

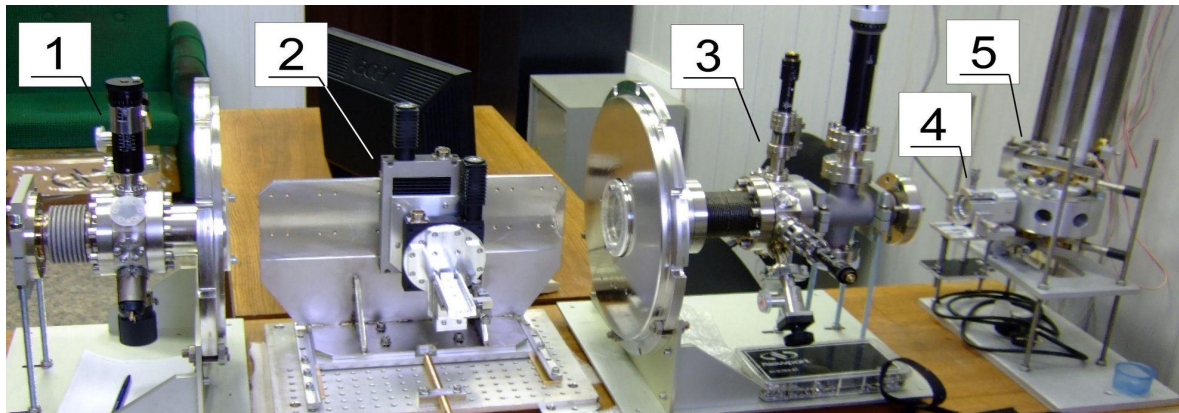
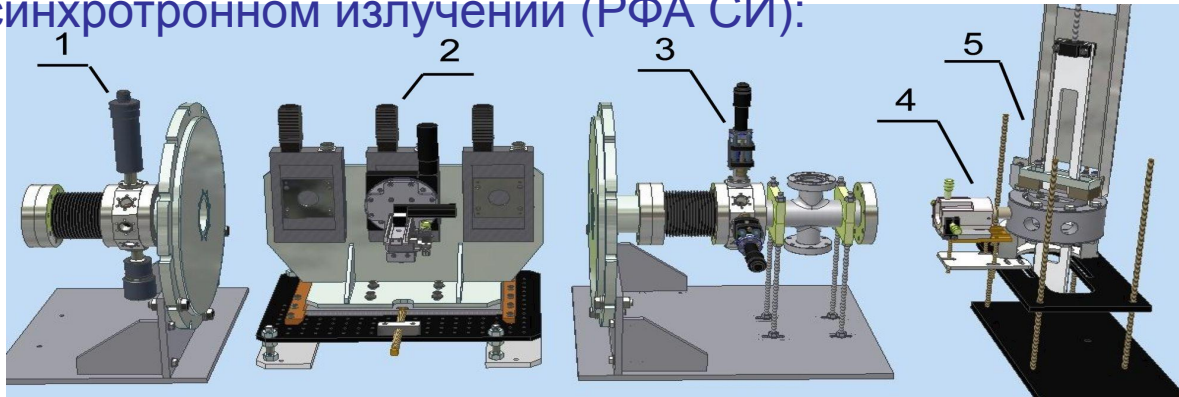
Содержание

Основные классы палео-индикаторов (=проху)

1. Геохимические палео-индикаторы в донных отложениях
2. Биологические палео-индикаторы в донных отложениях
3. Биохимические палео-индикаторы в донных отложениях

Элементный состав донных отложений:

Сканирующий рентгенофлуоресцентный микроанализ на синхротронном излучении (РФА СИ):



Позволяет определить содержание различных химических элементов в керне донных отложений с интервалом 0.02 мм

Сибирский Федеральный Университет

Рогозин Д.Ю.

г. Красноярск, 2016

Основы палеолимнологии. Лекция-4

Методика изготовления твердых препаратов:



Из керна вырезаются «плашки» (= U-channels), лиофильно высушиваются, заливаются эпоксидной смолой, шлифуются

Сибирский Федеральный Университет

Рогозин Д.Ю.

г. Красноярск, 2016

Основы палеолимнологии. Лекция-4

Геохимия донных отложений:

Элементы - индикаторы:

Терригенно-обломочная часть:

Ti, Rb, Zr, Y – индикаторы выветривания горных пород на окружающей территории, повышенное содержание указывает на засушливые и/или ветреные условия

Органическая часть:

Br, Cu – индикатор накопления органики, повышенное содержание указывает на повышенное содержание органики

Хемогенная часть:

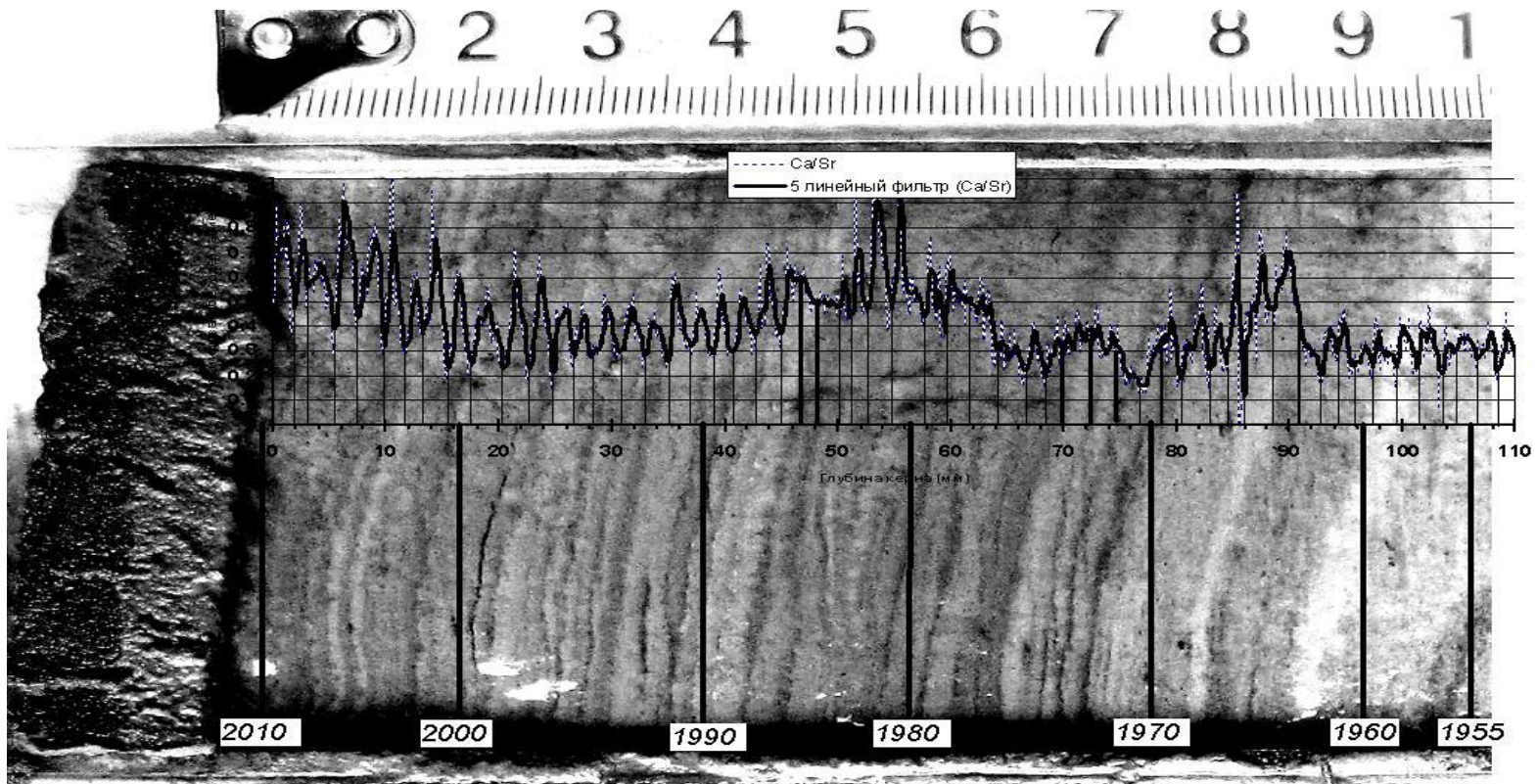
Ca, Sr – результат выпадения в осадок карбонатов

