

ОКЕАН КАК ИСТОЧНИК ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. МИНЕРАЛЬНЫЕ И УГЛЕВОДОРОДНЫЕ РЕСУРСЫ ОКЕАНА

Старовойтов А.В.

УГЛЕВОДОРОДНЫЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ МИРОВОГО ОКЕАНА

1. ГДЕ ИСКАТЬ ?
2. КАК ИХ ИСКАТЬ (методы, оборудование, интерпретация) ?
3. КАК ЭТИ РЕСУРСЫ ДОБЫВАТЬ ?
4. СКОЛЬКО В МИРОВОМ ОКЕАНА УГЛЕВОДОРОДНЫХ И МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И КОМУ ОНИ ПРИНАДЛЕЖАТ?
5. КАК СДЕЛАТЬ ДОБЫЧУ БЕЗОПАСНОЙ ?

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ МИРОВОГО ОКЕАНА ЗАКЛЮЧЕНЫ В ДВУХ СРЕДАХ:

- 1 – СОБСТВЕННО В ВОДНОЙ МАССЕ;
- 2 – В ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ЕЕ ЗЕМНОЙ КОРЕ, КАК ЧАСТИ ЛИТОСФЕРЫ.

ПО АГРЕГАТНОМУ СОСТОЯНИЮ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ РАЗДЕЛЯЮТ НА:

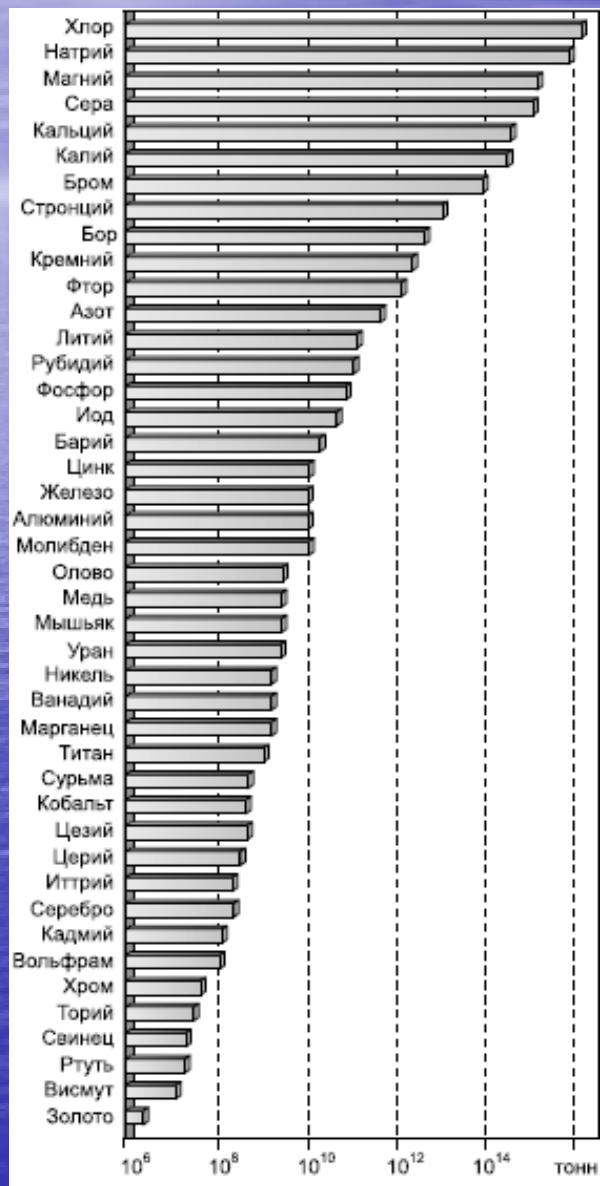
- 1 – ЖИДКИЕ, ГАЗООБРАЗНЫЕ И РАСТВОРЕННЫЕ (НЕФТЬ, ПРИРОДНЫЙ ГАЗ, СЕРА И ДР.)
- 2 – ТВЕРДЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ (РОССЫПИ, КОНКРЕЦИИ, КОРКИ, И ДР.)
- 3 – ТВЕРДЫЕ ПОГРЕБЕННЫЕ (УГОЛЬ, ЖЕЛЕЗНАЯ РУДА, ГАЗОГИДРАТЫ И ДР.)

МОРСКАЯ ВОДА

1 км³ морской воды содержит 35 – 37 млн. т. растворенных веществ:
около 20 млн. т. соединений хлора;
9,5 млн. т. магния;
6,2 млн. т. серы;
около 30 тыс. т. брома, 4 тыс. т. алюминия, а также
медь, марганец, серебро, золото и т.д.

Американские экономисты подсчитали, что стоимость всех веществ, растворенных в **1 км³** морской воды по расценкам второй половины XX века приблизительно равна **миллиарду долларов.**

СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛОВ В МОРСКОЙ ВОДЕ



Концентрация золота в морской воде — около 0,01 миллиграмма на тонну. При объеме гидросферы 1,37 млрд км³ золота в ней около 14 миллионов тонн. Немецкий химик Фриц Габер, получивший нобелевскую премию за синтез аммиака, разработал технологию получения золота из морской воды, но она оказалась очень дорогой и нерентабельной.

МИКРОКОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ГЕЙЗЕРНЫХ ВОД

Еще более уникален микрокомпонентный состав гейзерных вод, как по набору, так и по высокому уровню содержаний. Он представлен Li, Rb, Cs, Be, Nb, Mo, Y, W, Cd, B, Ti, Pb, Sn, F, Br, I, P, As, Sb, Se, U, элементами группы лантанидов.

Содержания некоторых элементов настолько высоки, что воды представляют определённый интерес как источник их попутного извлечения. Например, воды Паужетского гидротермального месторождения ежегодно сливают в Мировой океан порядка 2,5 тонн цезия и 25 тонн лития [Арсанова, 2016]. Мировая цена цезия - 40 € за грамм.

