате перемешивания.

- **Сохранность диатомей**

- Состав видов диатомей в поверхностных водах, т.е. в биоценозах, и в донных осадках того же района не идентичен.
- Среди морских диатомей лучшей сохранностью обладают виды океанические.

- Кольбе (Kolbe, 1954) ввел понятие о танатозенозах для комплексов диатомей в осадках, имея возможность сопоставить видовой состав диатомей в планктоне и в поверхностном слое осадка Тихого океана. По заключению Кольбе, танатоценоз диатомей образуется, прежде всего, в зависимости от их биоценоза, т.е. видового состава и количественного распределения в планктоне. Последующие изменения зависят от различной сохраняемости видов, их растворимости за время прохождения толщи вод (первичное растворение) и затем в осадках (вторичное растворение).
- Растворение панцирей отдельных диатомей, наступает после того, как клетка отмирает и начинает опускаться на дно водоема. Выборочная сохраняемость панцирей является основным фактором, который определяет состав диатомей в осадках. В итоге комплекс ископаемых диатомей образуется из наиболее стойких и противостоящих растворению видов. Наиболее активно процесс растворения происходит в толще вод вслед за окончанием вегетации. Попадая в осадок, диатомеи имеют шанс сохраниться неопределенно долгое время.

- Соотношение океанических диатомей в биоценозах и танатоценозах показывает, что максимально сохраняется до 55-60% видов, причем в высоких широтах сохранность выше, чем в низких. Присущая океаническим видам круглогодичная вегетация благоприятствует их массовому накоплению в осадках
- Неритические виды, жизненный цикл которых проходит в прибрежных водах, в целом хуже сохраняются, чем океанические. Причина этого заключается в относительно слабом окремнении панцирей неритических диатомей.
- В озерных осадках сохраняется до 90% видов, вегетирующих в поверхностных водах.
- Лучшей сохраняемостью отличаются те виды диатомей, панцирь которых содержит большее количество кремнезема.
- Согласно А.П.Виноградова (1935), содержание кремнезема в панцирях колеблется от 10 до 80% (на сухой вес).
- Некоторые диатомеи при повышении pH среды (увеличение щелочности) и повышении температуры почти нацело растворяются в осадке, в то время как другие остаются целыми без малейших следов растворения.
- Сохраняемость диатомей зависит преимущественно от структуры и