Sr – выпадает преимущественно в зимнее время, тогда как **Ca** – летом. Поэтому колебания отношения **Ca/Sr** отражают годовые ритмы:

Mo и **Mn** – индикаторы редокс-условий: много **Mo** – аноксигенные условия, **Mn** – наоборот, рассматривают отношение **Mo/Mn**

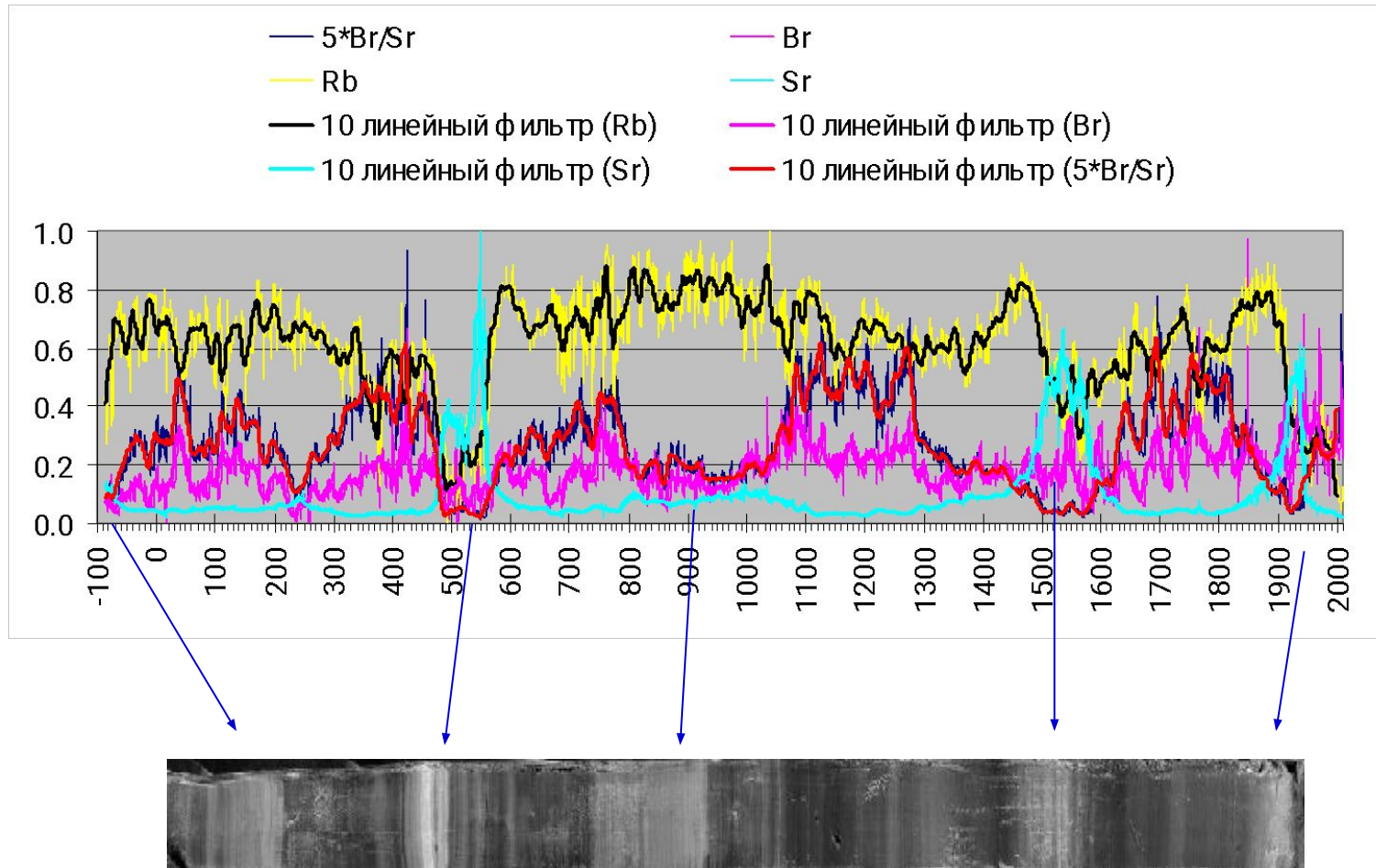
Основы палеолимнологии. Лекция-4

Геохимия донных отложений:



Основы палеолимнологии. Лекция-4

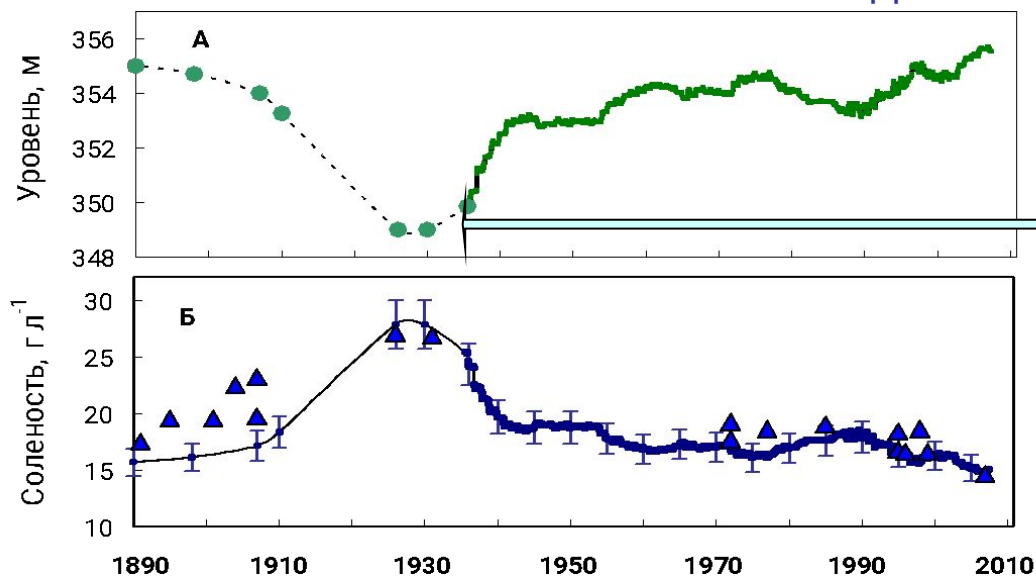
РФА – СИ сканирование твердых препаратов донных отложений



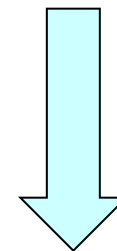
Основы палеолимнологии. Лекция-4

Геохимический состав донных отложений оз. Шира

Kalugin I., Darin A., Rogozin D., Tretyakov G. *Quaternary International* 2013.