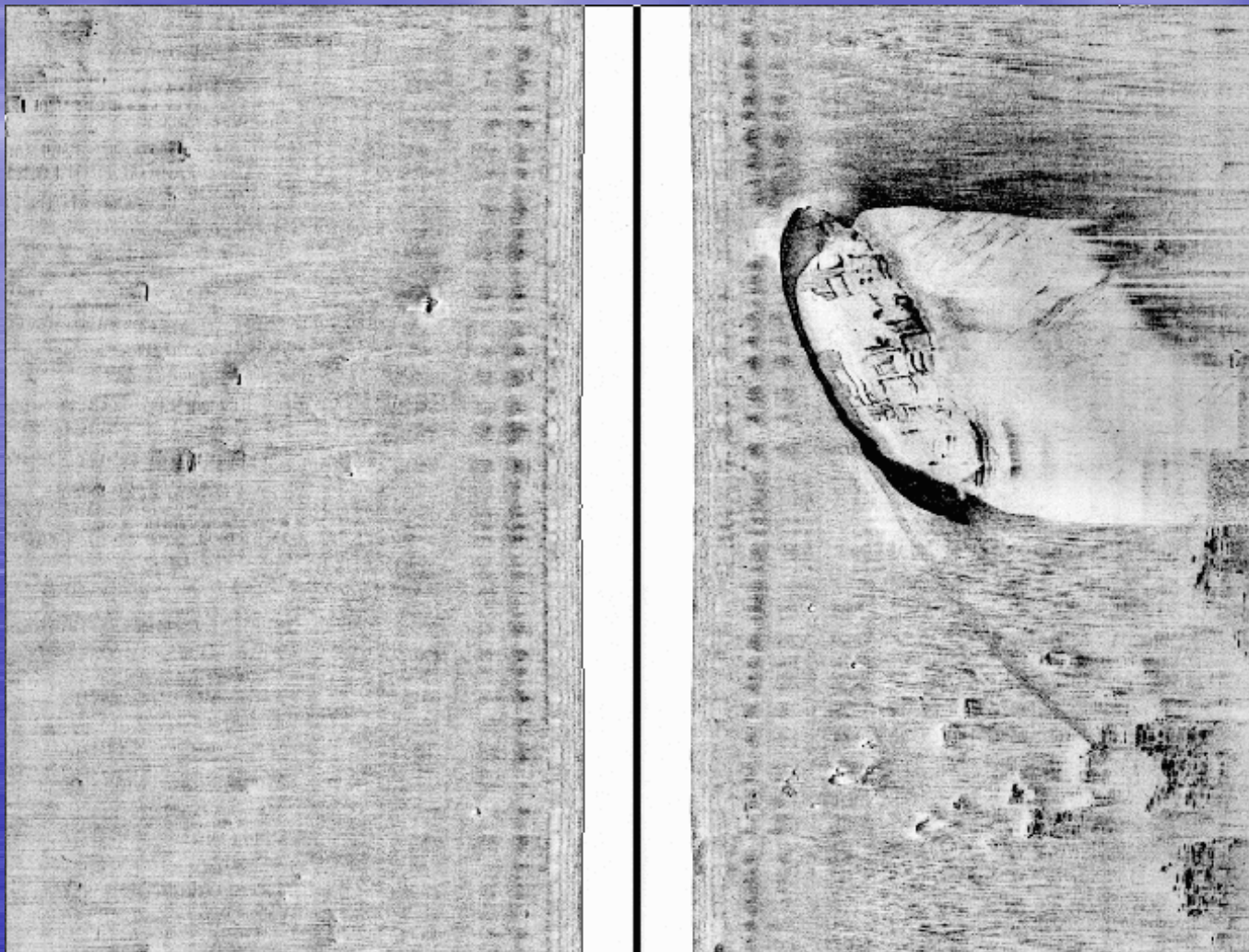
СВОЕОБРАЗНЫЕ «РЕСУРСЫ» ДНА МИРОВОГО ОКЕАНА – СОКРОВИЩА ЗАТОНУВШИХ СУДОВ.

По подсчетам американских океанографов их около 1 миллиона! Ежегодно гибнут от 300 до 400 судов. Только в сейфах «Титаника» находятся ценности на миллиарды долларов.

5,5 тонн золота были подняты с борта затонувшего крейсера «Эдинбург», которое предназначалось для оплаты военных поставок союзников во время войны.

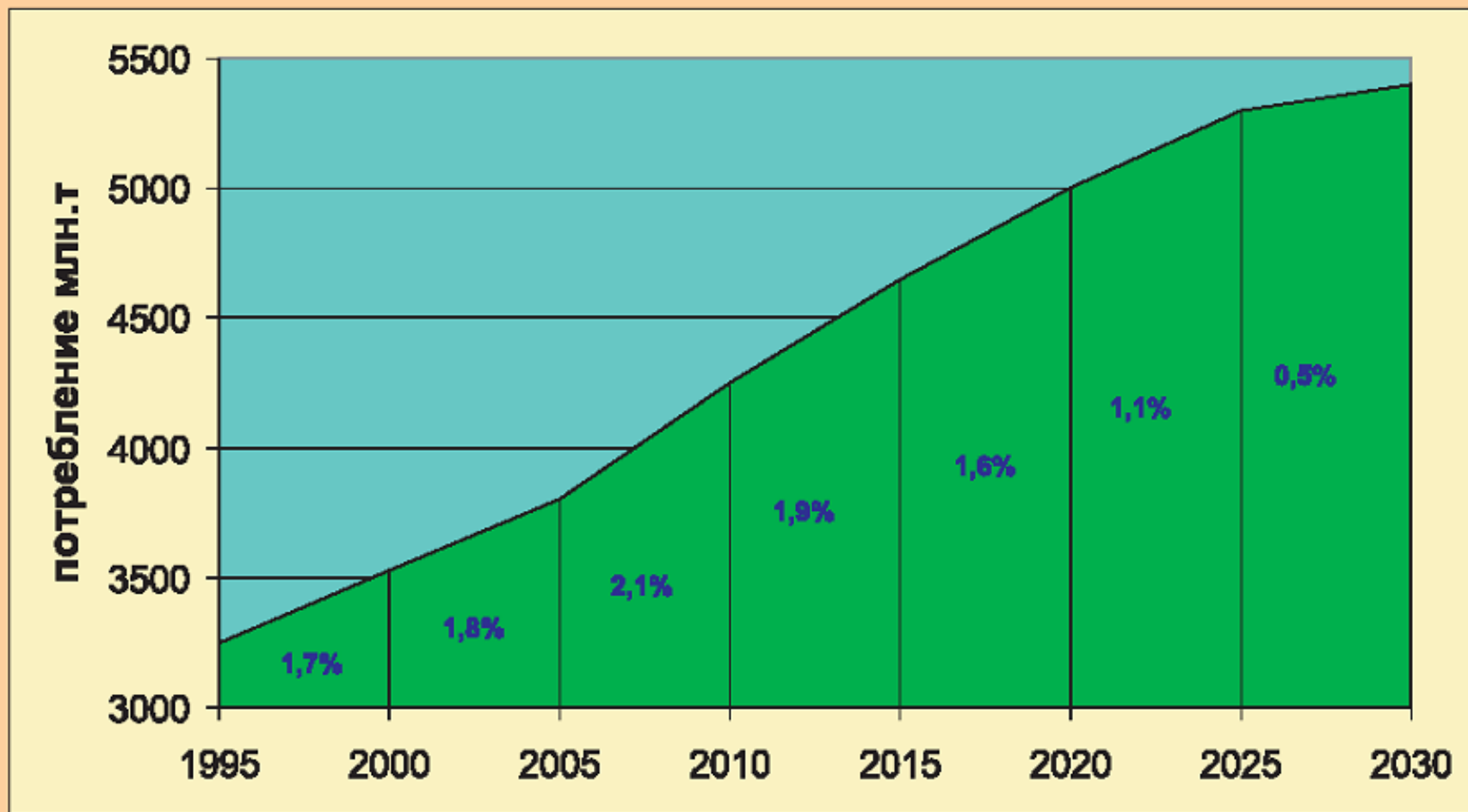
В ЗОНЕ ШЕЛЬФА БОЛЬШОЙ ИНТЕРЕС ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДОБЫЧИ ИМЕЮТ РАЗЛИЧНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ – ПЕСОК, ГРАВИЙ, ЩЕБЕНЬ. ТОЛЬКО В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ ИЗ МОРЕЯ ПОЛУЧАЮТ 0,5 МИЛЛИАРДА ТОНН ПЕСКА И ГРАВИЯ ЕЖЕГОДНО ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ НУЖД.

