The background of the slide is a photograph taken from the deck of a ship. The sky is a mix of blue and orange, indicating sunset or sunrise. The ocean is dark and calm. On the right side, the white railing and a searchlight of the ship are visible.

# **КАЙНОЗОЙСКИЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ (ГАЛЬМИРОЛИЗА) В ОКЕАНИЧЕСКИХ КОТЛОВИНАХ**

**В.В.Кругляков**

**ГНЦ ФГУГП «Южморгеология» Роснедра,  
Геленджик**

# Районы работ в Мировом океане

ГНЦ «Южморгеология»



Работы по проблеме конкреций.  
1 – провинция Кларингтон-Клиппертон  
2 – Центральная и 3-Австралийская котловины

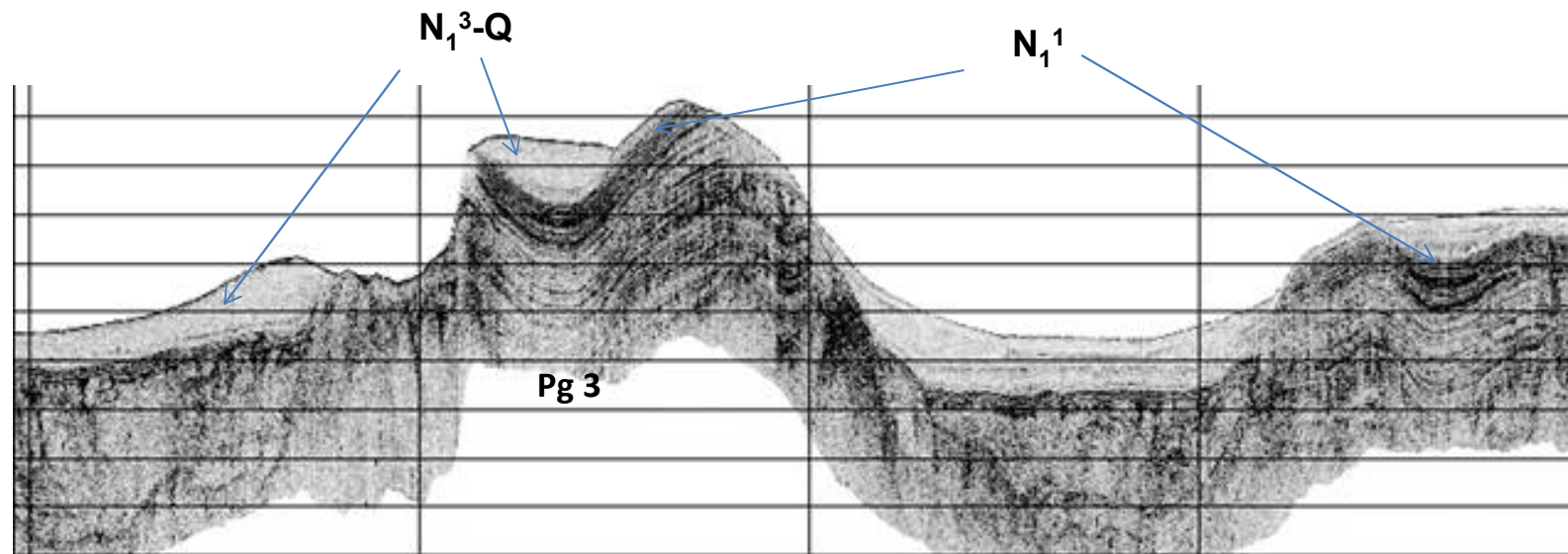


Работы по проблеме рудных корок.  
3 – поднятия Маркус-Уэйк и Магеллановы горы

# Районы работ и технология исследований

- Основная задача работ – разработка поисковых критериев и признаков оксидного полиметаллического оруденения океанических котловин и подводных горных сооружений
- Основной объём работ по проблеме полиметаллических конкреций выполнен в рудной провинции Кларион-Клиппертон Северо-восточной котловины Тихого океана на площади около 3 млн. кв. км. В меньшей мере изучены части Центральной, Западно-Австралийской и Кокосовой котловин Индийского океана на площади около 1 млн. кв.км.
- Работы по проблеме кобальтоносных рудных корок выполнены на поднятиях Маркус-Уэйк, Магеллановых гор в Тихом океане и на горах Индийского океана
- Кроме руд, залегающих на поверхности дна изучены состав, свойства и геологический возраст субстратов
- При стратиграфических исследованиях использован придонный акустический профилограф, освещающий разрез на глубину до 100 м с разрешением около 1 м
- Поверхность дна осмотрена с помощью придонной телевизионной установки и сфотографирована с расстоянием между кадрами около 20 м

