

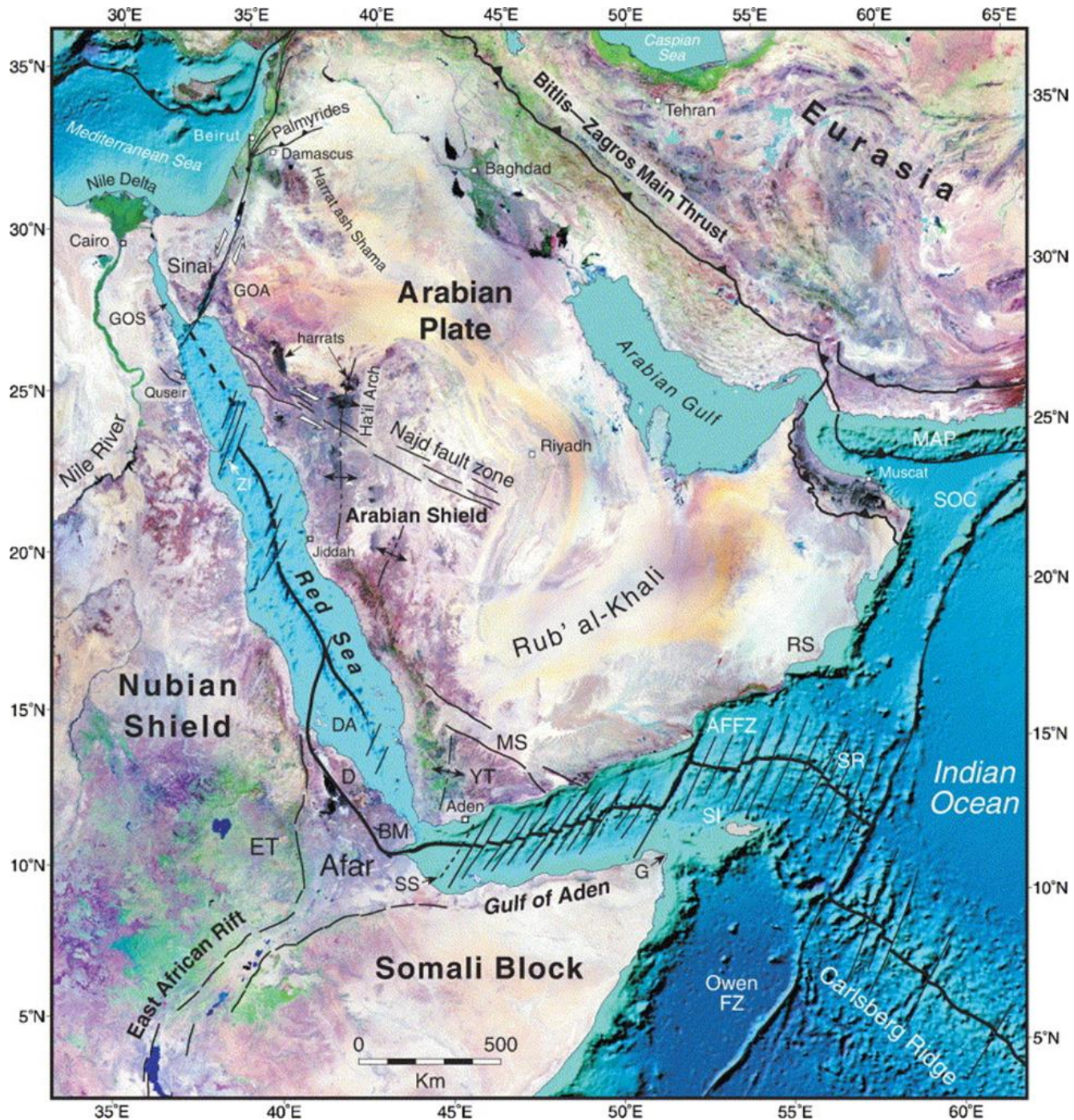
Тема 14. Химия Мирового океана

Часть 4

Рассолы на дне Мирового океана

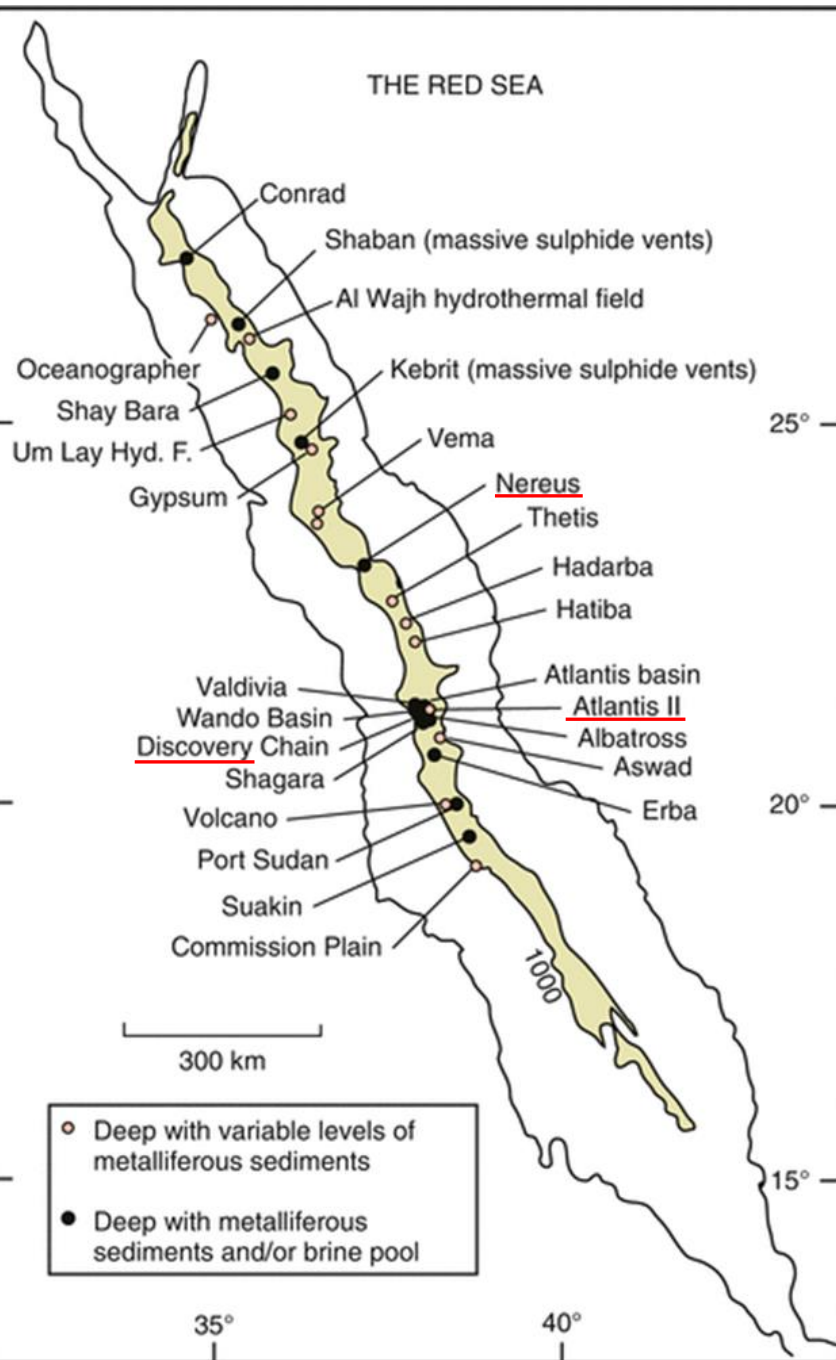
Рассольные впадины Красного моря

Первая впадина с горячими рассолами на дне красноморского рифта открыта в 1964 г. Она получила название «Дискавери» в честь научно-исследовательского судна, в рейсе которого она была обнаружена. Впоследствии на дне Красного моря было найдено еще более 20 рассолоносных впадин, в т.ч. – впадина «Атлантис-II» с промышленными запасами металлоносных осадков (Cu, Zn, попутно Co, Ag, Au). Эта впадина рассматривается рядом исследователей как современный аналог колчеданного месторождения филизчайского типа.