ДАННЫЕ ЛОКАЦИИ БОКОВОГО ОБЗОРА
(на правой половине видно затонувшее судно)



Размеры: длина 70 метров. ширина 18 метров.
Глубина моря 14 метров.

ПОТРЕБЛЕНИЕ НЕФТИ С УЧЕТОМ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СТРАН МИРА



* среднегодовые темпы роста за период 1995 - 2030 гг. - 1,6%

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ГЛУБОКОВОДНЫХ СКВАЖИН, ПРОБУРЕННЫХ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРОГРАММАМ



НЕКОТОРЫЕ ТИПЫ ЛОВУШЕК НЕФТИ И ГАЗА

Черным цветом выделены углеводороды

1. Структурные
2. Литологические
3. Стратиграфические
4. Рифогенные
5. Комбинированные

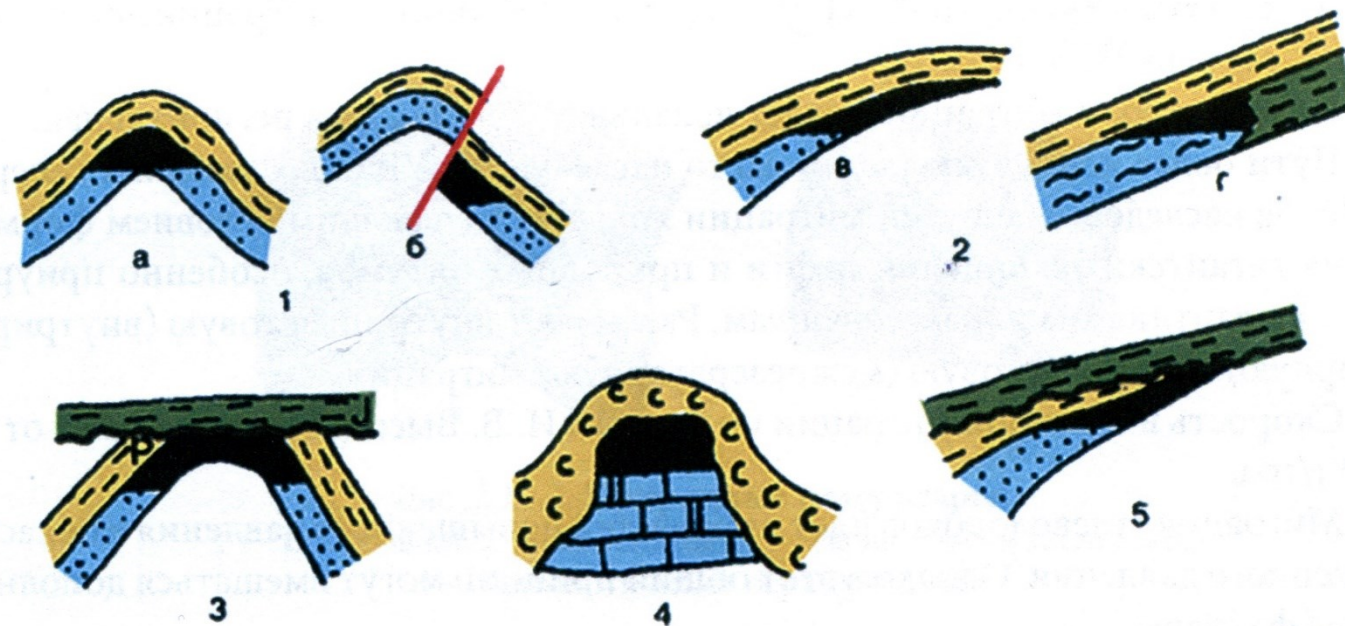
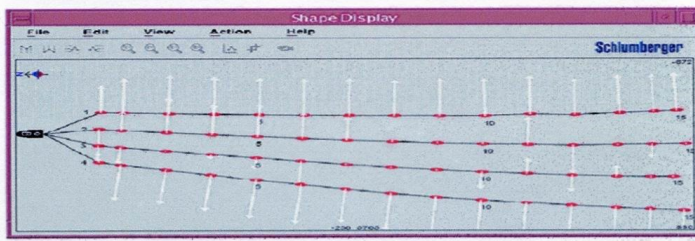
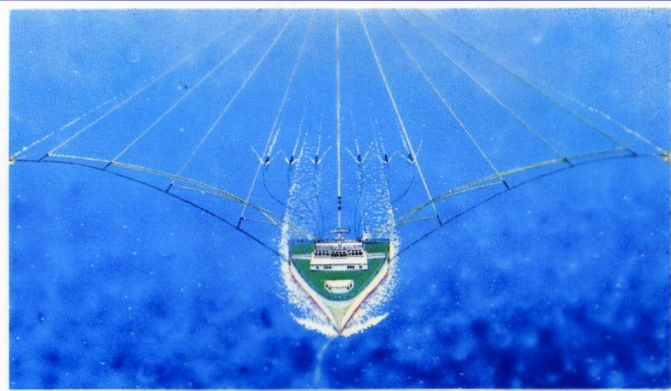


Рис. 2.10.4. Ловушки (по Л. П. Мстиславской, 1996): структурные: а — сводовая, б — тектонически экранированная, 2 — литологические: в — с выклиниванием коллектора, г — с фациальным замещением коллектора непроницаемыми породами, 3 — стратиграфическая, 4 — рифогенная, 5 — литолого-стратиграфическая

Структурные ловушки в антиклиналях называются традиционными, остальные — нетрадиционными.

ПРОВЕДЕНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ (3-D) НА АКВАТОРИЯХ