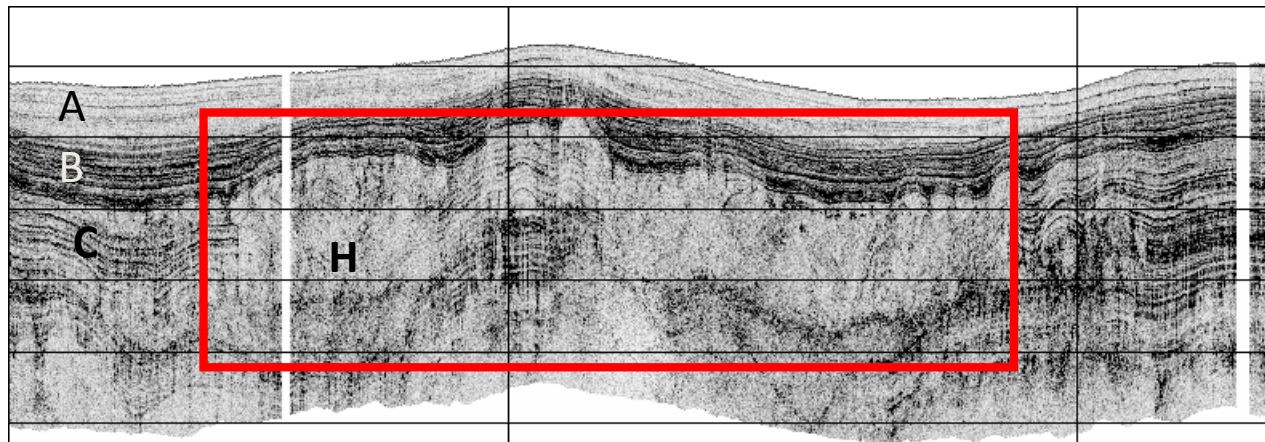
## Типичный геоакустический разрез участка провинции Кларион-Клиппертон



Отчетливо проявлена эрозионная поверхность между четко слоистыми отложениями нижнего миоцена и акустически прозрачными образованиями верхнего миоцена – антропогена.

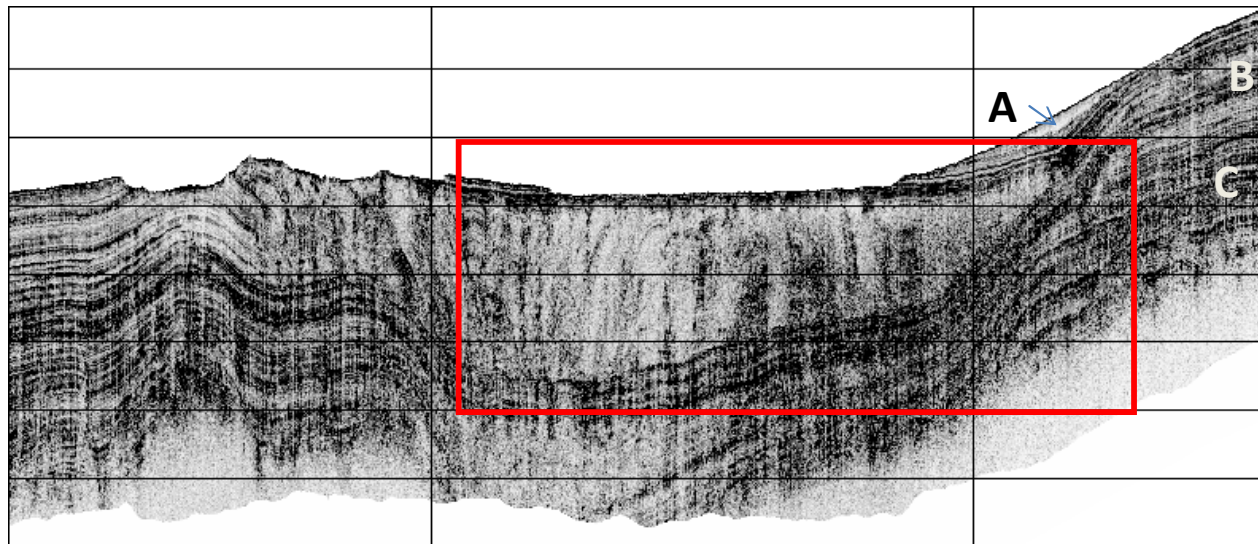
# Аномальный геоакустический разрез участка провинции Кларион-Клиппертон

В общем случае акустический разрез (сверху вниз) представлен акустически прозрачной пачкой глин, подстилаемой слоистыми карбонатными отложениями раннего миоцена (В) и олигоцена (С). Известны аномальные «мутные» тела (Н) в слоистой части разреза



- А – акустически прозрачный слой, представленный глинами различного состава, его возраст оценивается как плиоцен-четвертичный
- В – мергели и песч. мел раннего миоцена
- С – карбонатные и глинисто-карбонатные осадки олигоцена
- Н – акустически аномальное тело, нарушающее типичную характеристику комплекса С