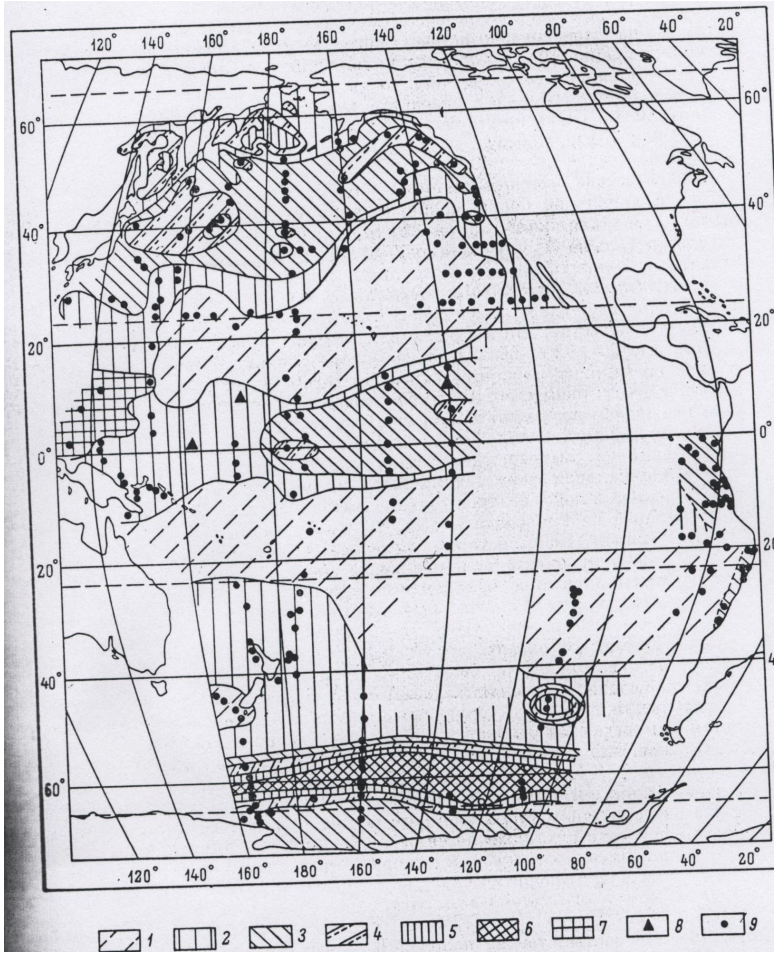
Терригенное и органогенное разбавление

- Диатомовые осадки не образуются в тех районах, где имеется значительное разбавление терригенным и органогенным разбавлением.
- Это происходит, когда темпы поступления диатомей в осадки ниже темпов поступления терригенного, а иногда органогенного материала.
- В условиях бурной приливно-отливной деятельности диатомеи из осадка вымываются.
- Типичные диатомовые илы образуются вдали от терригенного вноса
- В Антарктике широкая полоса диатомовых илов приурочена к открытым районам океана (глубже 4000 м) к северу от зоны антарктической дивергенции, где слабо выражено не только терригенное, но и органогенное разбавление.
- Отсутствие органогенного разбавления (фораминиферами, радиоляриями) приводит в итоге к максимально высокому содержанию диатомей, известному для морских диатомовых илов: до 200 млн клеток в 1 г осадка.
- В экваториальной зоне Мирового океана при относительно обильном развитии диатомей в эуфотическом слое типичные диатомовые илы не

Диатомовые илы в океанах и морях

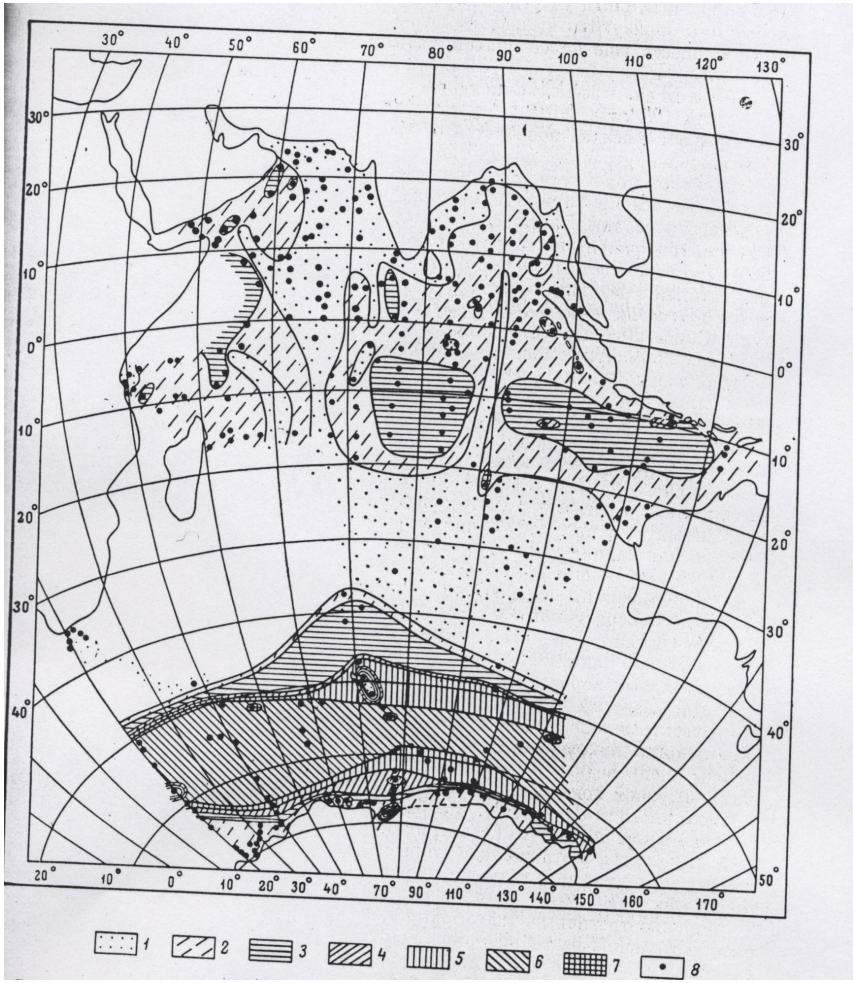
- В современном **Мировом океане** диатомовые осадки различного типа накапливаются в трех климатических зонах: бореальной, экваториальной и приантарктической. Более 2/3 кремнезема, который сейчас накапливается в Мировом океане, приходится на приантарктическую зону, где формируется южный пояс типичных диатомовых илов. Бореальный пояс диатомового кремненакопления располагается к северу от 40 град. с.ш., в Охотском и Беринговом морях и Тихом океане. В осадках экваториального пояса содержание диатомей ниже, чем в бореальном и приантарктическом поясах, диатомеи разбавляются здесь карбонатным материалом, а ниже критической глубины – органогенным кремнеземом (радиолярии).
- В **Тихом океане** диатомовые илы занимают значительные районы вдоль северно-западных окраин.
- У северо-восточных берегов океана диатомовые осадки занимают сравнительно узкие зоны. Содержание диатомей в этих зонах могло быть и выше, если бы не разбавление фораминиферами на глубинах выше критических.
- Между 40 и 10-15 град. с.ш. диатомовые осадки не образуются вследствие бедности диатомей в планктоне тропических районов.
- К югу от экваториальной зоны (5-7 град. ю.ш.) диатомовые илы отсутствуют. Исключение составляют лишь прибрежные районы Чили и Перу, где в результате холодного перуанского течения и интенсивного