Тектоническая схема сочленения Африканской и Аравийской континентальных плит

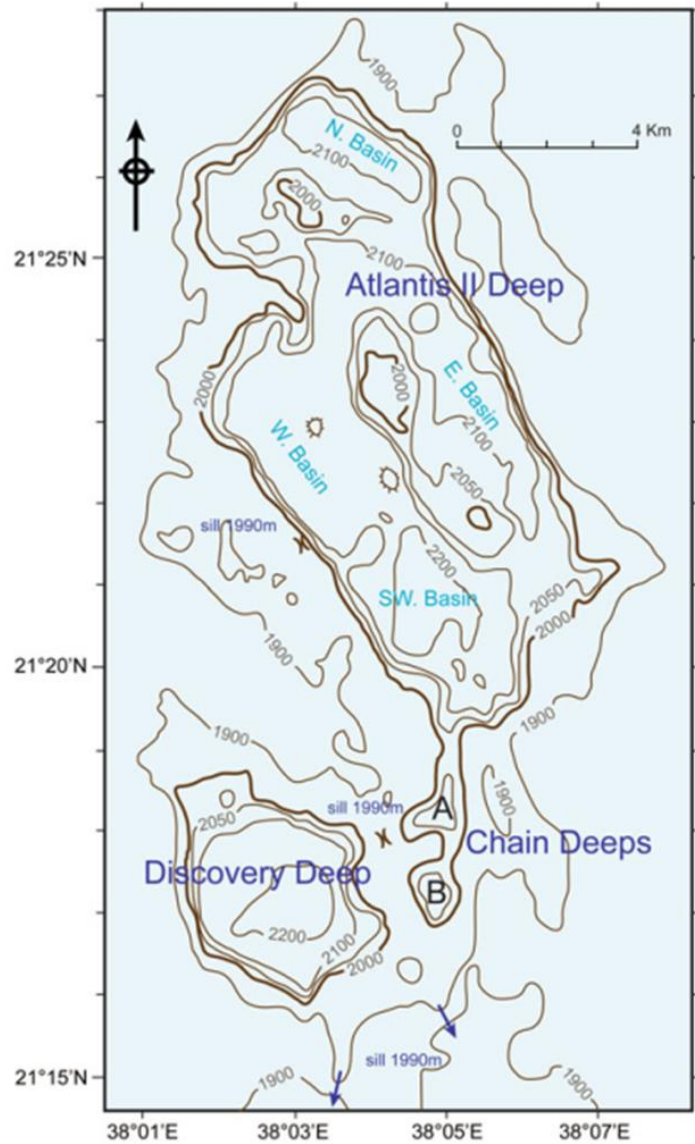
Рифт Красного моря продвигается к северу. Он имеет небольшую сдвиговую компоненту, вследствие чего разбит множеством левосторонних трансформных разломов. Эти разломы дают впадины - зияния в толще миоценовых эвапоритов, порождая соленой карст.



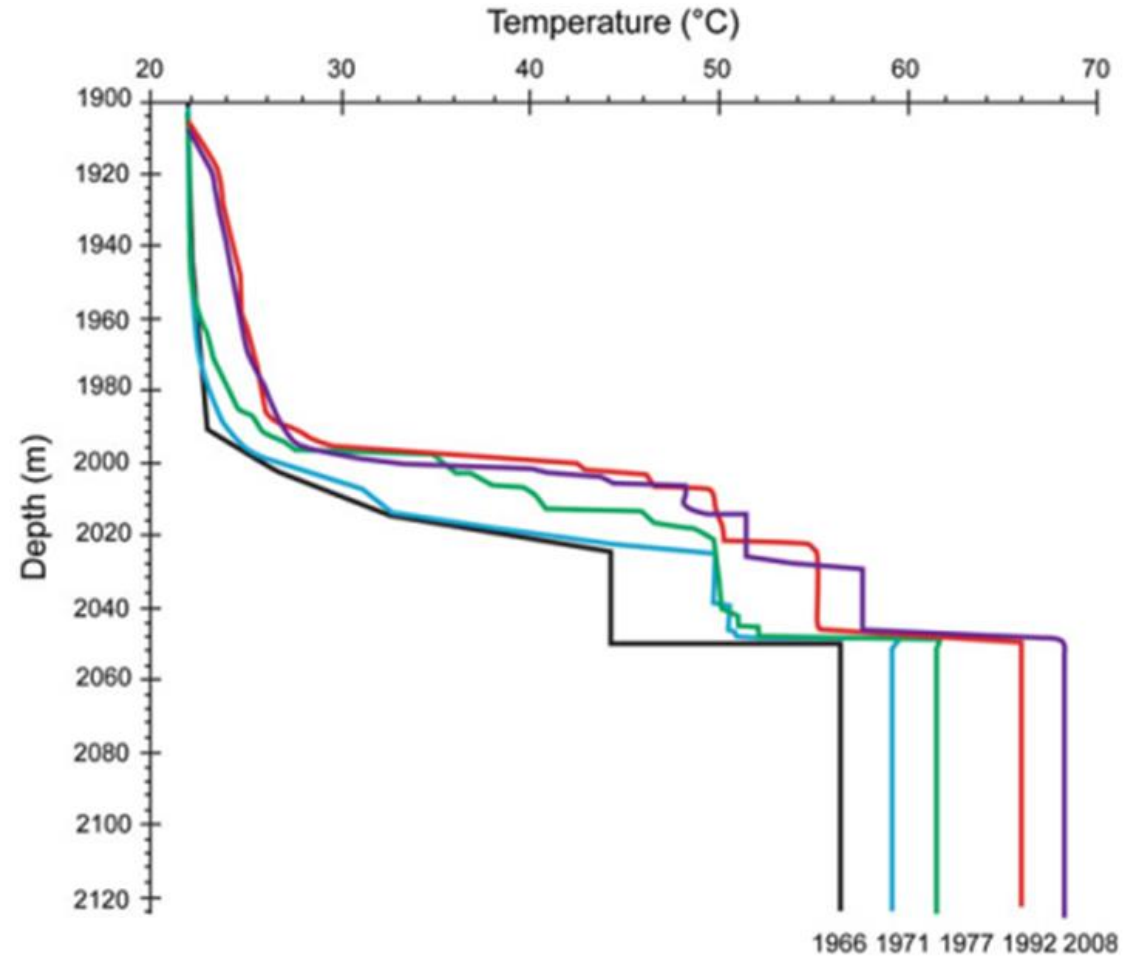
Карта размещения впадин на дне Красного моря, выявленных к 2010 г.

Желтыми кружками показаны впадины с металлоносными осадками (без рассолов). Черными показаны впадины с рассолами. Красным подчеркнуты «горячие» впадины.