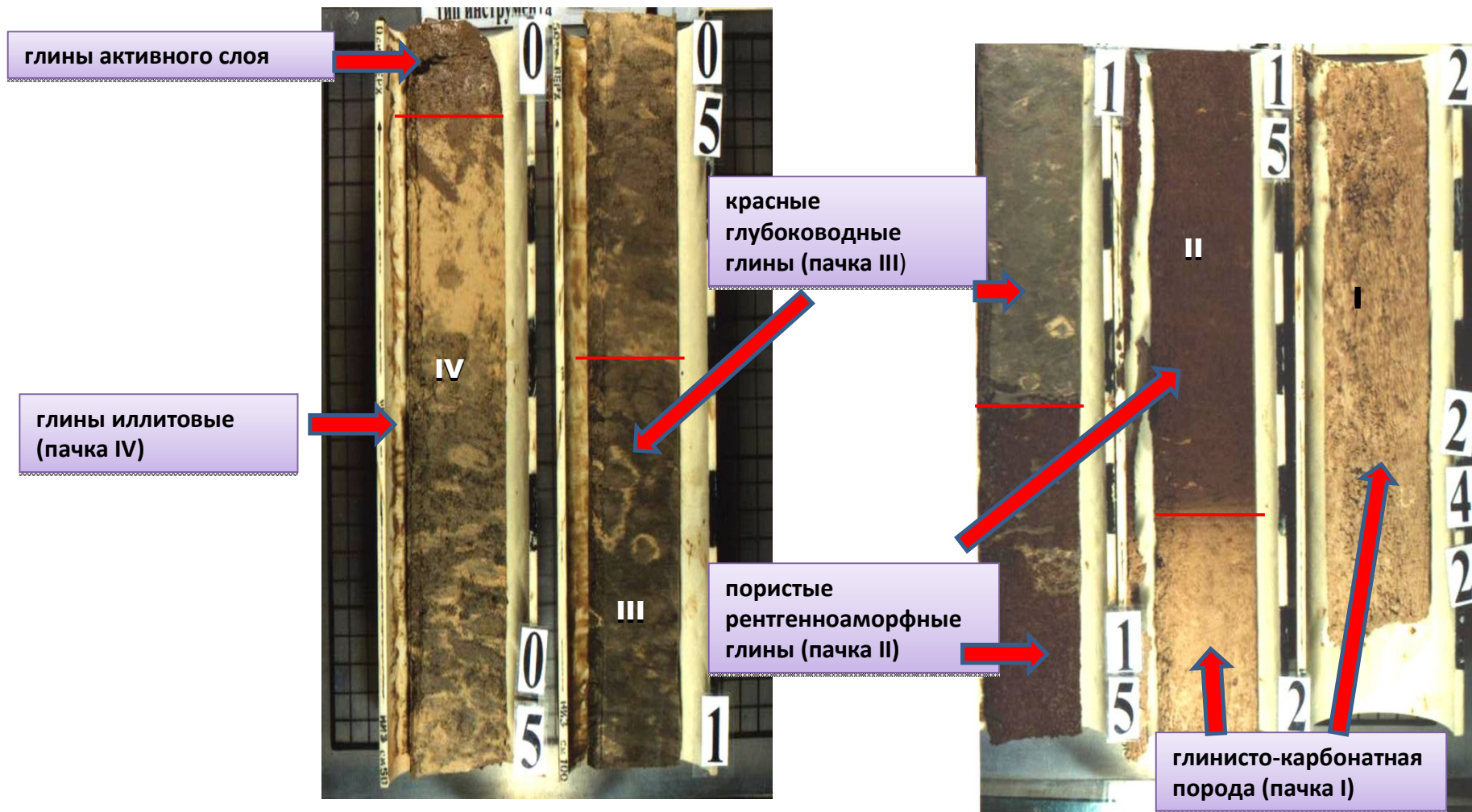
# Аномальный геоакустический разрез участка провинции Кларин-Клиппертон



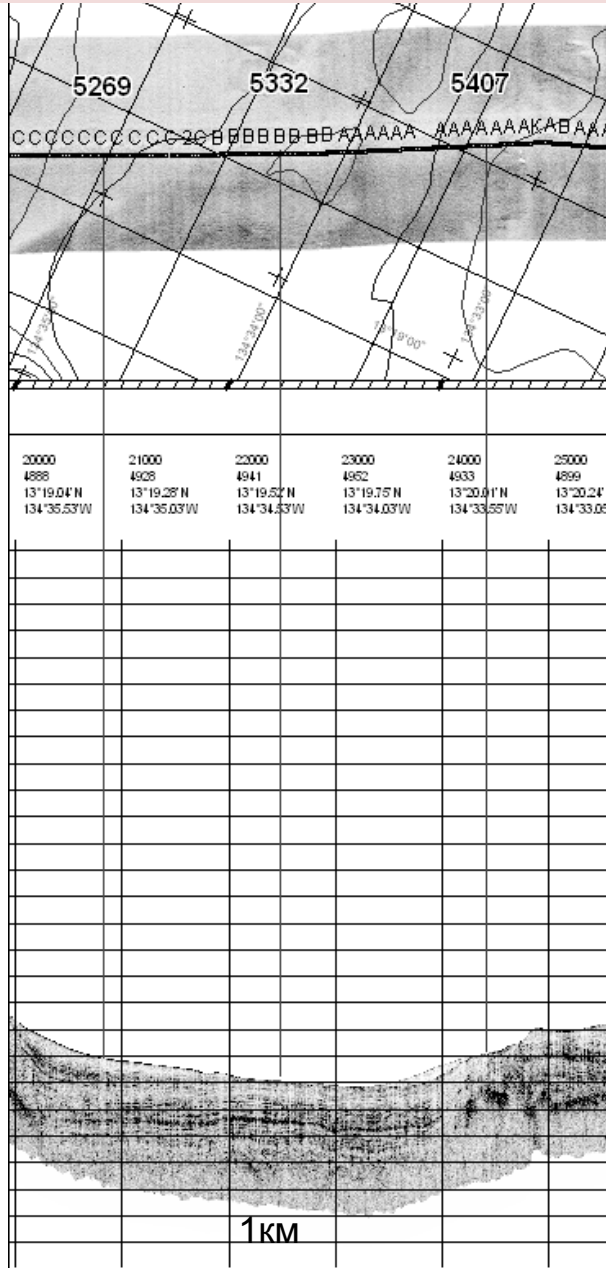
- Работами 2012-2013 годов акустические аномалии обнаружены вблизи поверхности дна. Аномальные участки опробованы прямооточной трубкой. По внешнему облику и физическим свойствам поднятый материал напоминает осадок, описываемый, как пачка II

# Стратиграфия верхней части разреза (акустического комплекса А) в условиях его типичного строения

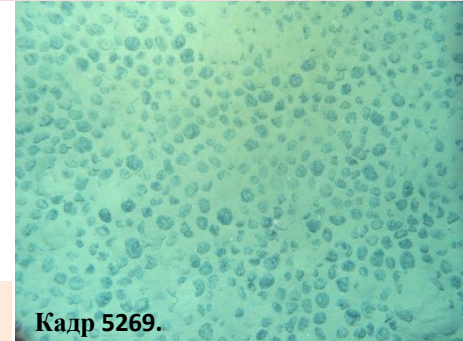
Колонка керн, отобранного прямооточной трубкой в керновых ящиках длиной по 0,5 м