«Усыхание» озера



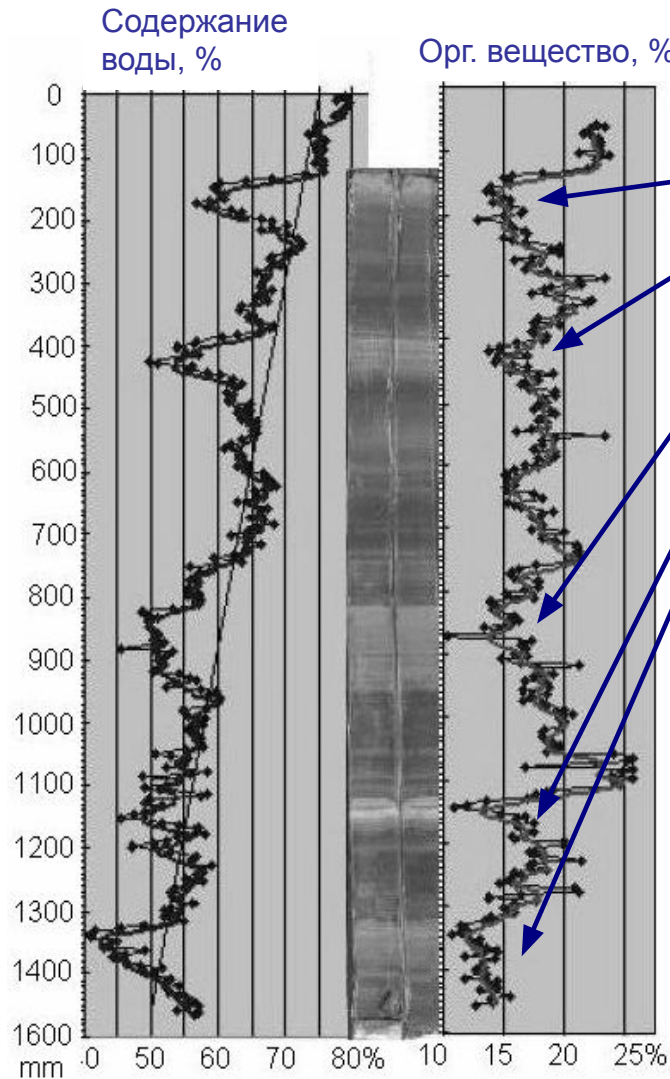
Повышенное отложение карбонатов (CaCO_3 , $\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, MgCO_3 , $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, SrCO_3 и др.)



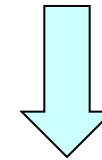
Повышенное содержание карбонатных минералов в «белых слоях» обусловлено выпадением карбонатов в осадок при уменьшении объема озера: 1-й «белый слой» соответствует периоду «усыхания» озера (1910-1930-е гг)

Основы палеолимнологии. Лекция-4

Геохимический состав донных отложений оз. Шира

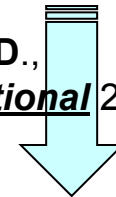


Низкое содержание органического вещества в «карбонатных» слоях



Повышенная деструкция органического вещества

Kalugin I., Darin A., Rogozin D.,
Tretyakov G. *Quaternary International* 2013



Окислительные условия
в придонных горизонтах
(=голомиктический режим)

Сибирский Федеральный Университет

Рогозин Д.Ю.

г. Красноярск, 2016

Слоистые структуры: пример оз.Заповедное (Эвенкия)



Светлый слой на 16 см соответствует 1908 году («Тунгусский феномен»)

Геохимия донных отложений:

Элементы - индикаторы:

Редокс-чувствительные элементы:

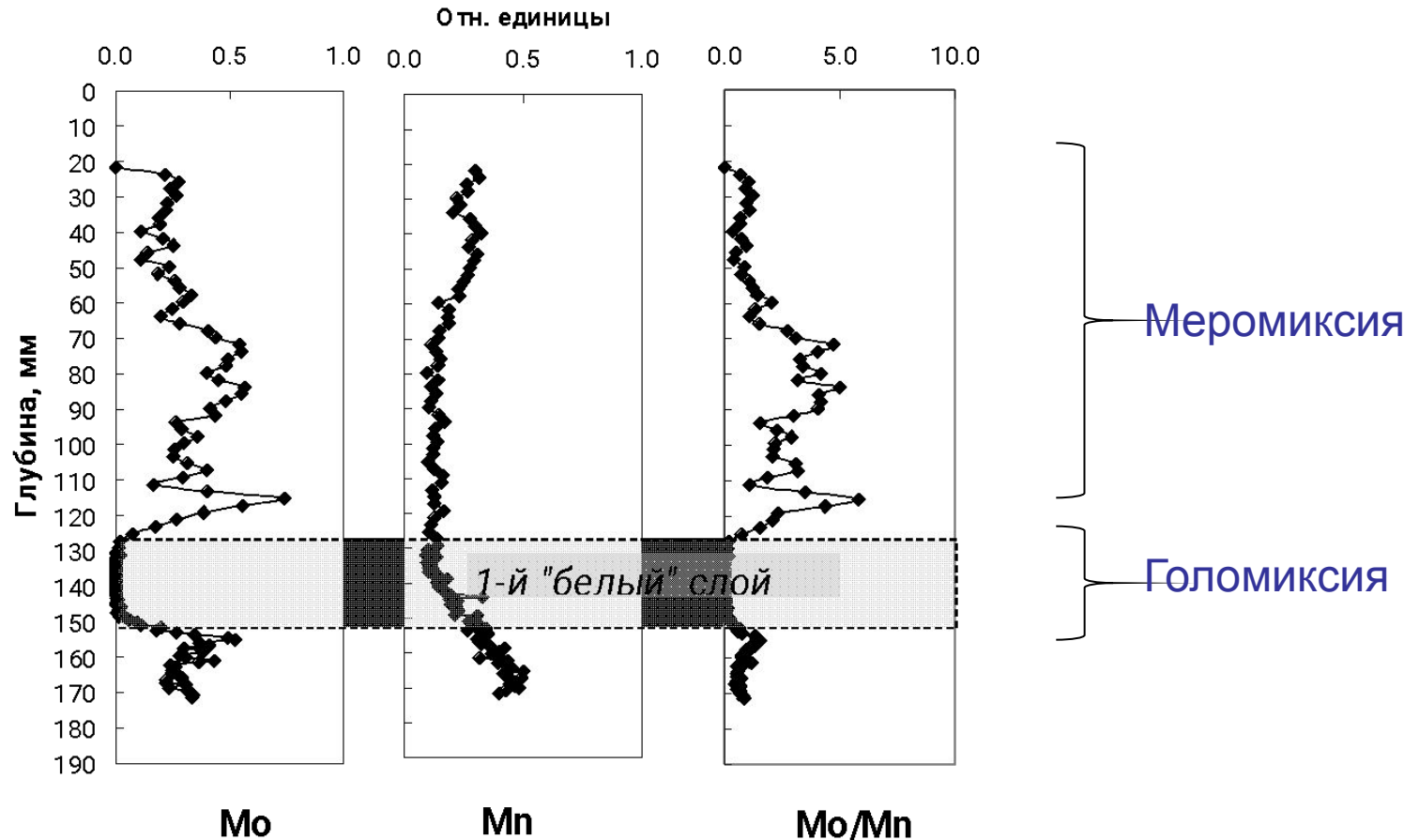
Mo – повышенное содержание соответствует анаэробным условиям

Mn – повышенное содержание соответствует аэробным условиям

Mo/Mn – отражает изменения окислительно-восстановительных условий:

Основы палеолимнологии. Лекция-4

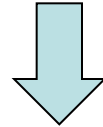
Геохимия донных отложений:



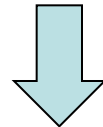
Основы палеолимнологии. Лекция-4

Реконструкция методом трансферных функций:

Берем временной ряд характеристики **A** водоема или климата за **инструментальный период** (уровень воды, годовая сумма осадков, температура):

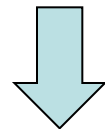


Выбираем элементы, наиболее коррелирующие с этой характеристикой в керне на участке, соответствующем инструментальному периоду