Впадина Атлантис-II

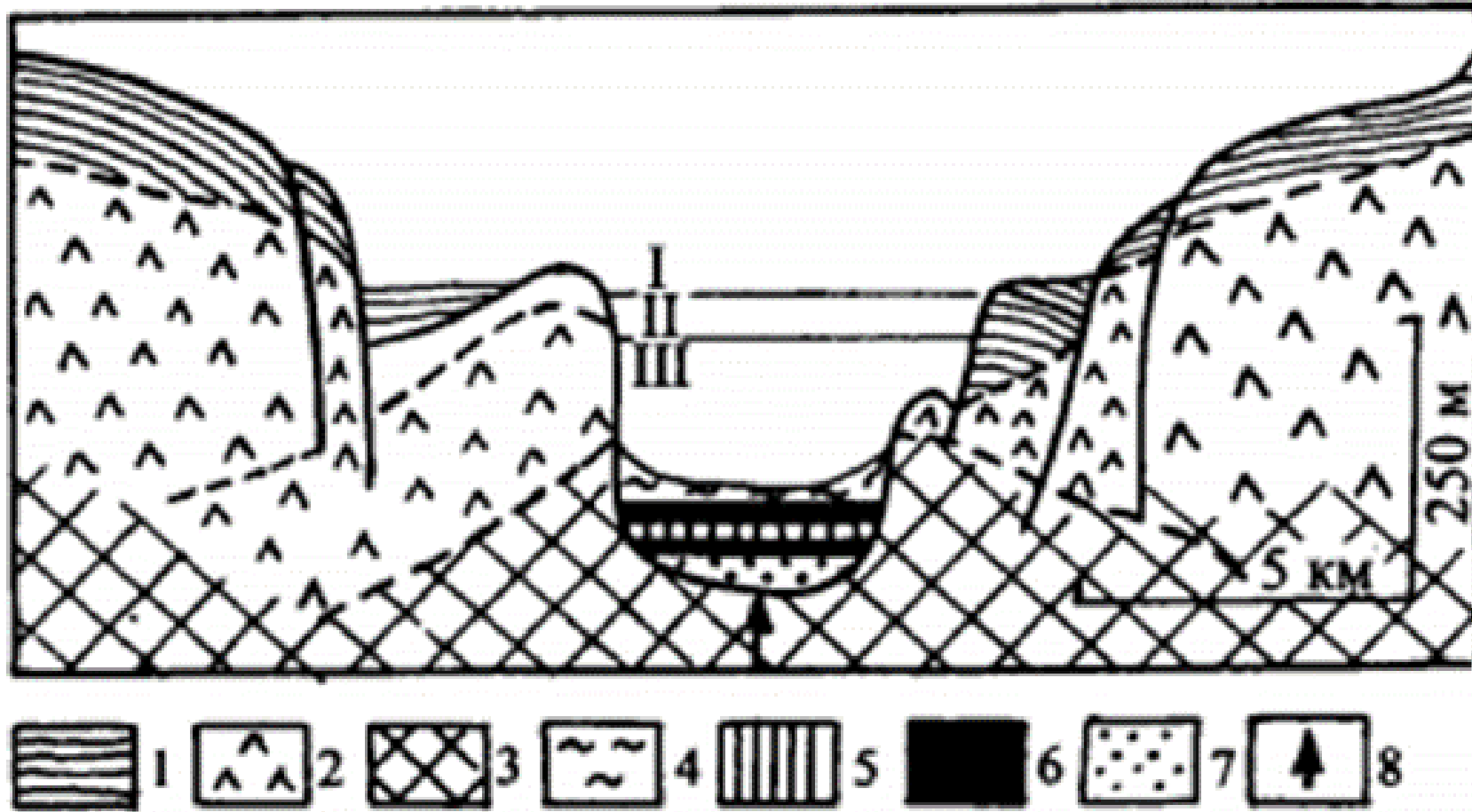


Батиметрическая карта впадин Атлантис-II, Дискавери и Чейн. Жирным контуром показаны границы зеркала рассолов. Размер рассольного бассейна впадины Атлантис-II 20×6 км, глубина слоя рассолов более 200 м.

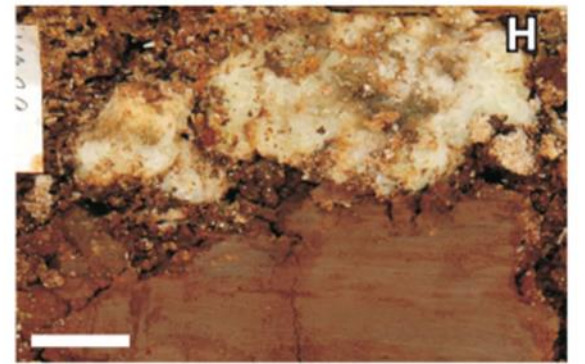
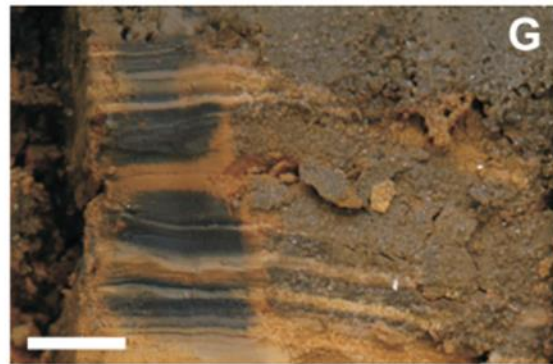
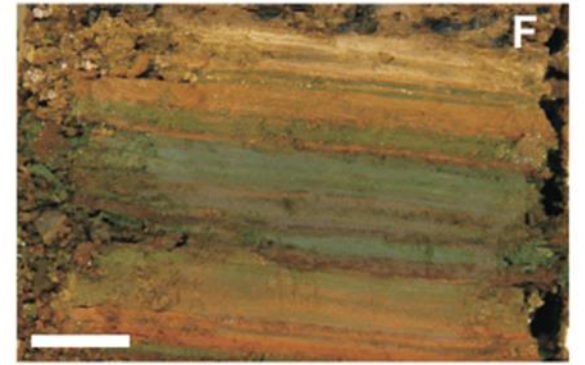
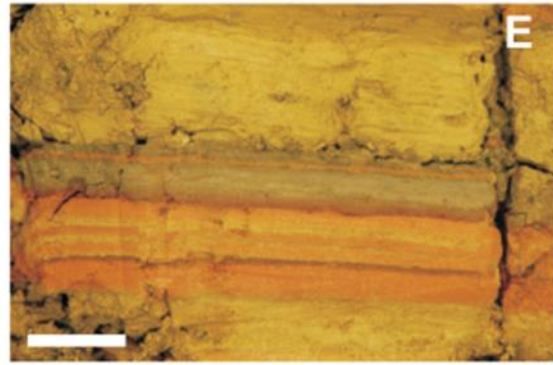


Режимные наблюдения показывают, что в настоящее время впадина Атлантис-II разогревается. Это свидетельствует о наличии в ней горячих рассольных источников (позиция которых не установлена).

Геологическое строение впадины Атлантис-II (Thisse et al., 1983)



1 - плиоцен-четвертичные глинисто-карбонатные породы; 2 - миоценовые эвапориты; 3 - базальты океанической коры; 4-7 - литолого-минералогические зоны рудоносных отложений (Backer, Richter, 1973): 4 - аморфно-силикатная (AM), 5 - оксидная (CO), 6 - верхняя и нижняя сульфидные (SU1 и SU2), 7 - детритно-оксидно-пиритная (DOP); 8 – предполагаемое место разгрузки гидротерм.
I - морская вода; II – верхний слой рассола (40°C); III – нижний слой рассола (70°C).



Фотографии типичных металлоносных осадков впадины Атлантис-II (Laurila et al., 2015). Основную промышленную ценность представляют сульфидные горизонты SU1 (фото G) и SU2.