## Сопоставление результатов акустического и фотографического профилирования

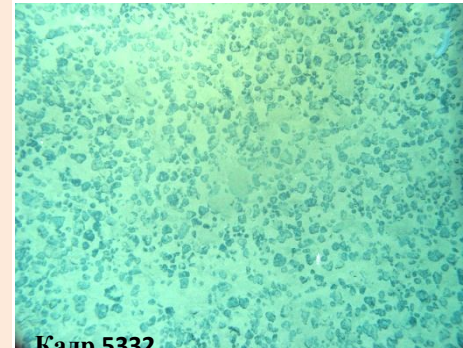


**Конкреции типов А, В и С  
по данным  
фотографического  
профилирования на  
выровненной поверхности  
дна при переменной  
мощности  
геоакустического  
комплекса А  
(глинистой части разреза)**



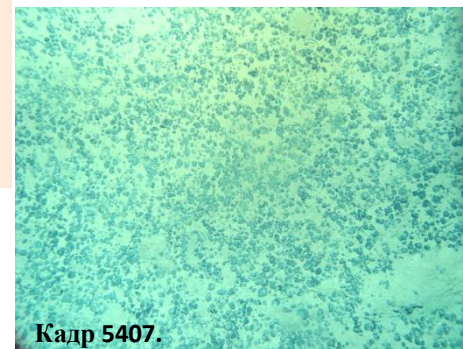
**Кадр 5269.**

**Крупные конкреции типа С в регулярном «гексагональном» залегании. Мощность глин до 40 м**



**Кадр 5332.**

**Конкреции преимущественно средних размеров типа В. Глины до 20 м**

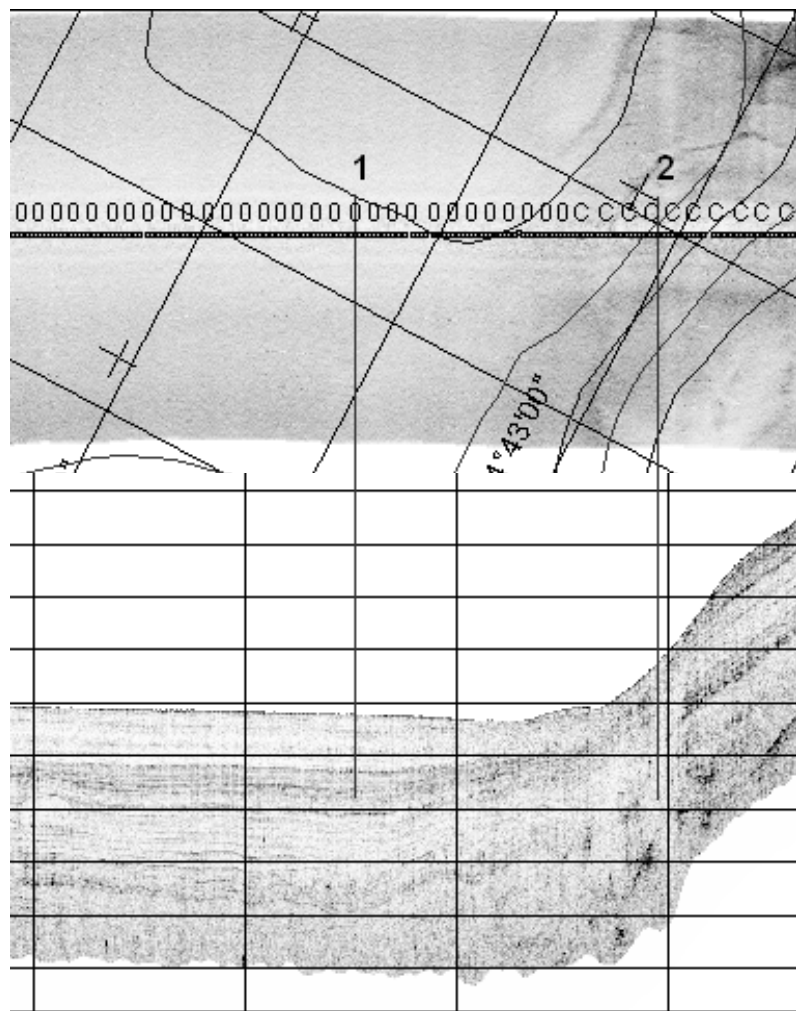


**Кадр 5407.**

**Мелкие конкреции типа А, расположенные плотными цепочками. Мощность глин около 0**



## Связь конкреций с характером разреза и рельефом дна

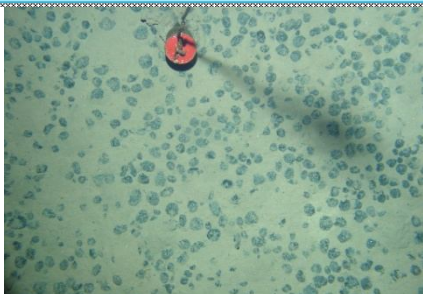


**При увеличенной мощности глинистой части разреза плотность залегания конкреций на поверхности незначительна вплоть до полного отсутствия. На склонах за счет тиксотропии глин конкреции группируются в цепочки, в которых ориентируются по удлинению конформно склону**