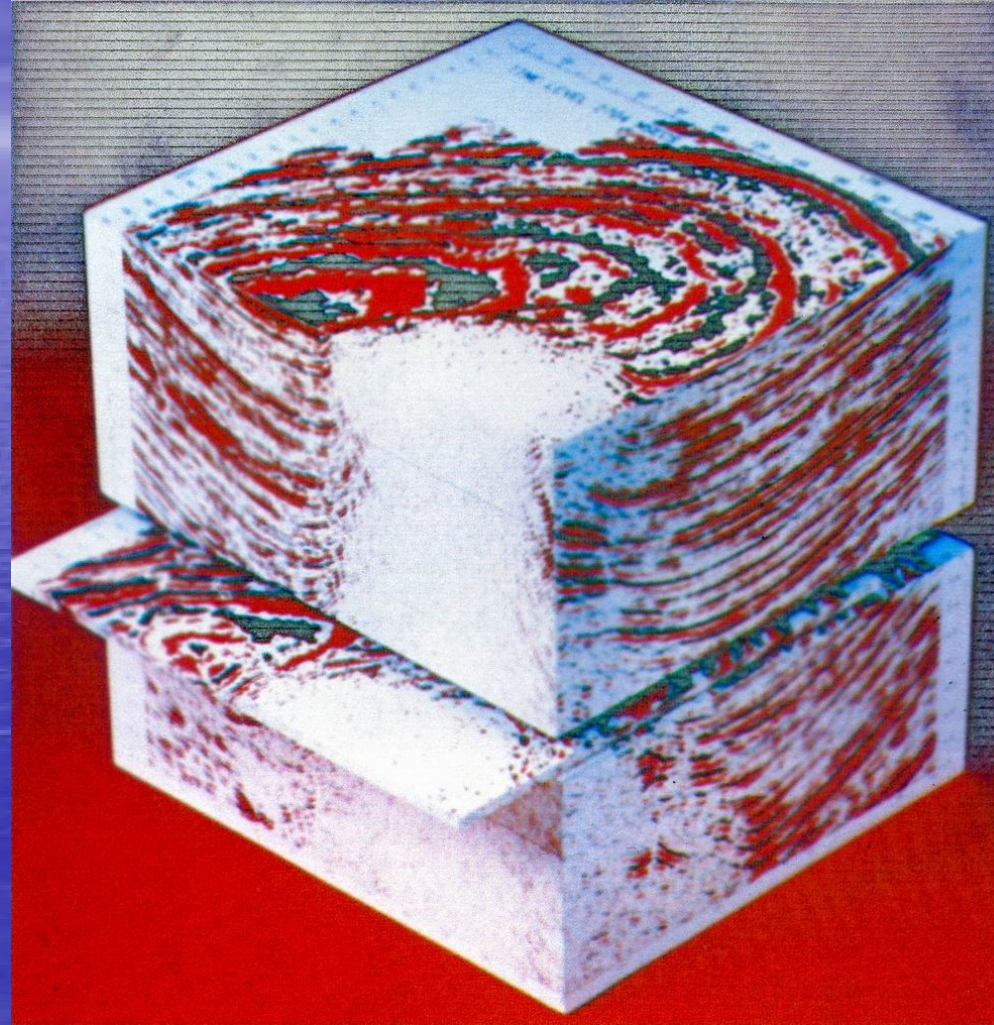


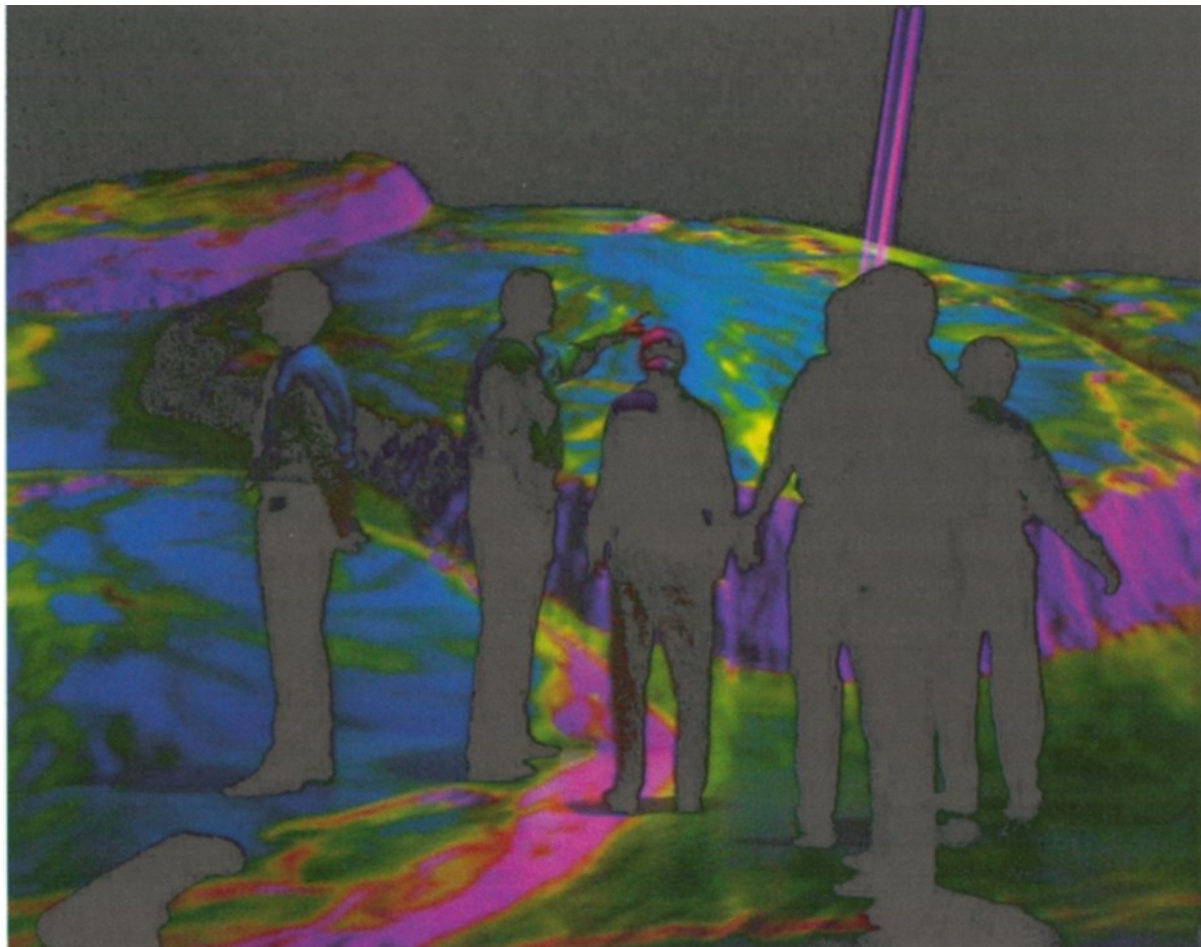
An aerial photograph of a city, likely Moscow, showing a dense urban grid and a winding river. A large, semi-transparent green rectangle is overlaid on the city, representing a 3D model. A small, colorful 3D model of a ship or offshore platform is positioned at the top left corner of the green rectangle. The text is overlaid on the top right of the image.

500 тонн высокочувствительного
электронного оборудования
на площади свыше 1000 футбольных полей

Свыше 1000 кв. км 3D в неделю –
мировой рекорд!!!