Методом множественной регрессии находим линейную зависимость между искомой характеристикой и концентрациями элементов

$$A = a_1 * Ca + a_2 * Fe + \dots + a_n * Mo$$



Подставляем в функцию значения концентраций элементов на «до-инструментальном» участке => реконструируем временной ряд

Основы палеолимнологии. Лекция-3

Биологические палео-индикаторы в донных отложениях

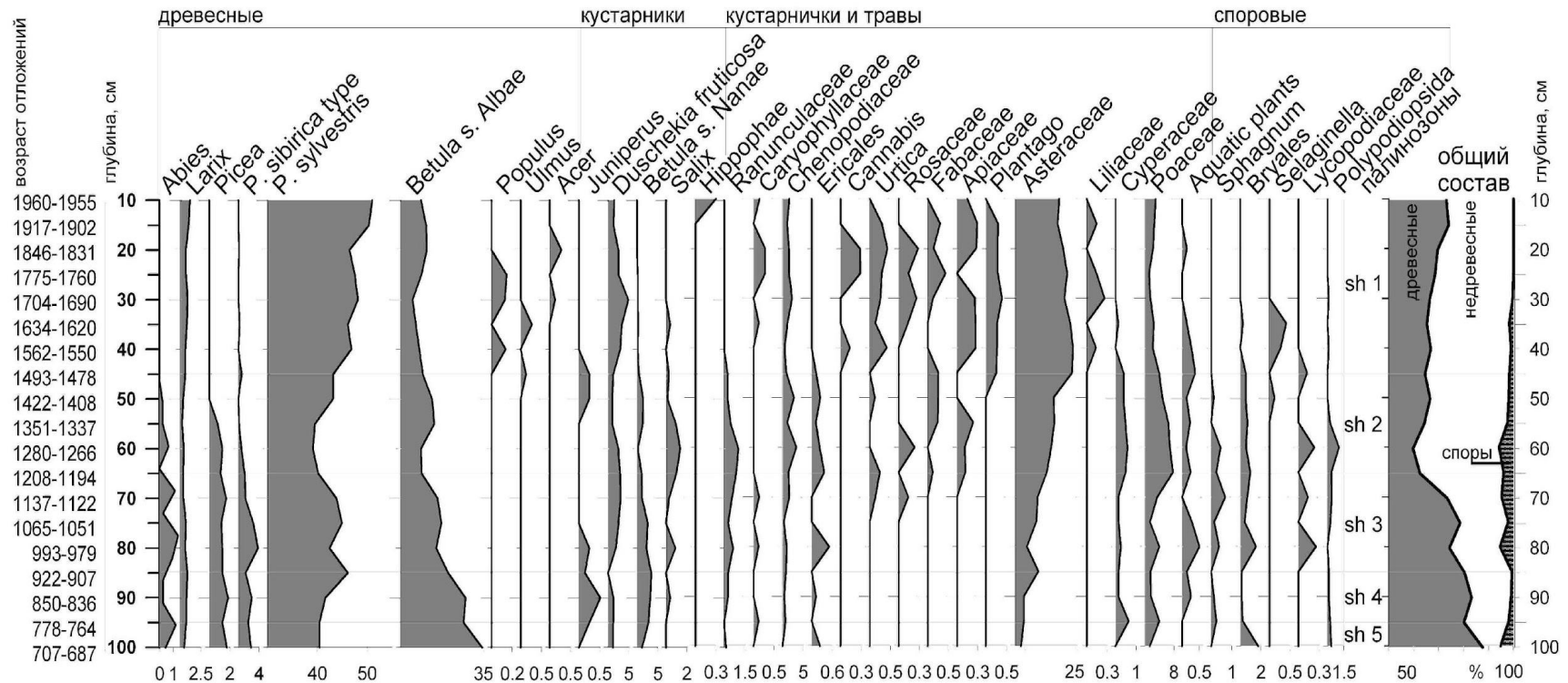
1. Пыльца и споры растений
2. Панцири водорослей (диатомеи, гаптофиты и пр.)
3. Останки зоопланктона и зоо-бентоса:
раковины остракод (ракушковых рачков), маллюсков, головные капсулы хирономид, эфиппии и пр.

Биохимические палео-индикаторы

6. Фотопигменты (каротиноиды, хлорофиллы)
7. ДНК
8. Длинноцепочечные углеводороды (жирные кислоты, липиды и пр.)

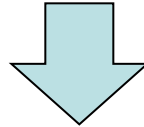
Основы палеолимнологии. Лекция-3

1. Пыльца и споры наземных растений



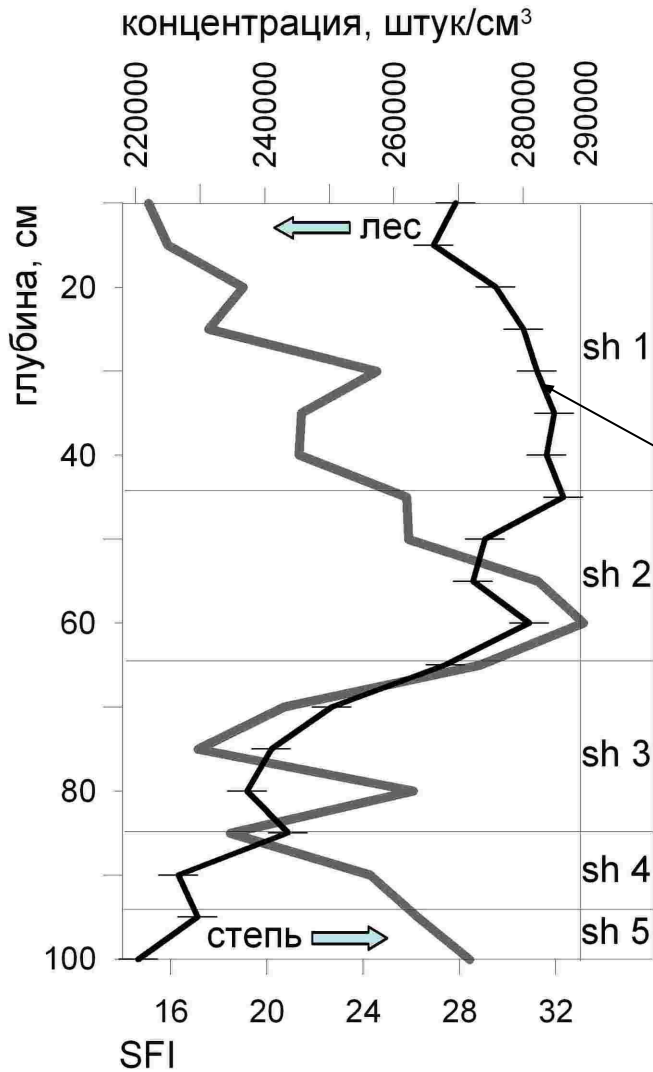
Спорово-пыльцевая диаграмма донных отложений оз. Ши́ра (Вершинин, Рогозин, 2014)

Спорово-пыльцевые спектры



Температура и влажность на окружающей территории,
история земледелия

Основы палеолимнологии. Лекция-4



Индекс SFI (steppe-forest index):

$$SFI = \frac{(Artemisia + Chenopodiaceae)}{(Artemisia + Chenopodiaceae + \text{древесная})} \cdot 100\%$$