Содержание диатомей в поверхностном слое осадков Тихого океана Жузе и др., 1969)



- 1 – диатомеи не встречены,
- 2 – 0,04 - 5,
- 3 – 5 - 25,
- 4 – 25 – 50,
- 5 – 50 – 100,
- 6 – больше 1000 млн створок,
- 7 – этмодискусовый ил;
- 8 – осадки неогенового возраста;
- 9 – исследованные станции.

Содержание диатомей в поверхностном слое осадков Индийского океана (Козлова, 1969)



- 1 – диатомеи не встречены,
- 2 – 0,1 - 1,
- 3 – 1 - 5,
- 4 – 5 – 15,
- 5 – 15 – 45,
- 6 – 45 - 100
- 7 – больше 100 млн створок,
- 8 – исследованные станции.

- К югу от зоны антарктической конвергенции (60 град. ю.ш.) располагается пояс классических диатомовых илов, его ширина около 1000 км. Содержание диатомей в 1 г осадка колеблется от 40 до 220 млн панцирей, в среднем 100-120 млн. В их образовании основную роль играют океанические виды, а также широконеретические.
- В **Индийском океане** пояс диатомовых илов сдвинут к северу почти на 10град.С соответственно положению зоны антарктической конвергенции, ширина его около 2000 км. В экваториальной зоне Индийского океана чистые диатомовые осадки, за исключением этмодискусовых илов, отсутствуют. Здесь образуются диатомово-радиоляриевые илы (сходно с Тихим океаном) с содержанием диатомей около 12 млн панцирей в 1 г. В карбонатных илах той же зоны количество диатомей на навеску в 1 г снижается до 1-1,5 млн панцирей.
- Полной картины по распределению диатомовых осадков в Атлантическом океане в настоящее время у нас нет. Известно, что пояс диатомовых илов в субантарктике по ширине приближается к индоокеанскому. В приэкваториальных осадках образуются диатомово-радиоляриевые илы со значительным участием карбонатного материала. Типичные диатомовые илы образуются на шельфе юго-западной Африки, где условия для этого процесса еще более благоприятны, чем на перуанско-чилийском. Диатомовые илы у берегов юго-западной Африки на 65% состоят из панцирей диатомей.