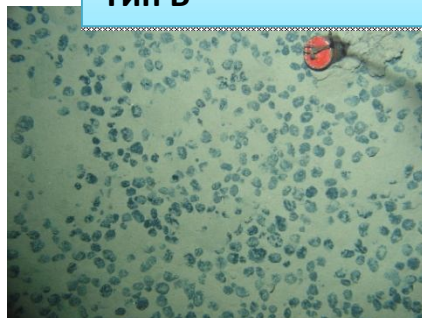
# Конкреции различных типов

## Результаты опробования и дискретного фотографирования

Конкреции, отобранные в 300 м от карстовой воронки. Тип А



Конкреции, отобранные в 700 м от карстовой воронки. Тип В



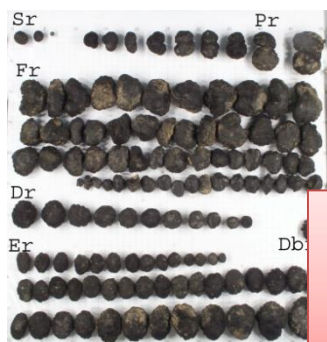
Конкреции, отобранные в 3500 м от карстовой воронки. Тип С



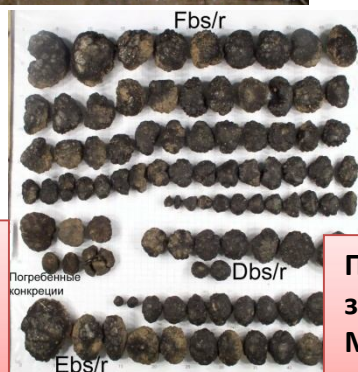
Донные фото



Пробы в коробе пробоотборника



Плотность залегания 52%.  
Медианный размер около 3 см



Плотность залегания 51%.  
Медианный размер около 5 см

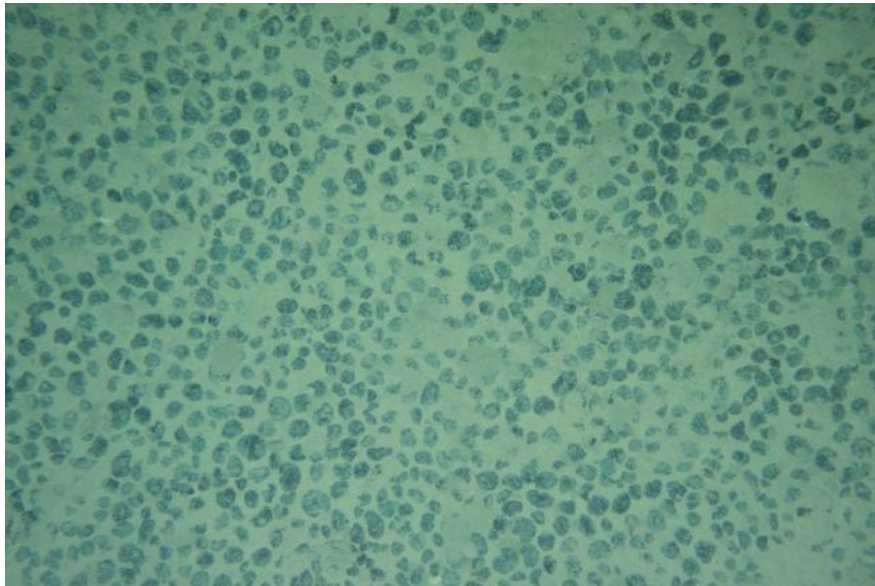


Пробы на трафарете, морфометрический анализ

Плотность залегания 47%.  
Медианный размер около 8 см

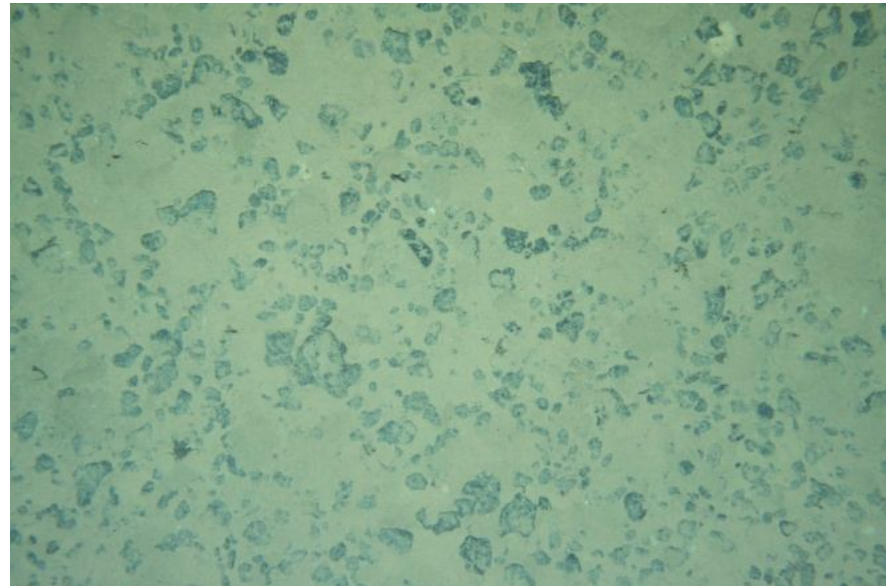
# Варианты проявления оруденения

## Конкреции



Самые значительные по плотности залегания и по качеству – содержанию марганца (до 33%) и цветных металлов скопления формируют конкреции типа С на полном профиле разреза глин

## Осколки панциря



Наименьшие концентрации этих металлов в конкрециях типа А (порядка 27%) и панцирях (не более 20%) на неполном разрезе глин

# Текстуры конкреций



В конкрециях отчетливо проявлена слоистость, как минимум, трех порядков: грубая (видна невооруженным глазом), средняя и тонкая (видны при увеличении).