SFI

Оз. Шира

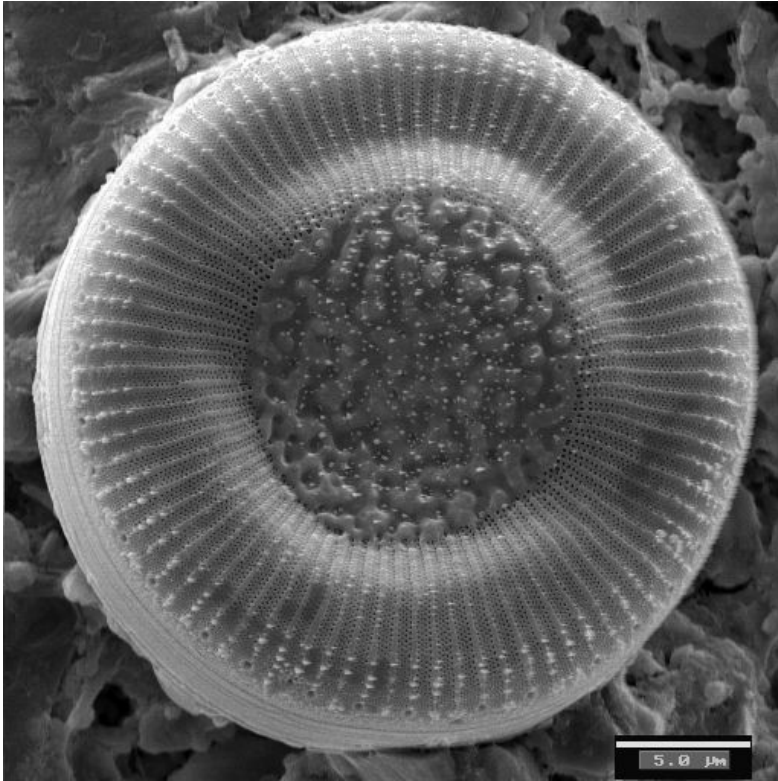
(Вершинин, Рогозин, 2014)

Сибирский Федеральный Университет

Рогозин Д.Ю.

г. Красноярск, 2016

Диатомовые – биоиндикатор состояния озера

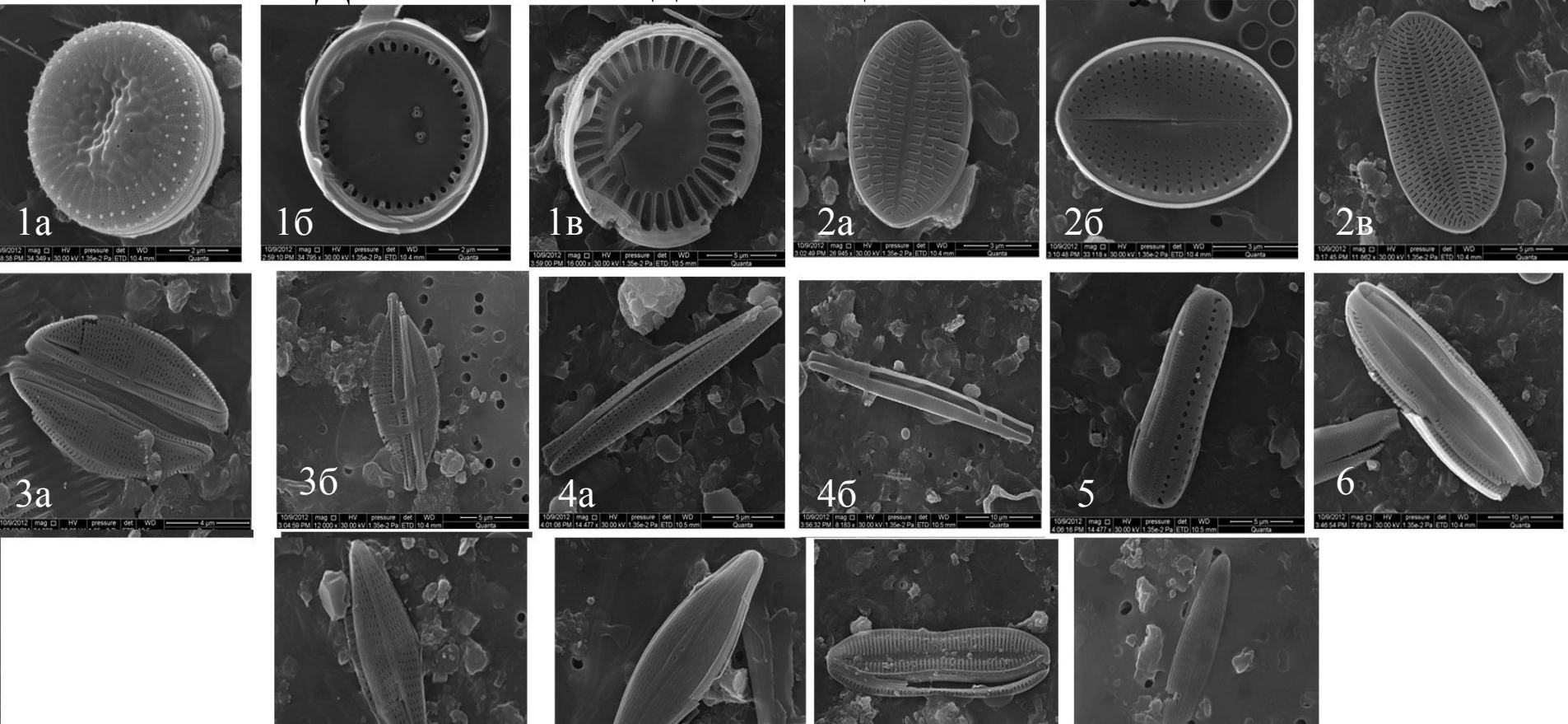


$\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ –
полимерный
опаловый кремнезем

Полимерный опаловый кремнеземный
панцирь на примере диатомовой
Cyclotella tuberculata Makar. et. Log.

Основы палеолимнологии. Лекция-4

Диатомовые седиментационных ловушек



Видовой состав озера Шира (седиментационные ловушки): 1а,б,в - *Cyclotella tuberculata*; 2а - *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, 2б - *C. placentula* var. *placentula*, 2в - *C. spesiosa*; 3а,б, 8 - *Amphora* spp.; 4а,б - *Nitzschia* spp.; 5,6 - *Amphora commutata*; 7а,б, 9 - *Navicula cinta*;