- В наших **внутренних морях** типичные диатомовые илы не образуются. В **Каспийском море**, судя по распределению SiO2 аморф., слабо кремнистые диатомовые осадки формируются локально в средних и южных районах, в частности осадки, обогащенные SiO2 аморф., приурочены к глубинам 200-400 м в районе восточного побережья Среднего Каспия. В поверхностных водах этого района происходит обильное развитие диатомей в результате подъема глубинных вод. Самое высокое содержание SiO2 аморф. зарегистрировано в осадках примангышлакского мелководья, и несколько меньше диатомей в глубоководной части Среднего Каспия.
- В **Аральском море** максимальное количество диатомей находится в осадках западной глубоководной зоны, а также узкой полосе, примыкающей к о. Возрождения с востока.
- В северо-западном районе **Черного моря** в поверхностном слое осадков известны слабо кремнистые диатомовые илы. По подсчетам В.В.Мухиной, численность диатомей в среднем достигает 50 млн панцирей в 1 г. В тех же районах в голоцене образовывались типичные диатомовые илы. До 200-250 млн панцирей содержится в 1 г древнечерноморских осадков, которые накапливались в эпоху послеледникового температурного оптимума.
- В **Балтийском и Белом морях**, где темпы терригенного разбавления очень высоки, диатомовые илы не образуются.

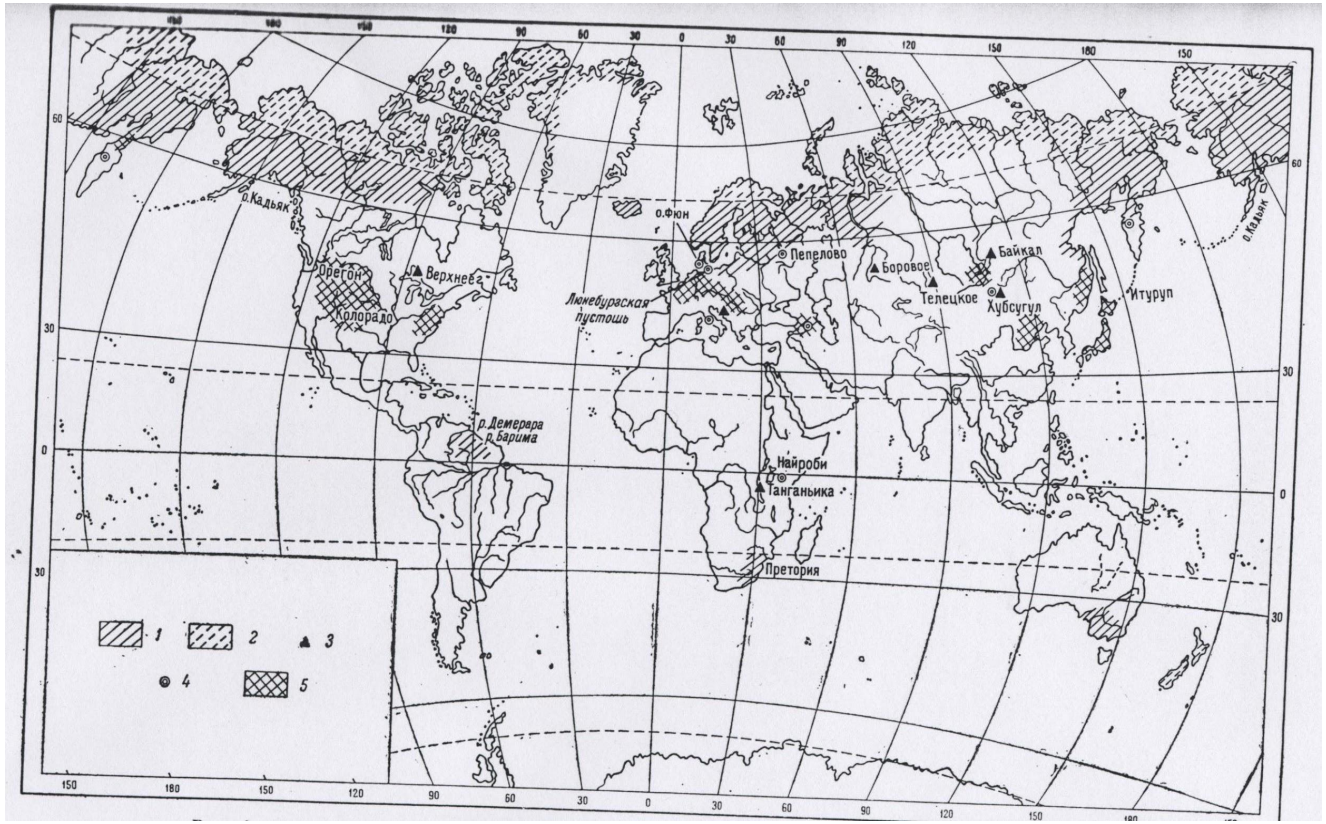
- Диатомовые породы морского генезиса, преимущественно третичного возраста, известны во многих областях России и за Рубежом. Диатомиты и диатомовые глины мелового возраста (кампан) узкой полосой окаймляют восточные склоны Урала (Полярного, Приполярного и Северного). Меловые диатомиты известны также на Калифорнийском побережье (маастрихт). В Гданьской бухте Польши диатомеи встречаются в отложениях спонголитов вместе с иглами губок.
- Морские диатомитовые породы имеют чрезвычайно широкое распространение в России. палеогеновые диатомиты Поволжья, Западной Сибири и неогеновые диатомиты Сахалина, Камчатки, естественным продолжением которых являются диатомиты Хоккайдо и Хонсю.
- На Дальнем Востоке широко распространены позднемиоценовые диатомовые породы. Пояс диатомитов окаймляет на значительном протяжении западное и восточное побережья Тихого океана, однако вглубь континентов он не распространяется. Здесь встречаются диатомиты неогенового, преимущественно миоценового возраста.
- Диатомовые породы плиоценового возраста не имеют широкого распространения. Они известны на западном берегу Камчатки, на о. Итуруп, в Калифорнии и на о-вах Прибылова.