Грубая отображает стадии роста. Средняя и тонкая отображают механизм отложения вещества. В них отчетливо проявляются текстуры типа строматолитовой, что свидетельствует об их биологической природе

# Марганцевый модуль (Mn/Fe) в осадочных образованиях

## По результатам анализа осадков (подвижные формы)

- Глина алевритистая (пачка IV) – 2,5
- Глина красная глубоководная (пачка III) – 15,0
- Алеврит и алевролит глинистый (пачка II) – 4,9
- Писчий мел и мергель (пачка I) – 3,6

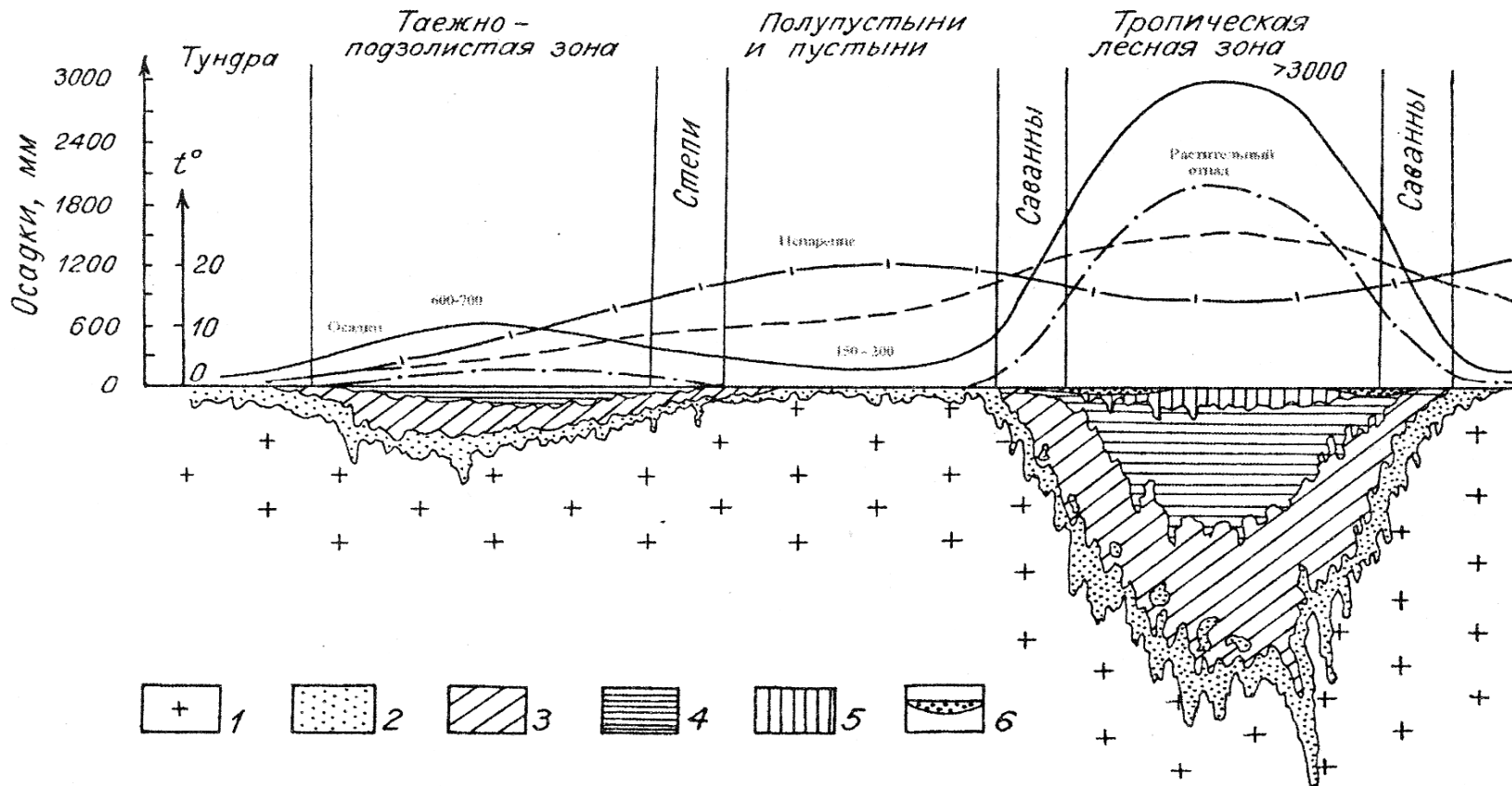
## По результатам анализа конкреций, корок и панцирей

- Конкреции разновидности С – 5,5
- Конкреции разновидности В – 4,0
- Конкреции разновидности А – 2,5
- Рудные корки и панцири – 1

**Марганцевый модуль в воде 0,07, в базальтах 0,02.  
Отсюда вывод: конкреции генетически связаны с осадками и не  
связаны ни с осаждением материала из воды, ни с разложением  
базальтов. Это в свою очередь позволяет рассмотреть  
возможность гальмиролитической природы глин и конкреций**