Сибирский Федеральный Университет

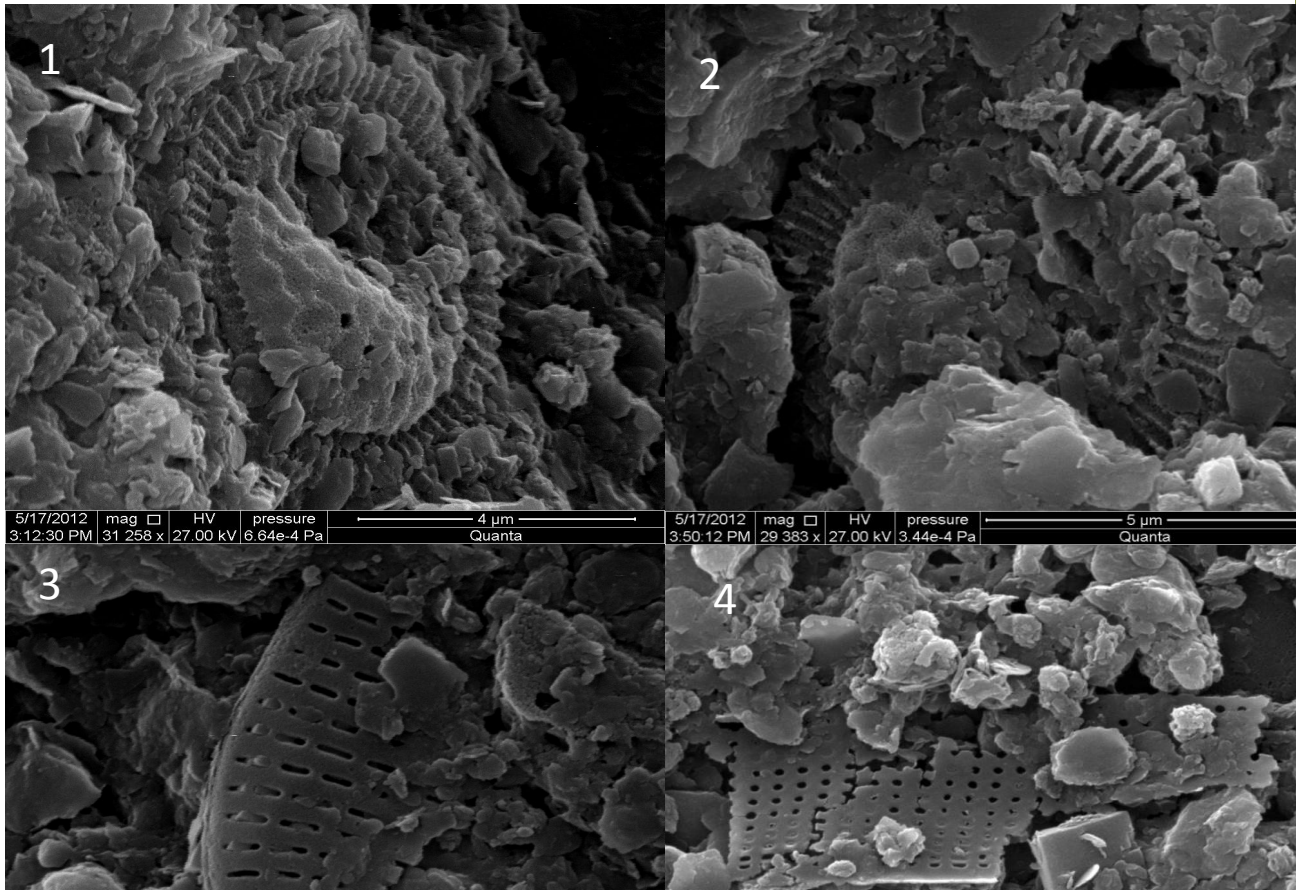
Рогозин Д.Ю.

г. Красноярск, 2016

Основы палеолимнологии. Лекция-4

Глубина 60-70 мм (примерно 1980-1975 гг.)

Диатомовые в керне



1-ый карбонатный слой

Диатомовые керны, глубина 60-70 мм: 1,2 – осколок створки диатомовой *Cyclotella tuberculata*; 3 – осколок створки диатомовой *Cocconeis placentula*; 4 – осколок створки *Nitzschia* spp.

Сибирский Федеральный Университет

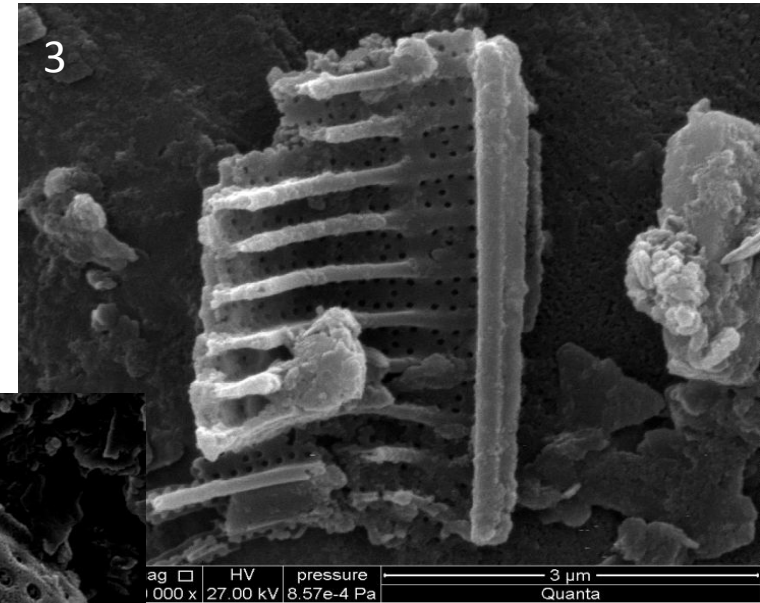
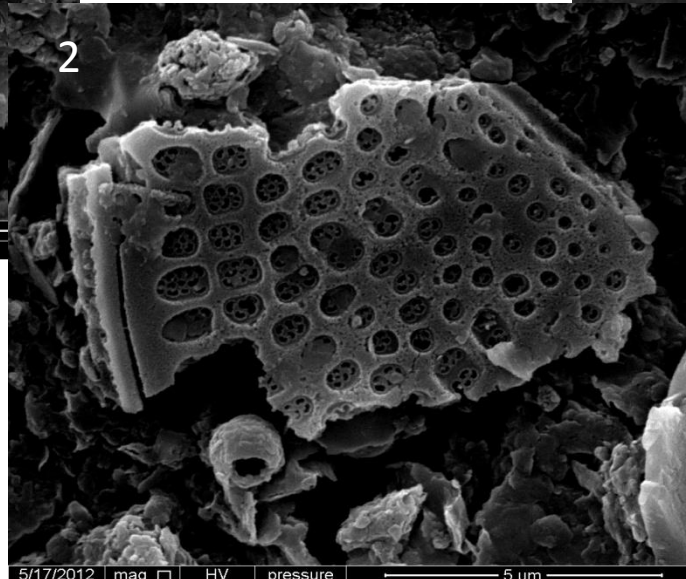
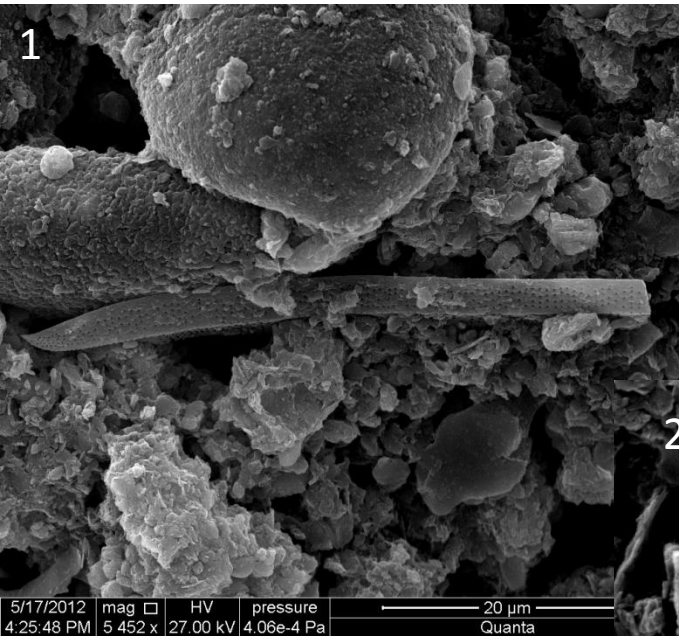
Рогозин Д.Ю.

г. Красноярск, 2016

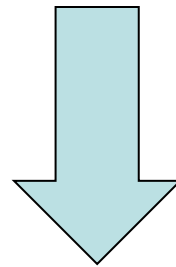
Основы палеолимнологии. Лекция-4

Глубина 60-70 мм (примерно 1980-1975 гг.)