Диатомовые илы в континентальных водоемах

- Образование диатомовых осадков в озерах – широко распространенное явление.
- Диатомовые илы образуются в тех водоемах, в которых происходит массовое развитие диатомей при слабом терригенном разбавлении. Органогенное разбавление практически не играет роли в пресных водоемах.
- В озерах существует потенциально больше возможностей для накопления диатомей в осадках, чем в морях и океанах. Диатомовые илы образуются в настоящее время во многих озерах, в том числе горных, а в прошлом они являлись широко распространенным типом осадков.
- Характерно, что в большинстве случаев для осадков крупных озер породообразующими среди диатомей были планктонные виды, примесь бентосных диатомей обычно незначительна. Однако в современных мелких пресноводных водоемах диатомовые осадки образуются за счет бентосных видов.
- Наиболее древние пресноводные диатомиты накапливались в озерах США в среднем-позднем олигоцене. Для некоторых диатомитов Приморского края также предполагается олигоценовый возраст.

- Географическое распространение современных озерных осадков диатомового типа показывает, что они образуются преимущественно к северу от 57-60 град. с.ш. Для озер бореальной области диатомовые илы – обычный тип донных осадков. Современные озерные диатомовые илы тяготеют к озерам северной Европы, Азии, Северной Америки (Канады). Диатомовые осадки образуются в озерах на северо-западе Англии (озерный край), в озерах Кольского полуострова, Карелии, Ленинградской области, в ряде озер Западной Сибири (бассейн р.Тавды), Чукотского п-ва и Аляски. Исследование толщи этих осадков показывает, что диатомовые илы накапливались в тех районах в течение голоцена с максимумом в эпоху послеледникового термического оптимума. При анализе имеющегося материала можно убедиться, что современные диатомовые илы образуются в областях, находящихся ранее под покровным оледенением. Они образуются в многочисленных озерных котловинах, выпаханных ледником, в районах распространения кристаллических пород.

Схема распределения диатомовых осадков в современных и древних озерах (Жузе, 1966)



- 1 – область современных слабо кремнистых осадков; 2 - область современных кремнистых осадков; 3 – кремнистые осадки горных озер; 4 – диатомиты плейстоценового возраста; 5 – диатомиты плиоценового и миоценового возраста