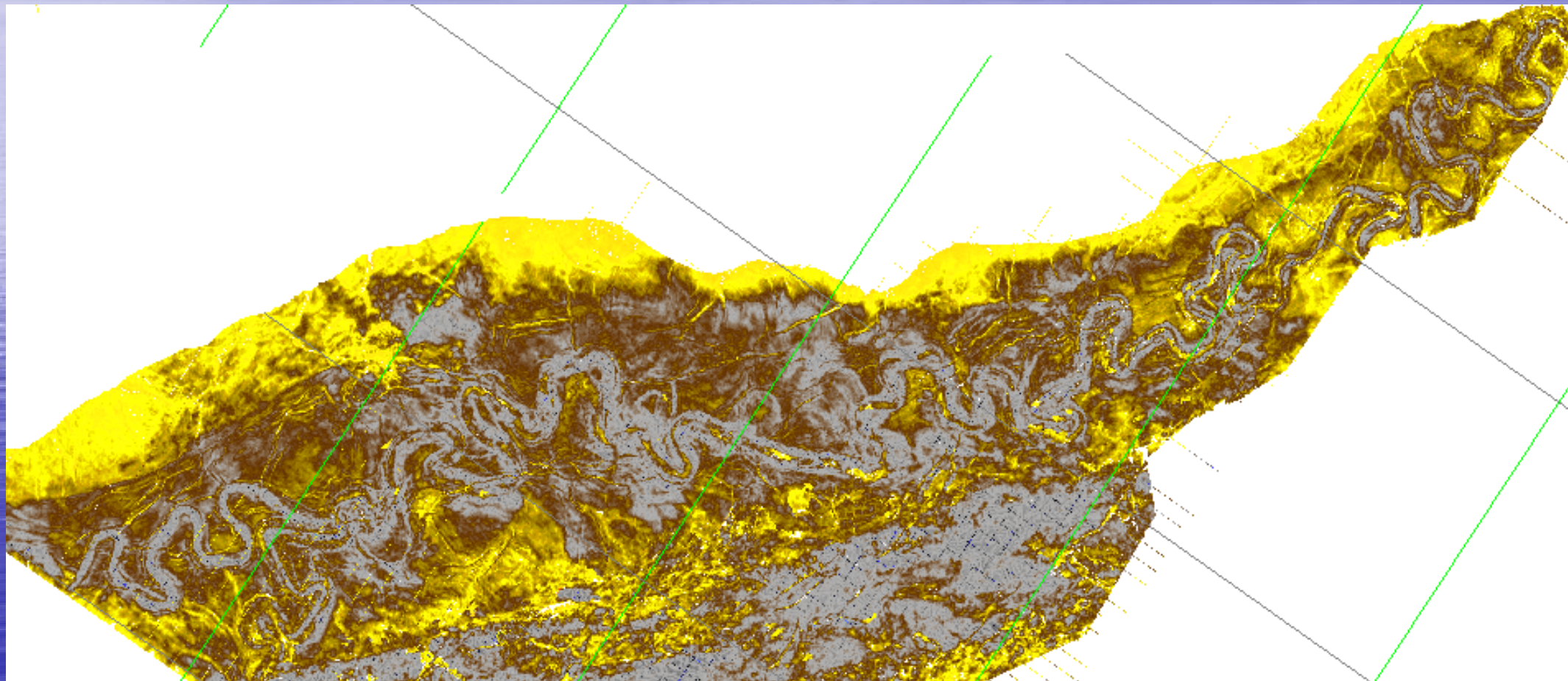
СОЛЯНОЙ КУПОЛ ПО ДАННЫМ 3-D СЕЙСМОРАЗВЕДКИ (Мексиканский залив)



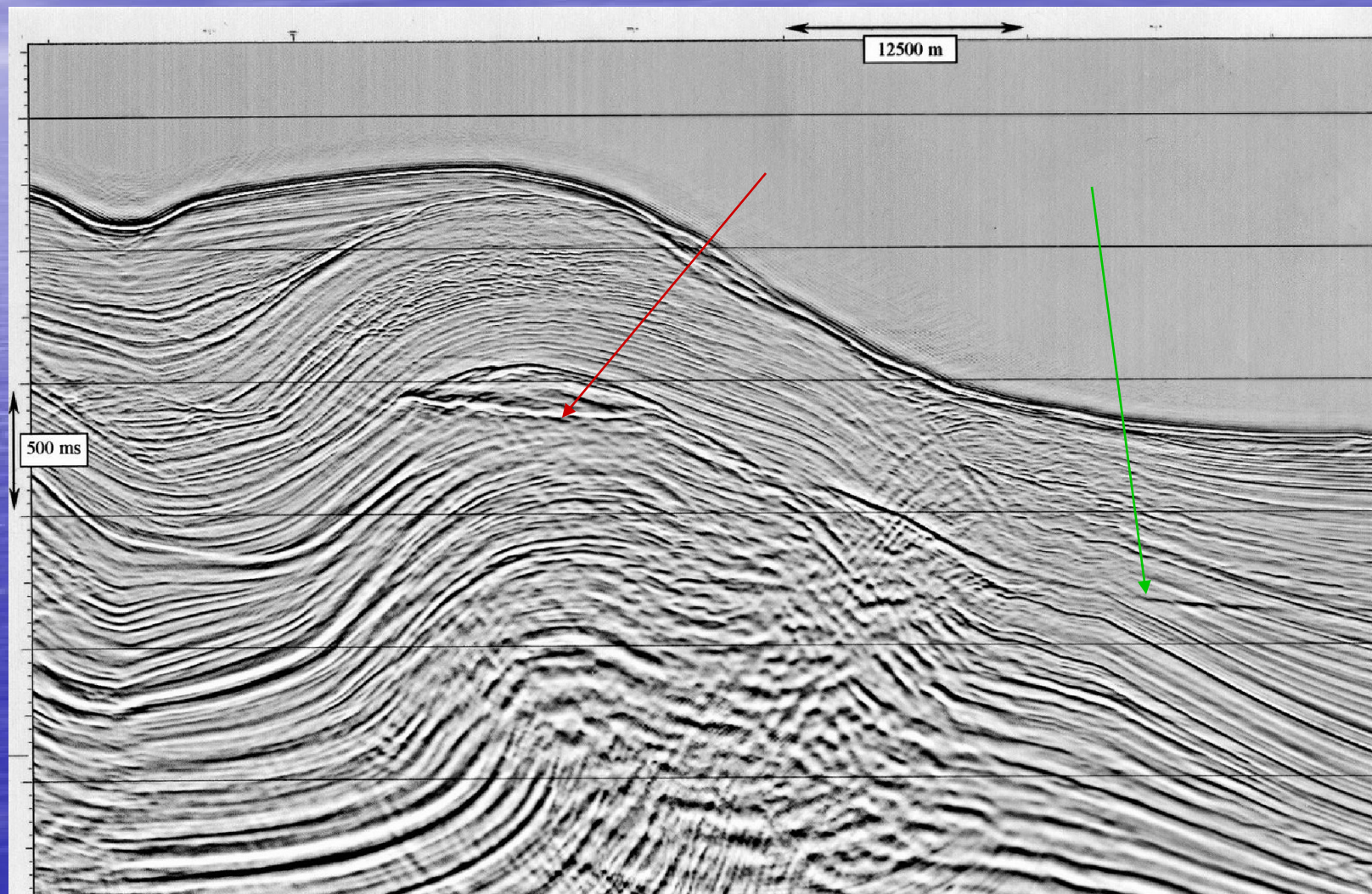


Пример полной иммерсивной визуализации (т. е. создающей эффект присутствия внутри сейсмического куба)