Результаты анализа керна

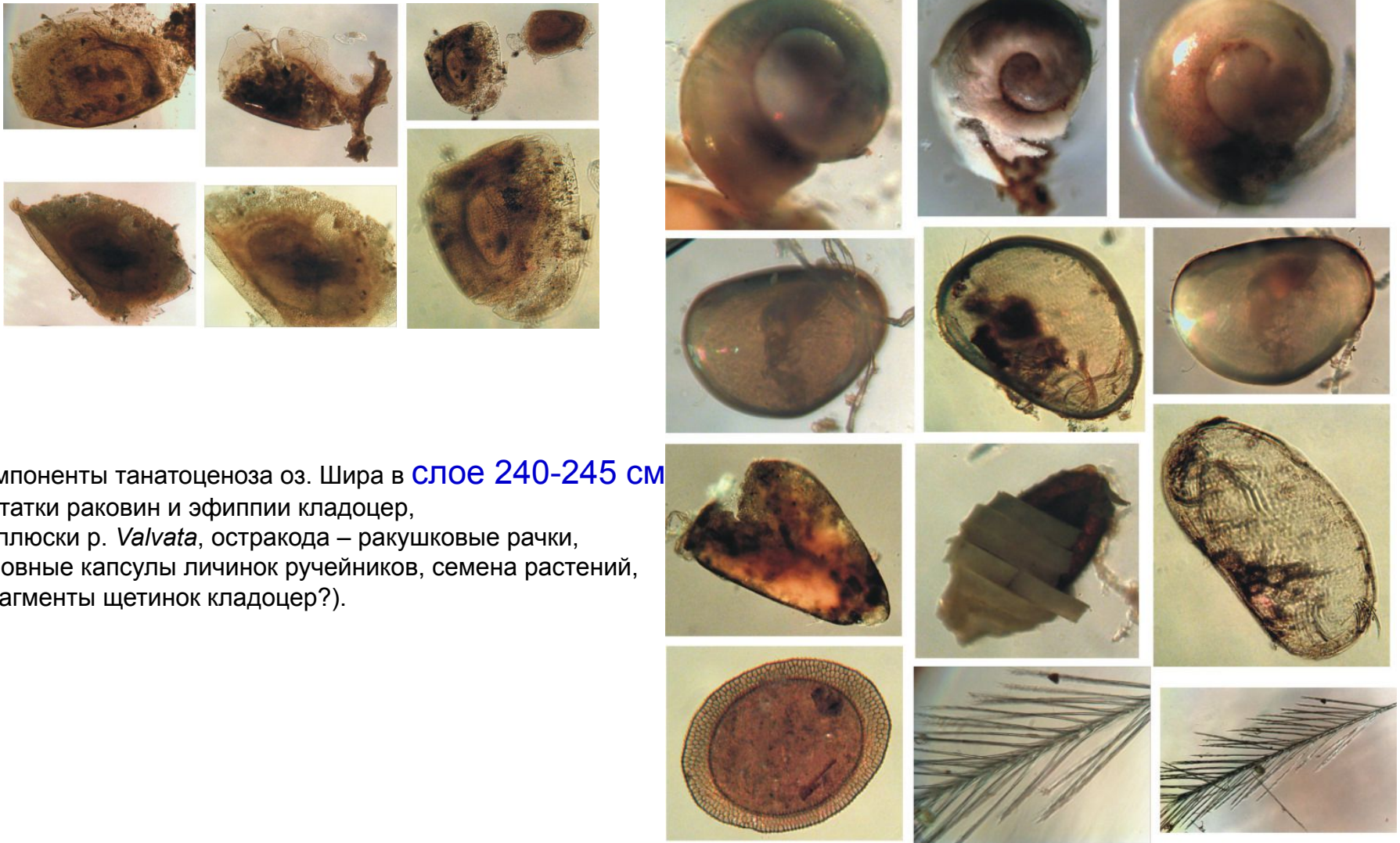


Видовой состав диатомовых

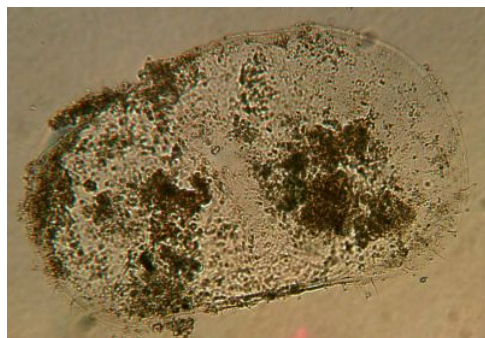
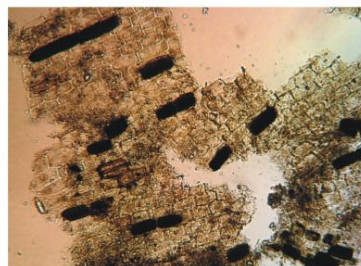
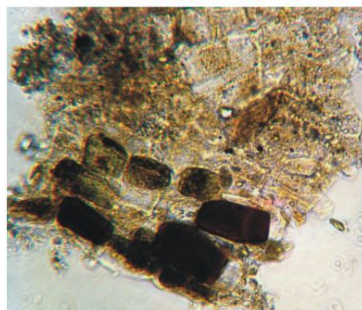
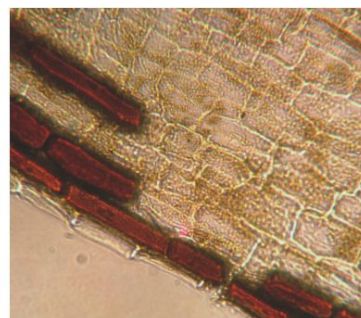
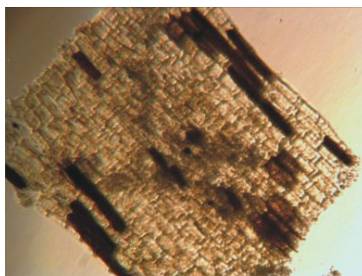
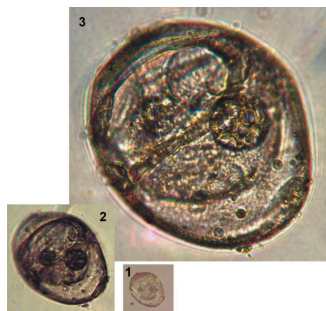


Соленость (diatoma-inferred salinity), температура,
трофический статус водоема (diatoma-inferred phosphorus etc.)

Основы палеолимнологии. Лекция-4

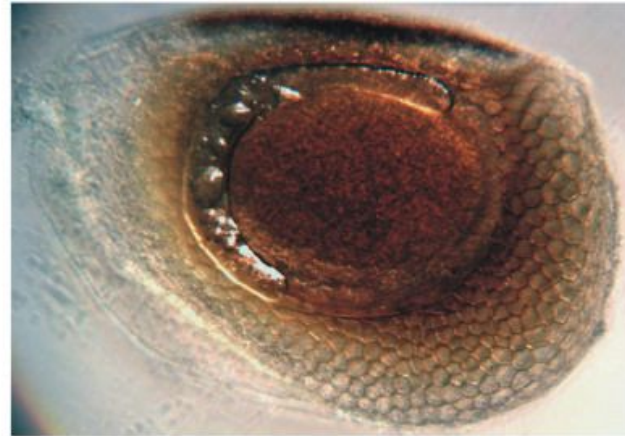


Компоненты танатоценоза оз. Шира в слое 240-245 см (остатки раковин и эфиппии кладоцер, моллюски р. *Valvata*, остракода – ракушковые рачки, головные капсулы личинок ручейников, семена растений, фрагменты щетинок кладоцер?).