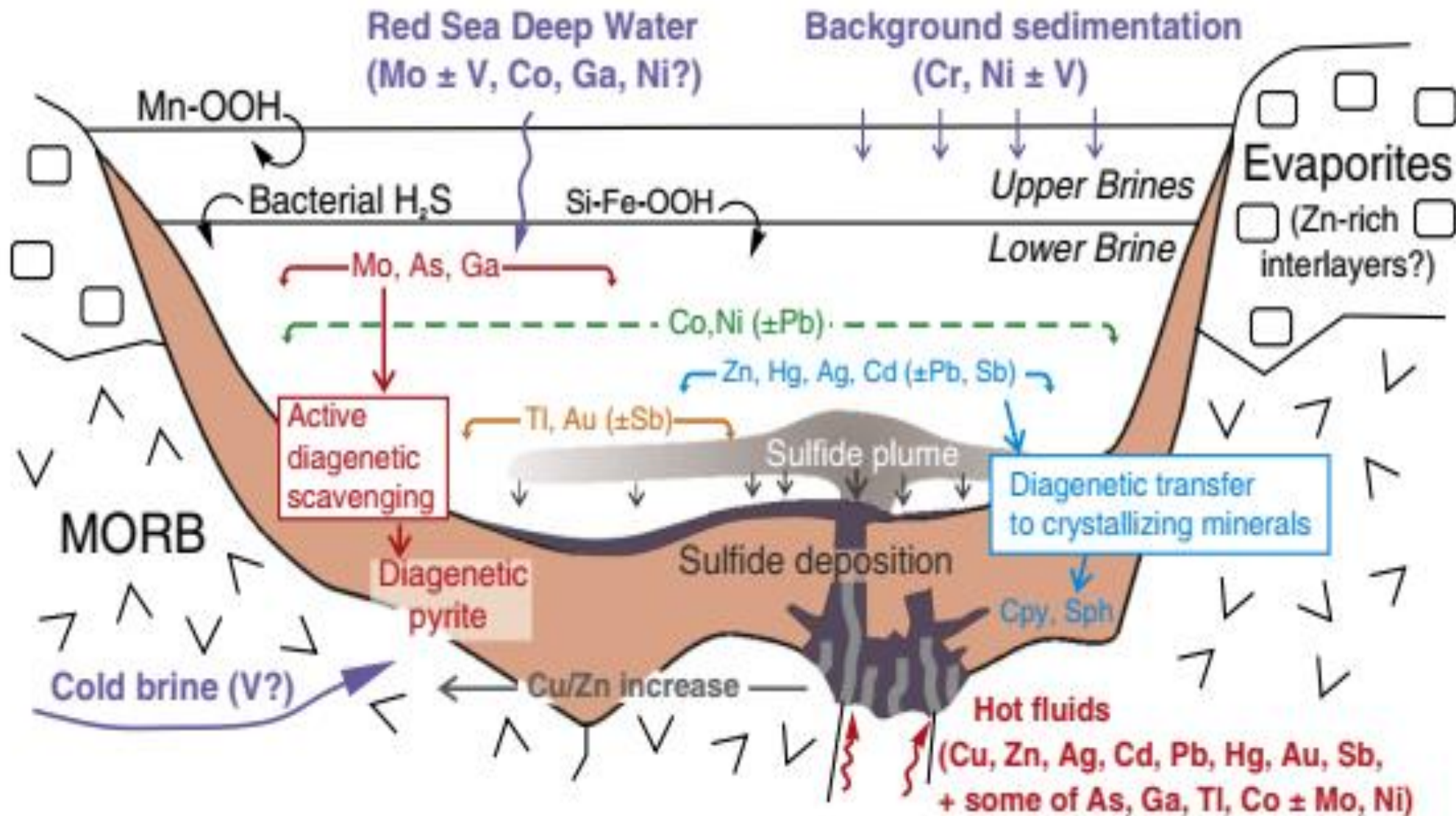
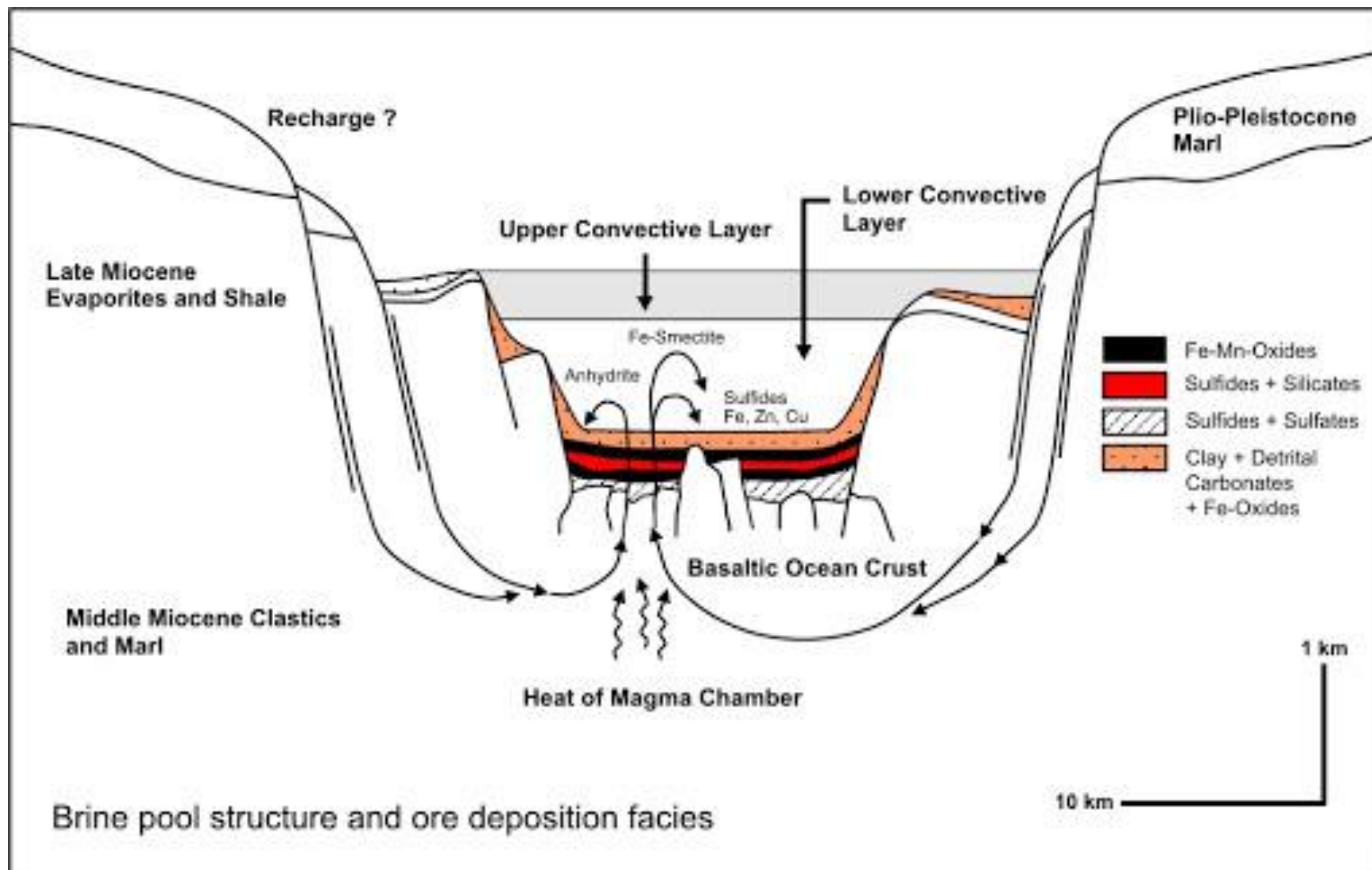
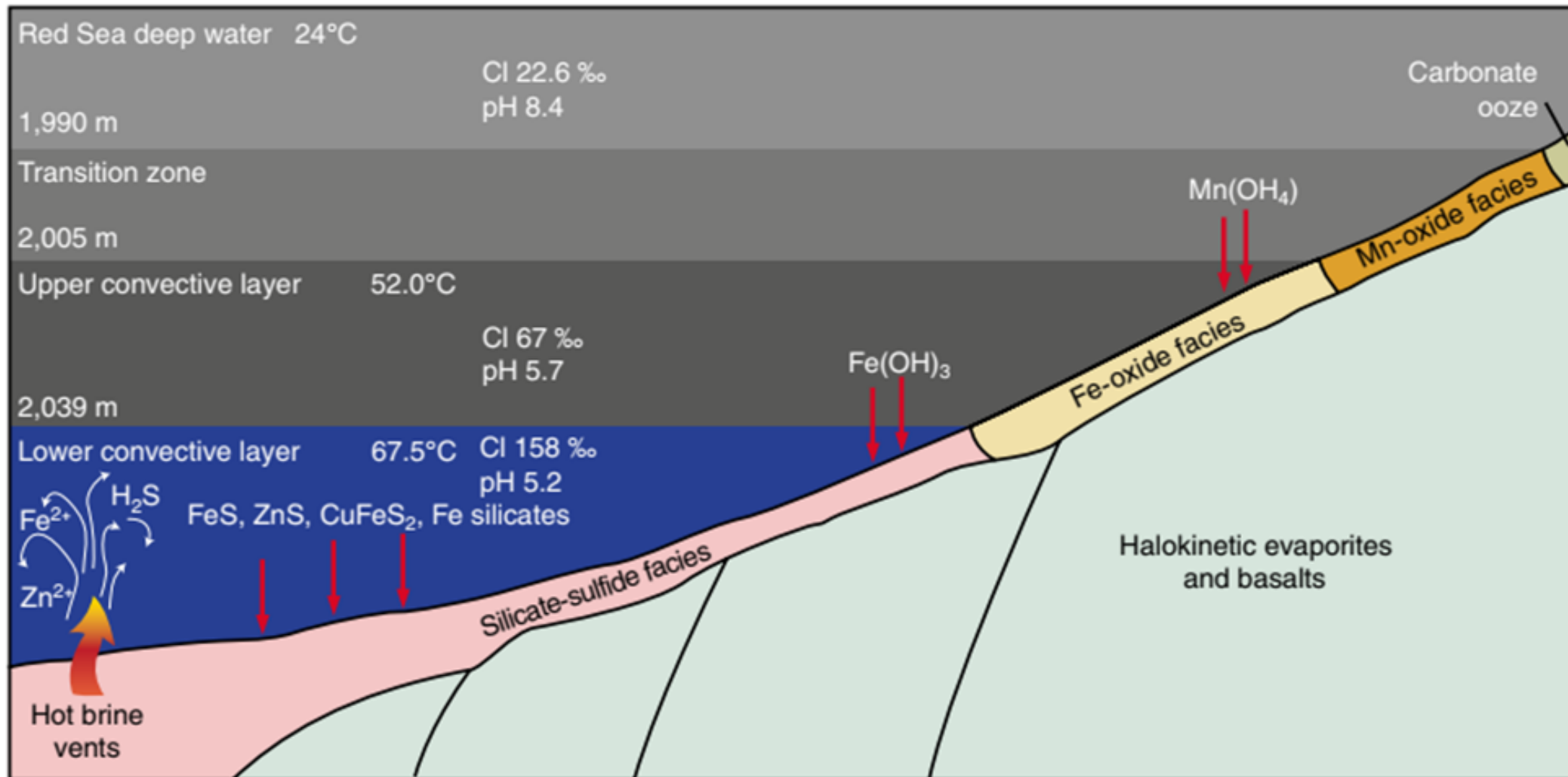