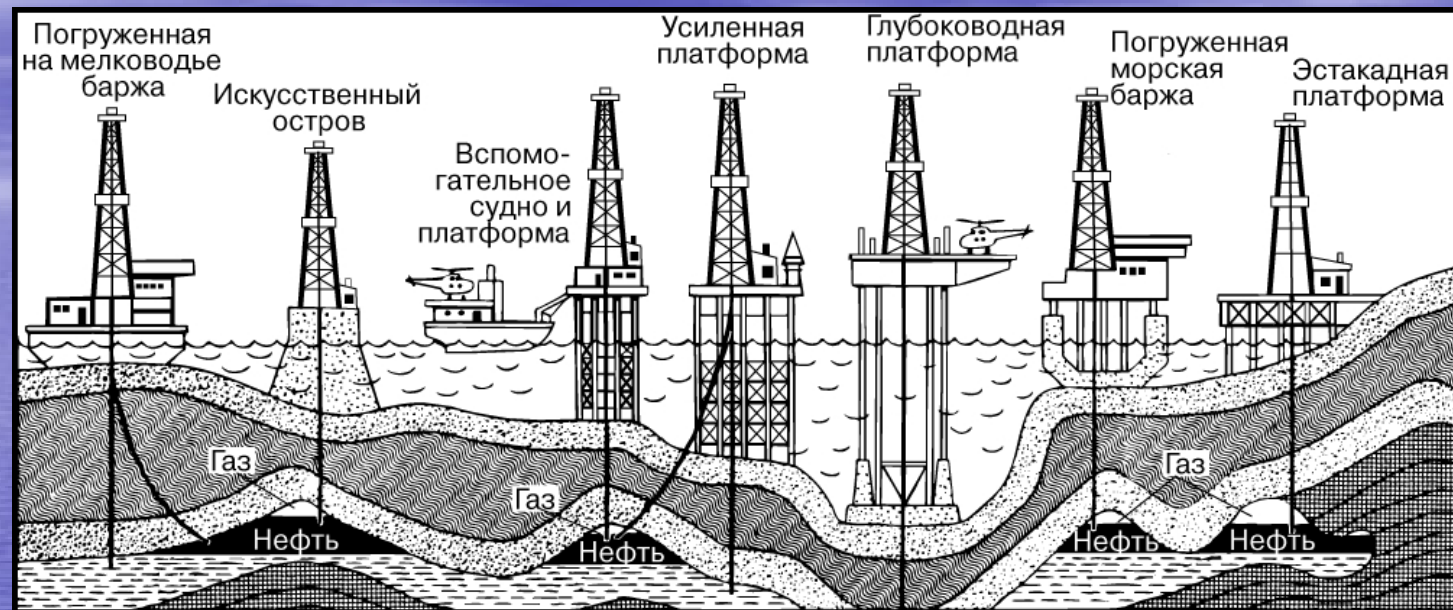
ПАЛЕОРУСЛО НА СЕДИМЕНТАЦИОННОМ СЛАЙСЕ



ГАЗОВОДЯНОЙ КОНТАКТ И ПОДОШВА ЗОНЫ ГАЗОГИДРАТОВ (?)



ТИПЫ БУРОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ БУРЕНИЯ В ОКЕАНЕ



**НИЖНИЕ ПЛОЩАДКИ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ
СООРУЖАЮТ НА ВЫСОТЕ 35 МЕТРОВ НАД ПОВЕРХНОСТЬЮ
ВОДЫ. ПОЭТОМУ ОНИ, КАК ПРАВИЛО, ЗАЩИЩЕНЫ ОТ УДАРОВ
АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ВОЛН («ВОЛН-УБИЙЦ»). НО БЫВАЮТ И
ИСКЛЮЧЕНИЯ. 15 ФЕВРАЛЯ 1982 ГОДА В РАЙОНЕ НЬЮФАУНДЛЕНДА
ГИГАНТСКАЯ ВОЛНА ОПРОКИНУЛА БУРОВУЮ ПЛАТФОРМУ,
ПРИНАДЛЕЖАВШУЮ КОНЦЕРНУ «Mobil Oil». ПОГИБЛИ ВСЕ 34
ЧЕЛОВЕКА, РАБОТАВШИЕ НА ПЛАТФОРМЕ.**