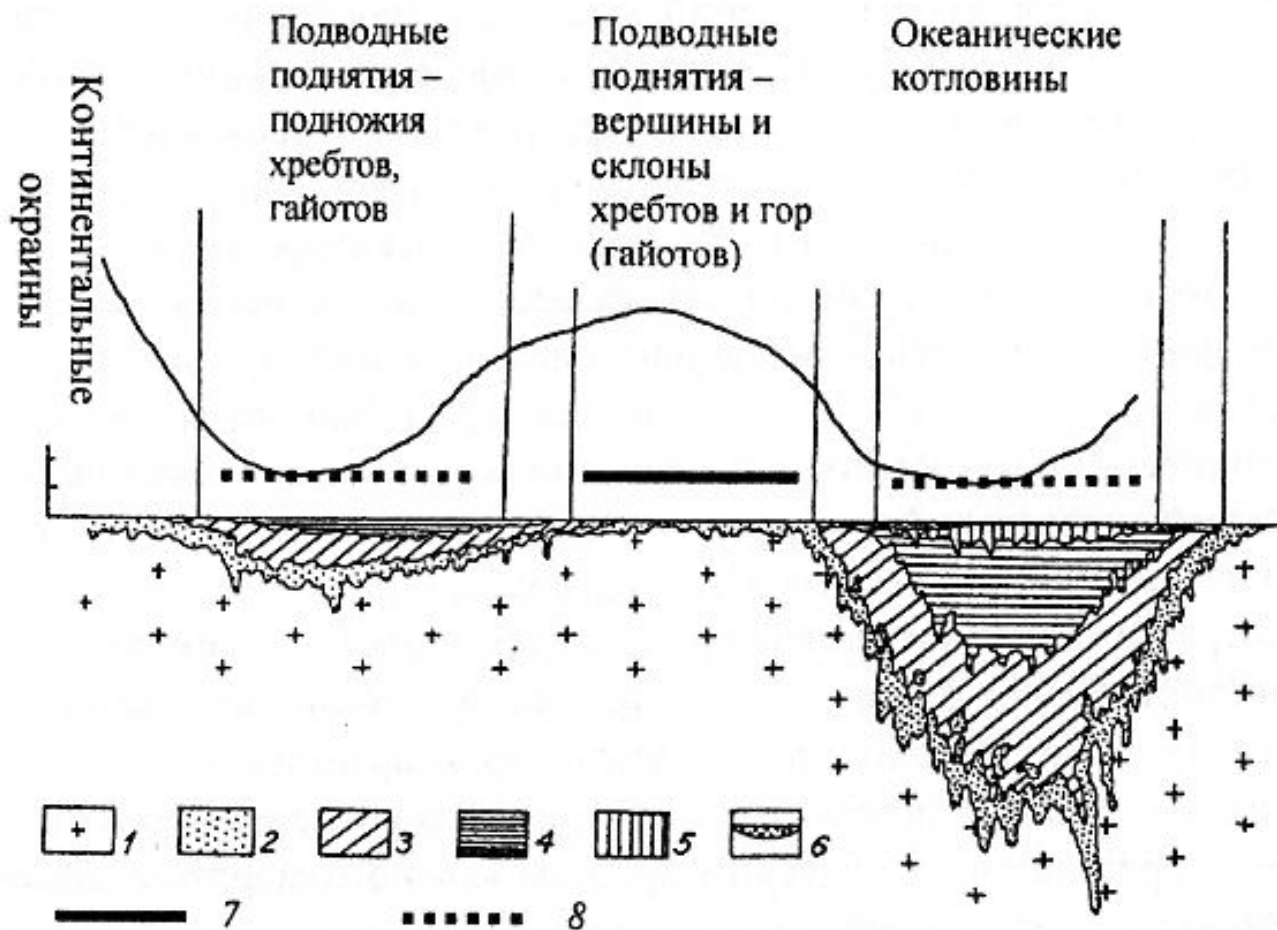
# Схема образования коры выветривания

По Е.К.Лазаренко (1962), В.И.Старостину (2006) со ссылками на Н.М.Страхова



1 – свежая порода, 2 – зона дресвы, 3 – иллит-монтмориллонит-бейделитовая порода, 4 – каолиновая порода, 5 – охры, 6 – панцирь, окислы металлов

# Схема образования коры гальмиролиза



1 – свежая порода, 2 – зона первичного разрушения, 3 – красные глубоководные глины с цеолитами, 4 – гидрослюдистые глины с хлоритом, каолинитом и др., 5 – геохимически активный слой, 6 – панцирь, 7 – рудные корки, 8 – железомарганцевые конкреции

## Процесс гальмиролиза и его продукты на разных стадиях

Вынос вещества	Состав пород / процесс	Накопление вещества
	Иллит, Монтмориллонит, хлорит, каолинит, конкреции	Марганец, железо, натрий, магний, титан
Кальций, железо, алюминий, Магний, кремний	<i>Дегидратация, окончательное окисление</i>	
	Иллит, монтмориллонит, каолинит	Марганец, железо, титан
Марганец, натрий, вода и др.	<i>Гидролиз, начало окисления</i>	
	Монтмориллонит, иллит, цеолиты	Вода, щелочи, щелочные земли, др.
Железо	<i>Гидролиз</i>	
	Аморфная фаза	Практически отсутствует
Кальций	Карбонаты <i>Выщелачивание</i>	



## Исследование подвижности элементов в процессе гальмиролиза

Составлен сводный литологический разрез.

Отобраны пробы осадков из всех выделяемых литологических разностей колонок кернов (слайд 7).

Проведено фазовое разложение (5 стадий).

Для контроля суммы извлеченных металлов параллельные навески разложены смесью кислот с добавлением фторида.