Схема геохимических процессов при образовании металлоносных осадков во впадина Атлантис-II (по Laurila et al., 2015).



Источники поступления вещества при образовании металлоносных осадков во впадина Атлантис-II.



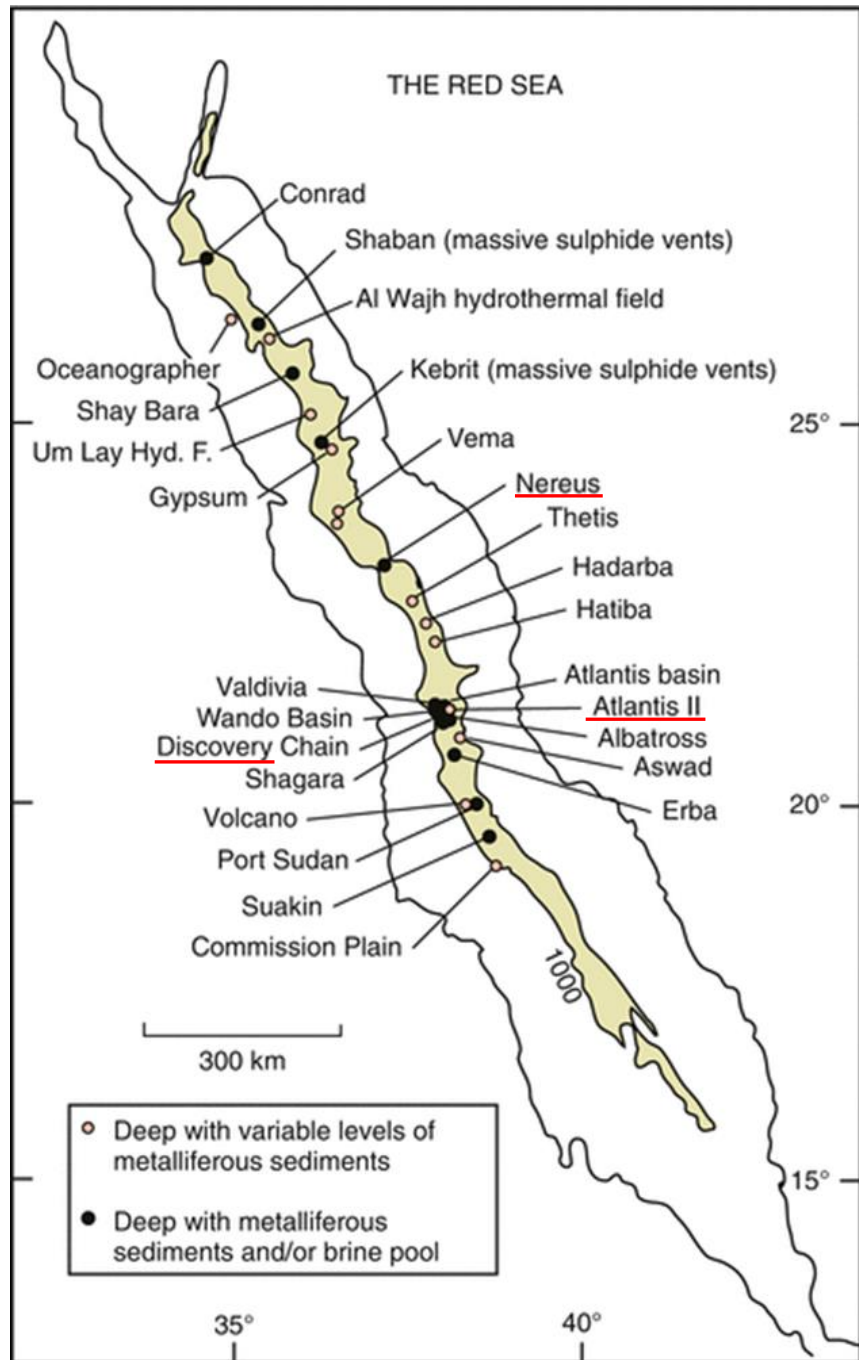
Возможные фациальные соотношения рудных горизонтов впадины Атлантис-II (по Hovland et al., 2006).

Оценочные ресурсы металлов во впадине Атлантис-II:

По (Baker, Lang, 1987): 150-200 млн. т неконсолидированных осадков с содержаниями Zn 5-6% и Cu 0,8% (на сухое вещество). Попутно также могут извлекаться Fe, Mn, Ag и Au.

По (Guneu et al., 1984): Zn 1.89 млн.т, Cu 0.42 млн.т, Co 5 тыс. т, Ag 3.8 тыс. т, Au 47 т, общая масса неконсолидированных осадков 700 млн.т.

Основная проблема – экологическая: осадки пропитаны металлоносным рассолом, который надо куда-то захоранивать.

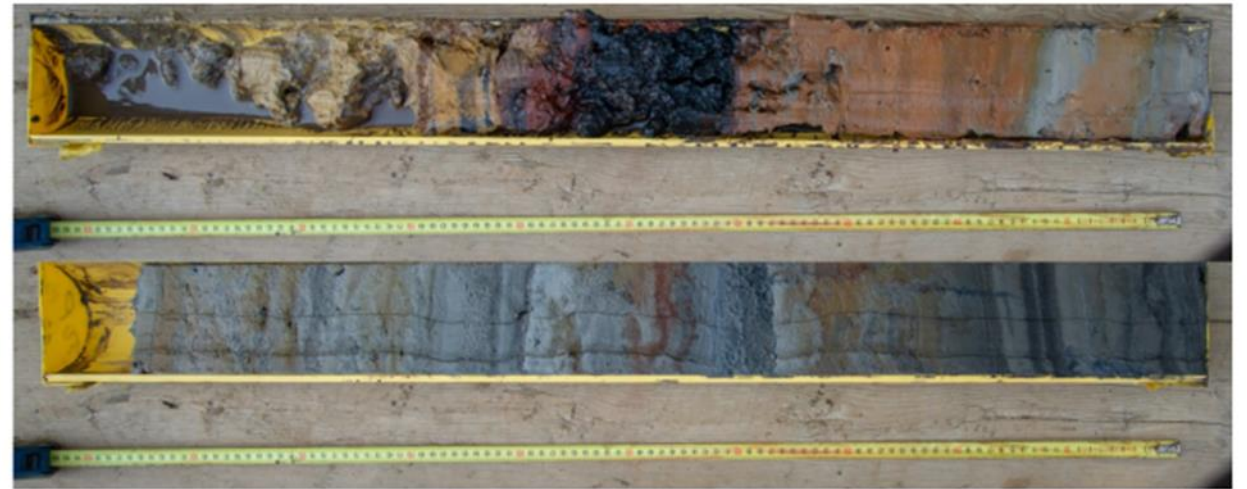


Карта размещения впадин на дне Красного моря, выявленных к 2010 г.