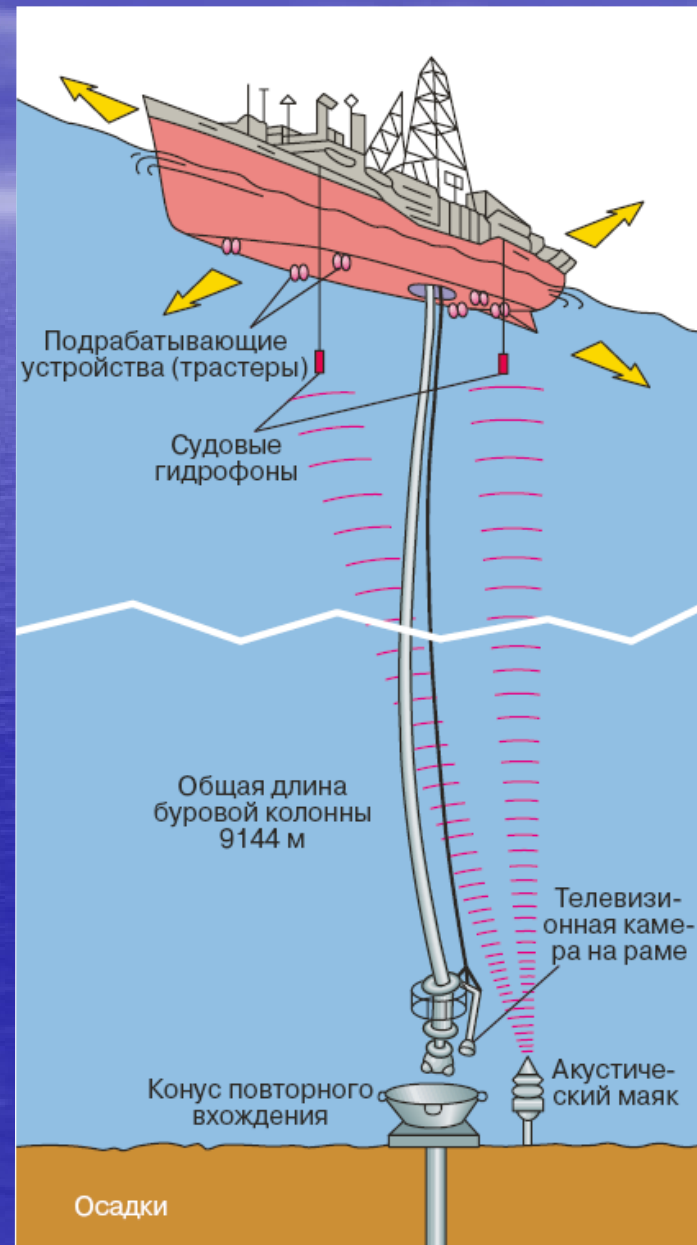
МОРСКАЯ БУРОВАЯ ПЛАТФОРМА



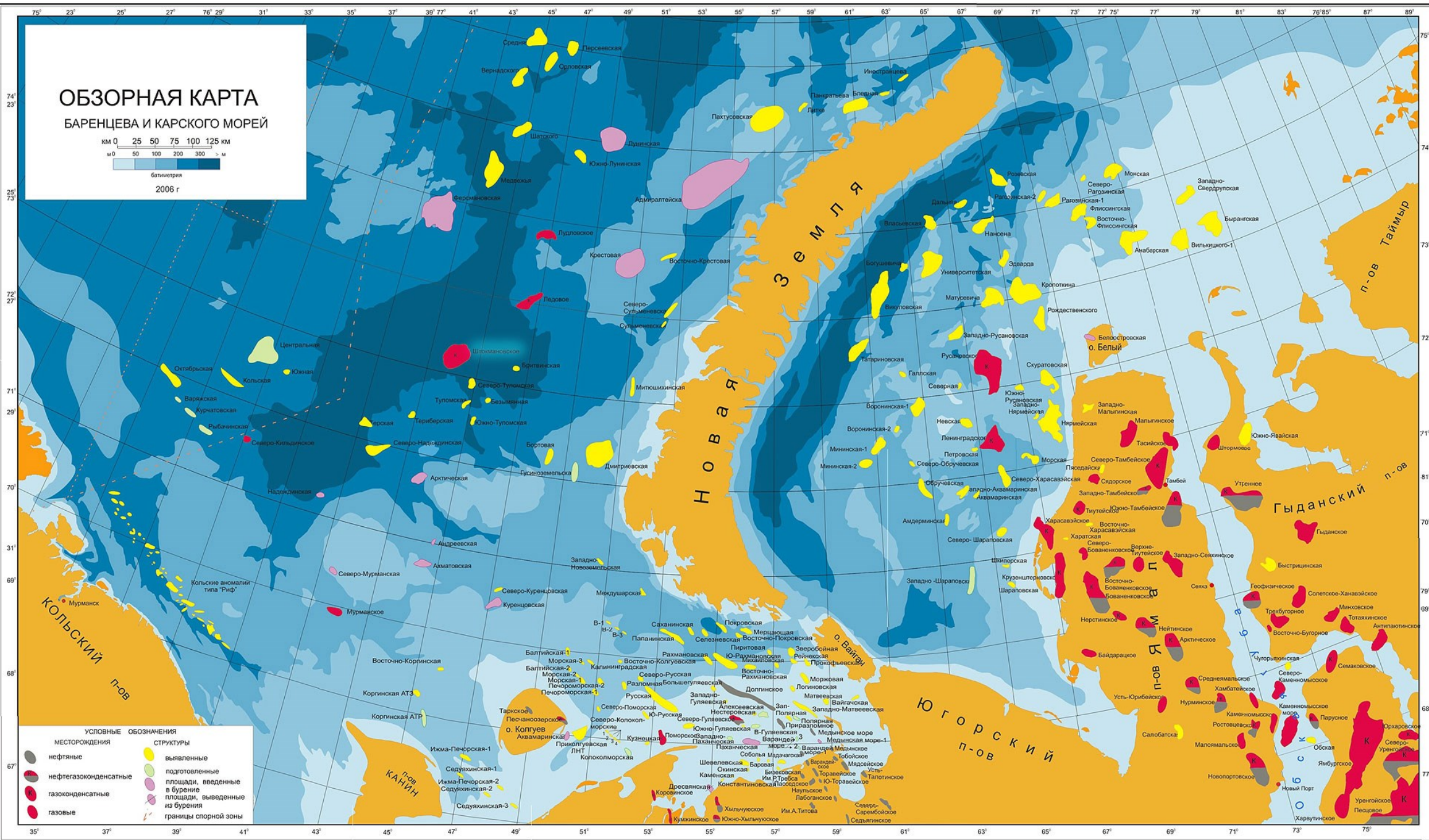
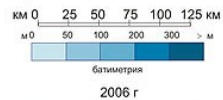
МОРСКИЕ ЛЕДОСТОЙКИЕ ПЛАТФОРМЫ



ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБОКОВОДНОГО БУРЕНИЯ



ОБЗОРНАЯ КАРТА БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ

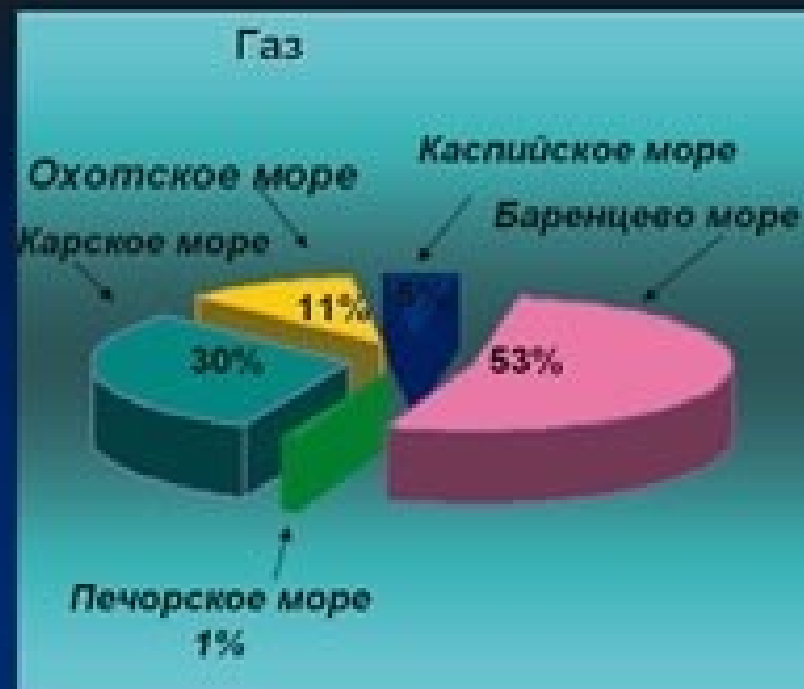


Богатство Арктики

По данным Геологической службы США, в шельфе Арктики залегает 30% мировых запасов газа и 13% запасов нефти. Лакомый арктический пирог будут делить между собой США, Россия, Норвегия, Дания и Канада



Состояние извлекаемых запасов месторождений по акваториям морей России



ШТОКМАНОВСКОЕ ГАЗОКОНДЕНСАТНОЕ И ПРИАЗЛОМНОЕ НЕФТЯНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ



ГАЗОКОНДЕНСАТ - смесь жидких углеводородов (C_5H_{12} + высшие), выделяющаяся из природных газов при эксплуатации газоконденсатных залежей в результате снижения пластовых давлений (ниже давления начала конденсации) и температуры.

BRENT – маркерный сорт нефти, используемый для генерации цены при заключении сделок на международных сырьевых рынках. Добывается данный сорт в Северном море на одноименном месторождении с 70-х годов прошлого века. Свое наименование марка получила при сокращении названий слоев залегания на Шотландских и Норвежских шельфах. BRENT используется для обозначения сырой нефти с четырех месторождений: Brent, Forties, Oseberg и Ekofisk.