- Стадия 1, водное растворение
- Стадия 2, выщелачивание ацетатно-буферным раствором
- Стадия 3, растворение щавелевой кислотой
- Стадия 4, разложение реактивом Честера
- Стадия 5, разложение в азотной кислоте

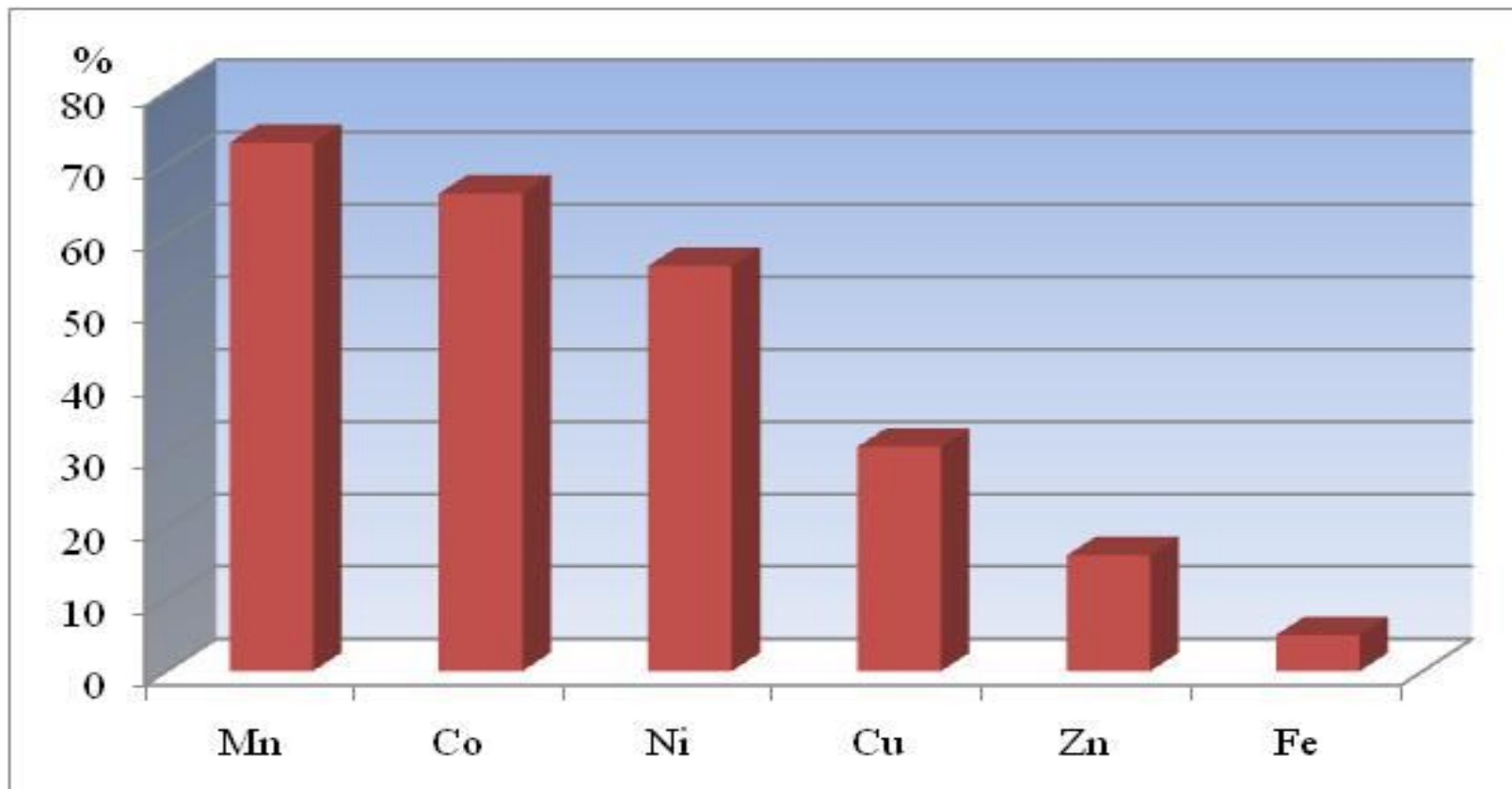
В осадках ряд подвижности (%):

**Mn (73) > Co (66) > Ni (56) > Cu(31) > Zn(16) > Fe(5)**

В конкрециях такой ряд несколько отличен (%):

**Co (95) > Mn (90) > Ni (88) > Cu (86) > Zn (85) > Fe (63).**

## Ряд подвижности элементов в профиле коры гальмиролиза



Исследование подвижности металлов выполнено путем последовательного выщелачивания разными восстановителями в кислой среде. Наиболее полно металлы извлекаются щавелевой кислотой (ЗрН) и реактивом Честера.

# Выводы

- На дне Мирового океана далеко не всюду способны накапливаться осадки из толщи воды
- На участках (в районах, регионах) отсутствия накопления осадков (в океанических котловинах с глубиной более критической глубины карбонатной компенсации около 4500 м, где развита химическая эрозия, на поднятиях с активной механической эрозией), как и на суше, происходит разрушение, т.е. происходит подводный эквивалент выветривания ранее сформированных горных пород – гальмиролиз
- Профиль коры гальмиролиза по геохимическим процессам и их литологическим результатам по всем основным показателям идентичен профилю коры выветривания
- Все марганцевые месторождения и рудопроявления с докембрия до антропогена парагенетически (или генетически?) связаны с толщами карбонатных пород (Э.Л.Школьник и др., 2013)
- Марганцевый модуль (Mn/Fe) рудных корок и полиметаллических конкреций устойчиво превышает 1, достигая в отдельных разностях конкреций 6, тогда как в базальтах и океанской воде он не превышает значения 0,1. Я не встречал описания гидротермальных образований с марганцевым модулем от 1 до 6.
- **Откуда же берется марганец для формирования полиметаллических конкреций и рудных корок от докембрия до четвертичного времени? Этот вопрос ждет своего разрешения.**

Благодарю  
за внимание