Желтыми кружками показаны впадины с металлоносными осадками (без рассолов). Черными показаны впадины с рассолами. Красным подчеркнуты «горячие» впадины.

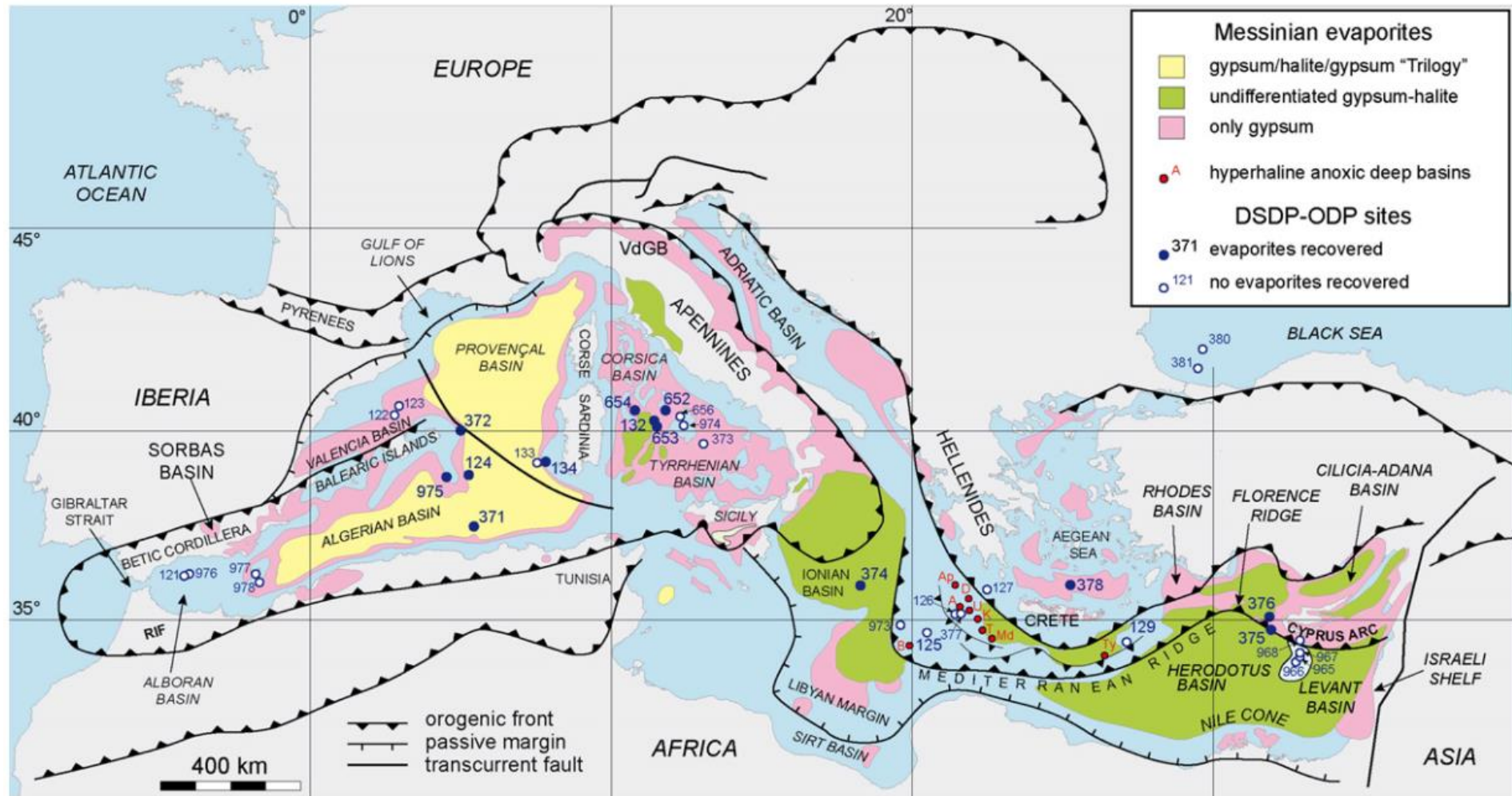


Фотографии металлоносных осадков впадин
Дискавери и Эрба (Laurila et al., 2015)..



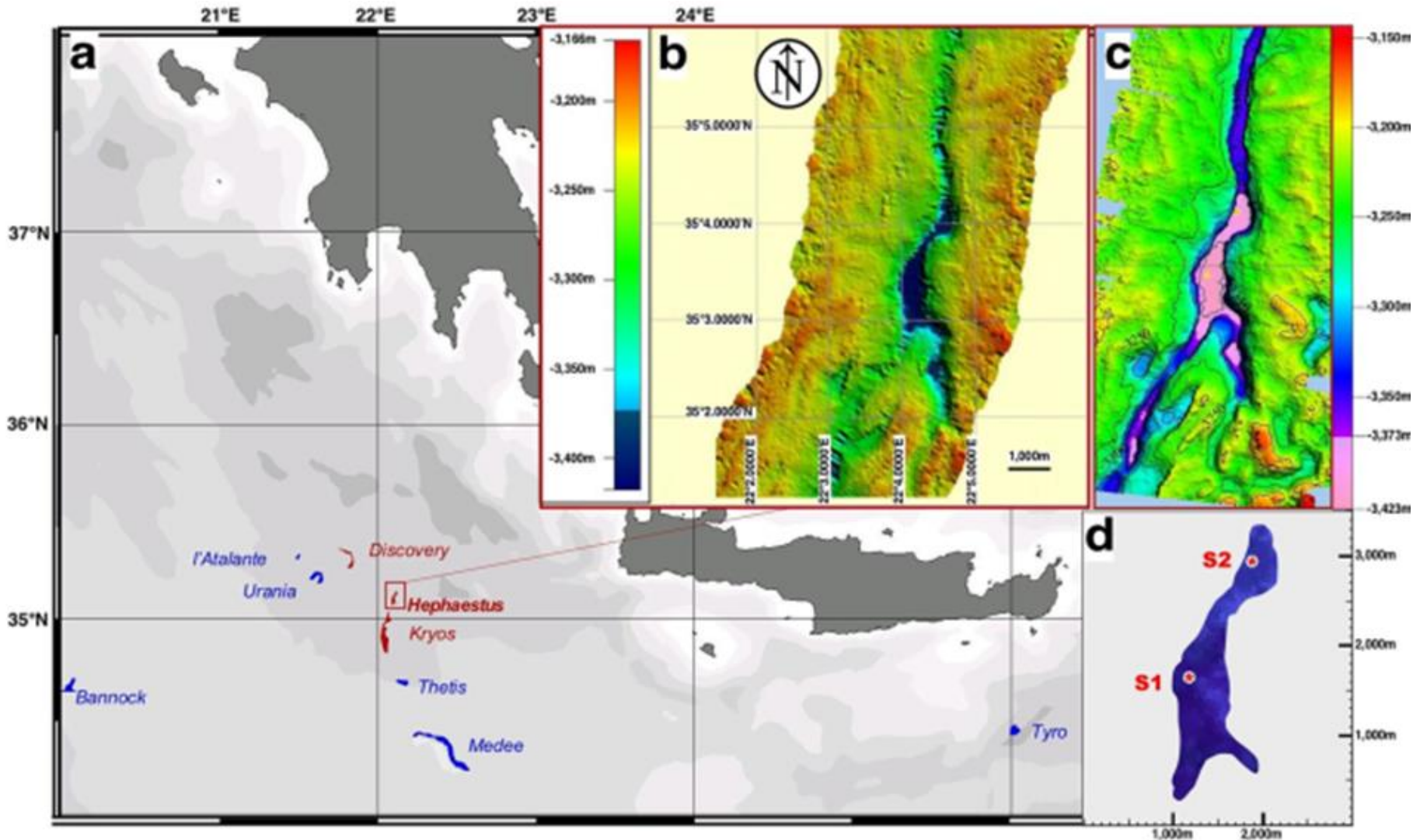
Рассольные впадины на дне Средиземного моря и Мексиканского залива

Распространение мессинских (средний миоцен) эвапоритов в бассейне Средиземного моря



Красными точками показаны рассольные впадины на дне моря, синими – скважины глубоководного бурения, вскрывшие эвапориты.