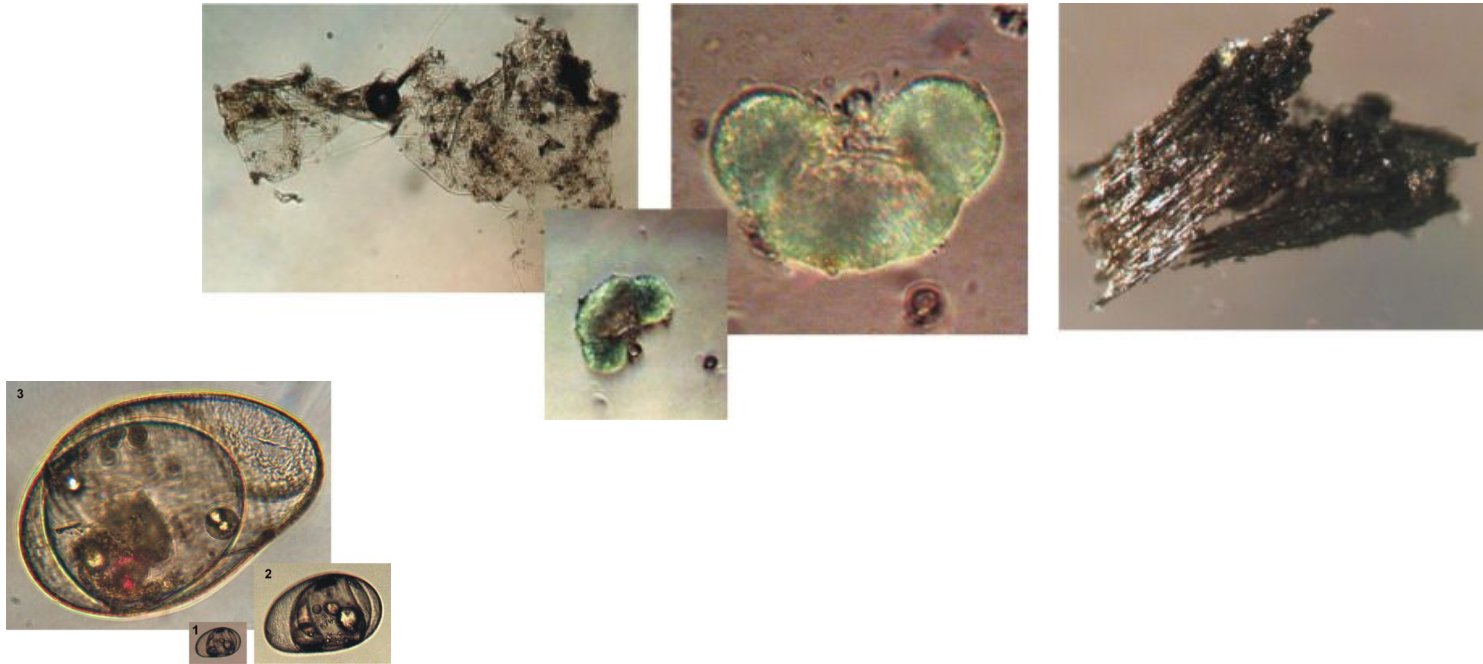
Компоненты танатоценоза оз. Шира в **слое 105-106 см** от начала колонки, отобранной летом 2011 г. (остатки растений, пыльца хвойных деревьев различных видов, остракода – ракушковые рачки, яйца коловраток р. *Brachionus*).

Основы палеолимнологии. Лекция-4



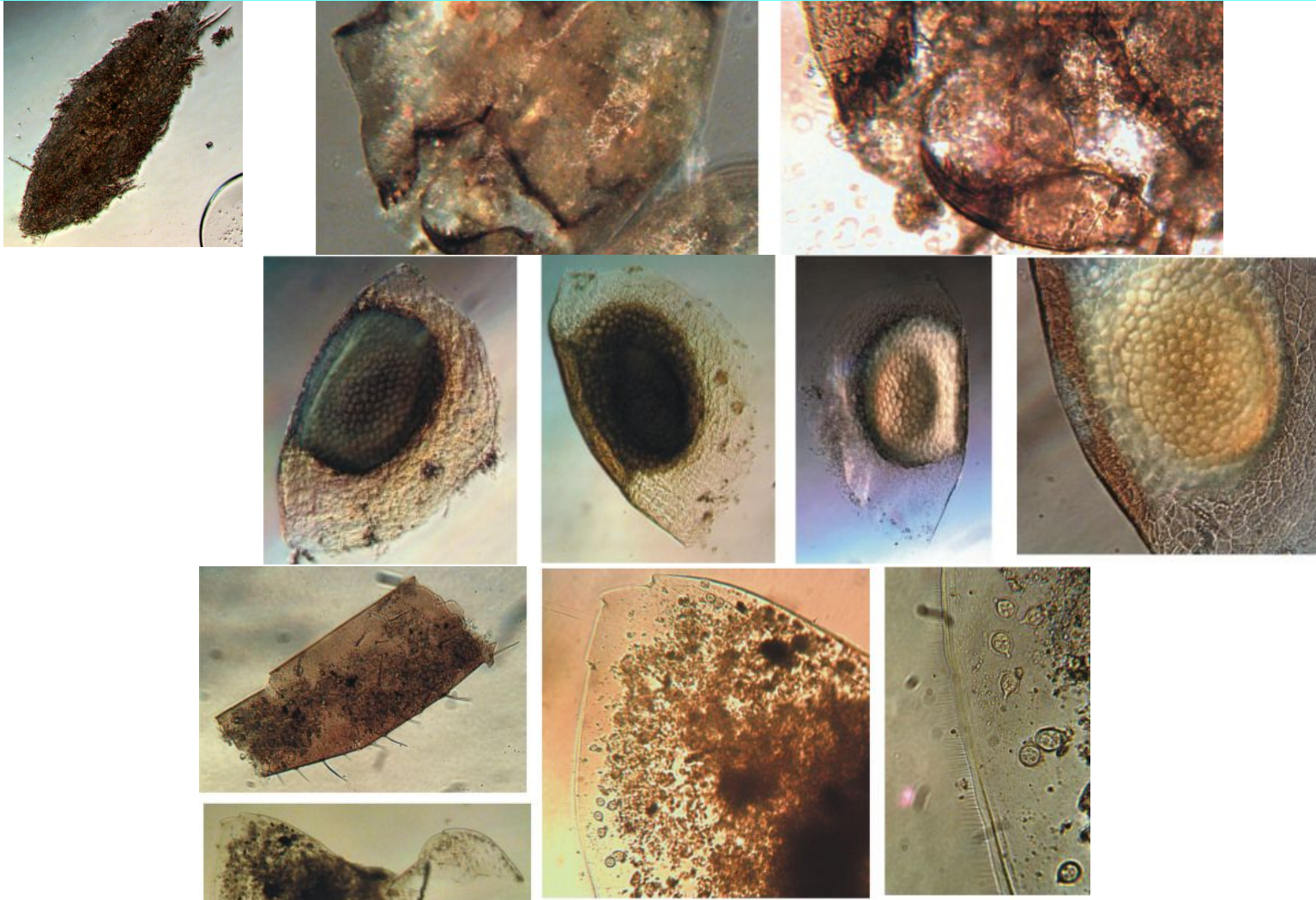
Компоненты танатоценоза оз. Шира в слое 100-101 см от начала колонки, (эфиппии рачков р. Moina).

Основы палеолимнологии. Лекция-4



Компоненты танатоценоза оз. Ширы в **слое 84-85 см** от верха колонки, отобранной летом 2011 г. (Плохо сохранившиеся остатки панцирей амфипод, пыльца хвойных деревьев, кусочки сгоревших растений, яйца коловраток р. *Brachionus*)

Основы палеолимнологии. Лекция-4

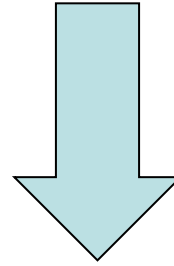


Компоненты танатоценоза оз. Ширы в слое 20 см от верха колонки, отобранной летом 2011 г.
(Головные капсулы хирономид, эфиппии рачков р. *Moina*, фрагменты панцирей амфипод, рачок *Arctodiaptomus salinus*).

Сибирский Федеральный Университет
Рогозин Д.Ю.
г. Красноярск, 2016

Основы палеолимнологии. Лекция-4

Видовой состав зоопланктона и зоо-бентоса



Соленость (ostracod-inferred salinity etc.),
отношение площадей литорали и пелагиали => размер водоема