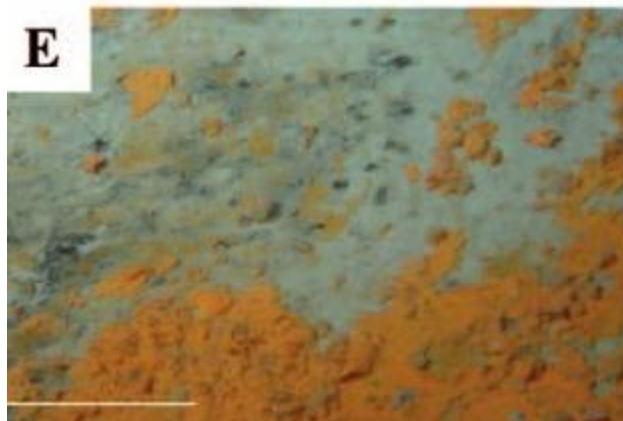
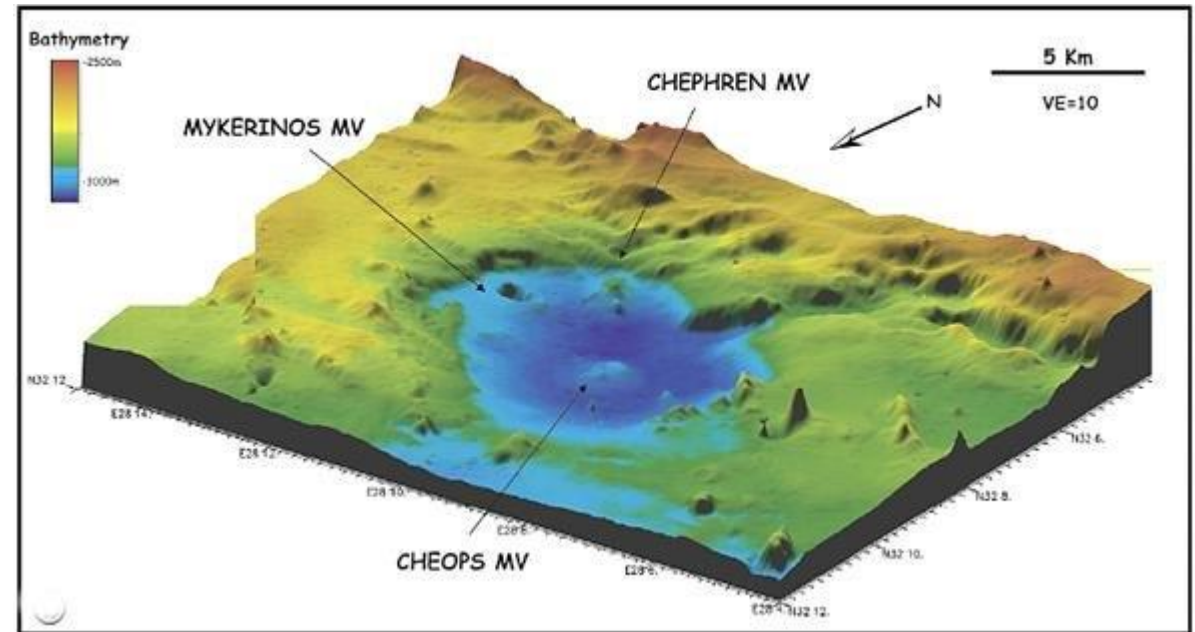
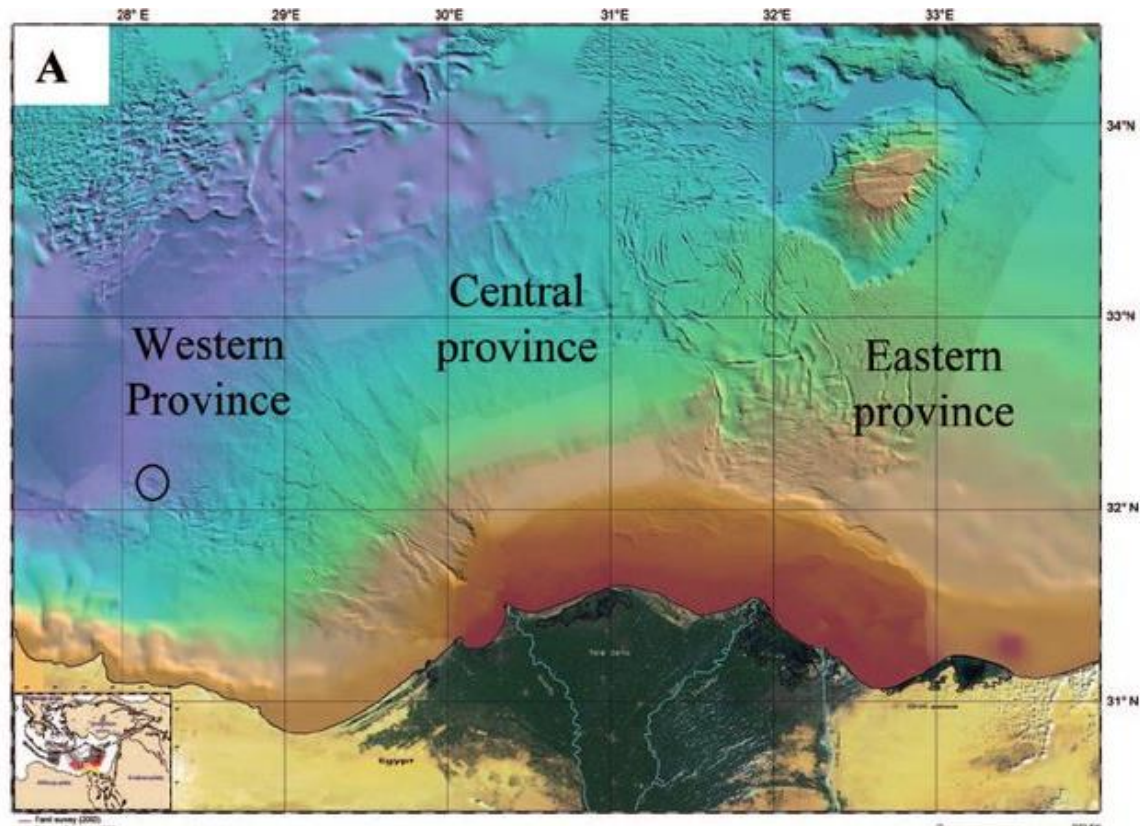
Рассольные впадины в центральной части Средиземного моря



Девять впадин имеют соляно-карстовую природу. Карст развивается по разломам, вскрывшим миоценовые эвапориты.

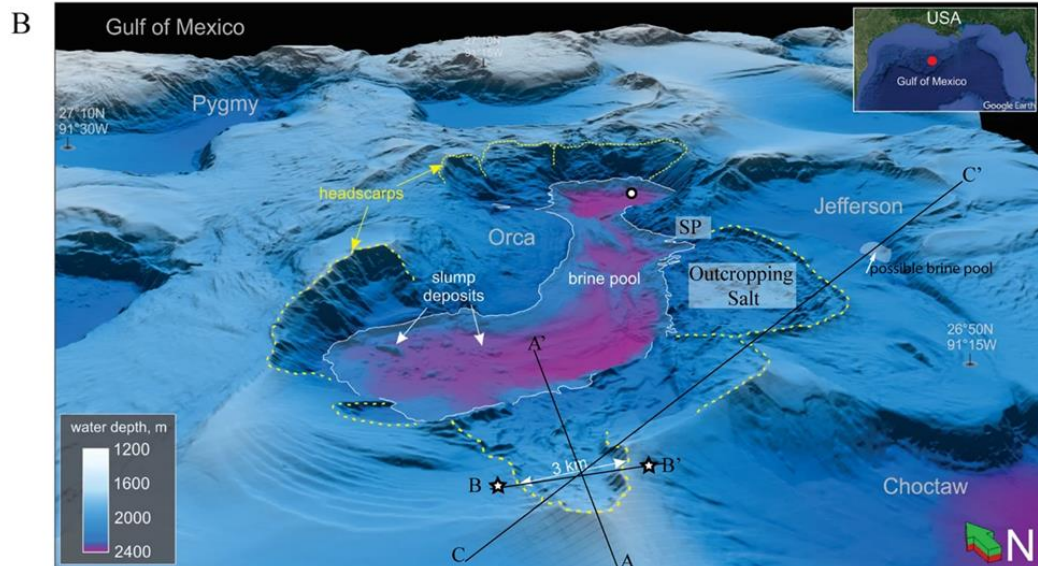
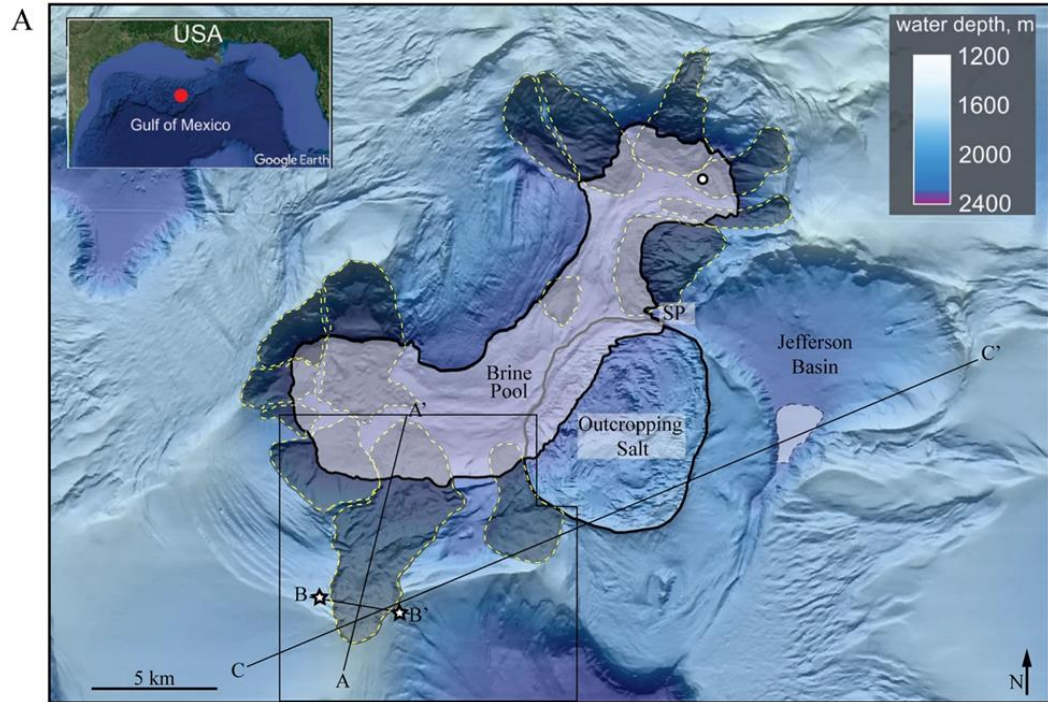
Особенностью впадин Гефестус, Криос и Дискавери оказался магниевый состав рассолов, указывающий что были вскрыты горизонты, содержащие соли поздних стадий галогенеза.

Кальдера Менес – грязевой вулкан на конусе выноса Нила



В кратерах трех грязевых активных грязевых вулканов в пределах кальдеры обнаружены линзы хлоридно-натриевых рассолов с минерализацией до 200 г/кг. Большой интерес у биологов вызывает активное развитие микробных матов по краям линз.

Orca Basin – рассольная впадина на северном склоне Мексиканского залива



Впадина имеет размеры около 25×6 км и глубину слоя рассолов 220 м.

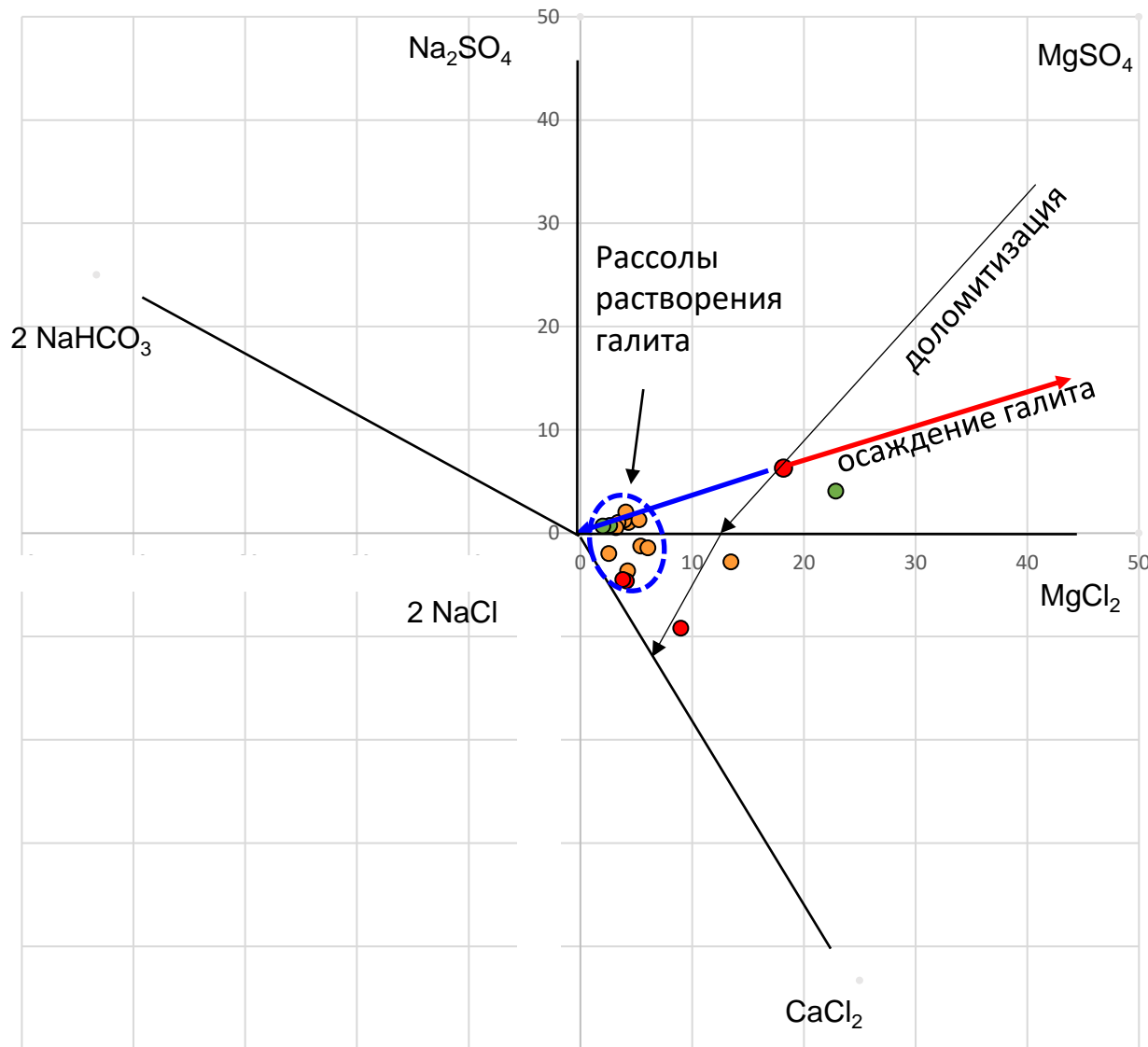
Рассол хлоридно-натриевого состава соленостью 251 г/кг. Впадина

бескислородная. Питающие впадину рассолы – результат растворения

соляного диапира с солями юрского

возраста, который выходит на поверхность дна на ее восточном склоне.

Рассолы впадин на дне Красного и Средиземного морей и Мексиканского залива



Положение точек на диаграмме Валяшко показывает, что рассолы впадин на дне морей в большинстве случаев – это рассолы растворения галита, метаморфизованные при взаимодействии с породами.

Исключение составляют рассолы впадины Баннок – вероятно, метаморфизованная маточная рапа галитовой стадии, и впадин Криос, Гефестус и Дискавери – продукт растворения бишофита (на диаграмме не показаны).