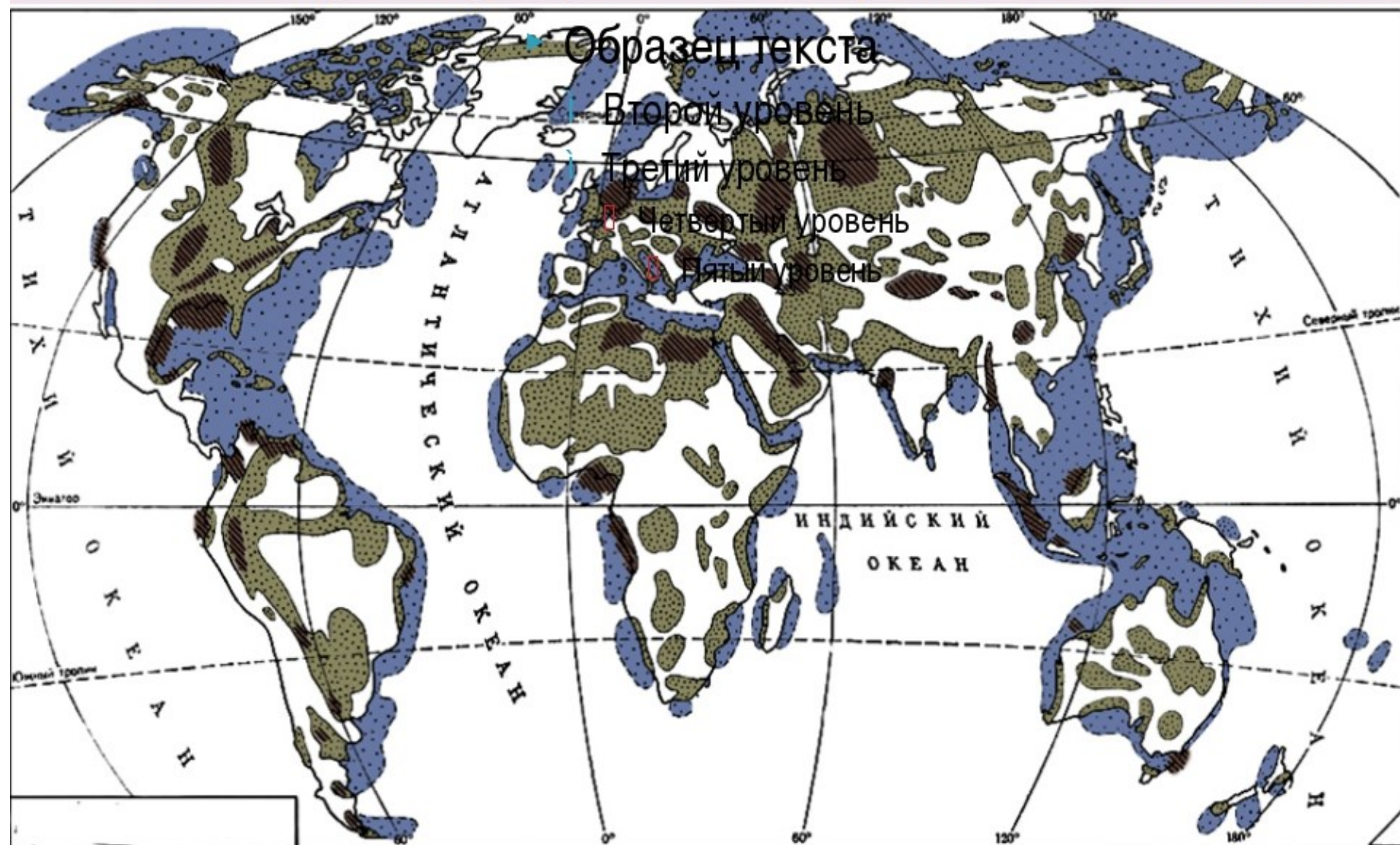
Нефть **URALS** – это смесь тяжелой нефти с высоким содержанием серы из месторождений Урала и Поволжья с нефтью Siberian Light из месторождений Западной Сибири – она легкая и содержит минимальное количество серы.

Марка **WTI (West Texas Intermediate)** относится к нефти, которую добывают из скважин, пробуренных в США. Этот сорт продолжает оставаться эталоном для производства и потребления нефти в США.

НАЧАЛЬНЫЕ ЗАПАСЫ И РЕСУРСЫ НЕФТИ В МИРЕ
СОСТАВЛЯЮТ ОКОЛО 500 млрд. тонн. ИЗ НИХ
ОТОБРАНО И ИСПОЛЬЗОВАНО ОКОЛО 25 % - 125 млрд.т.

175 млрд. тонн НАХОДИТСЯ В УЖЕ ОТКРЫТЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ (РАЗВЕДАННЫЕ ЗАПАСЫ)
И ОКОЛО 200 млрд. тонн ДОЛЖНО БЫТЬ ОБНАРУЖЕНО.

Физическая карта мира с указанием нефтегазоносных бассейнов



НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ ОСАДОЧНЫЕ БАССЕЙНЫ МИРА (РАЗВЕДАННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ)

1650 0 1650 3300 км



Бассейны, расположенные на суше



Бассейны, расположенные под акваториями



Области распространения основных нефтяных месторождений к 1973 г.

Крупнейшие центры подводных нефтегазозаботок

(определяют уровень добычи нефти в Мировом океане).

Персидский залив. В его недрах сосредоточено 12-13 млрд. тонн извлекаемых запасов нефти и 3,6— 3,9 трлн. м3 природного газа. Здесь извлечено несколько более 200 млн. тонн нефти и 42,0 млрд. м3 газа, что равно соответственно 40 и 25% от их мировой добычи на море в год.

Венесуэльский залив и лагуна Маракайбо. Его запасы нефти на 2005 год оценивались в 1,5 млрд. тонн, а годовая добыча составляла более 100 млн. тонн.

Крупными запасами нефти (410 млн. тонн) и газа (1030 млрд. м3) обладает **Мексиканский залив**, где извлекается более 50 млн. тонн нефти и 115 млрд. м3 газа в год.

Богат нефтью **Гвинейский залив**, запасы которого оцениваются в 1,4 млрд. тонн, а ежегодная добыча составляет 50 млн. тонн.

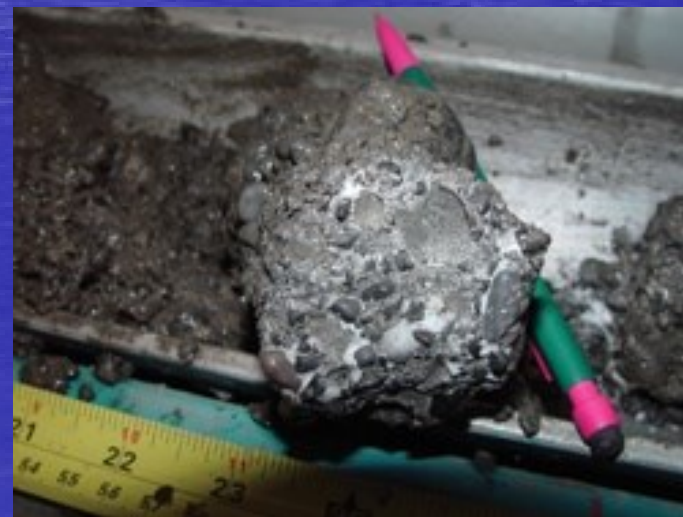
ГАЗОГИДРАТЫ - твердые соединения природного газа (метан, этан, пропан, изобутан) и воды, образующиеся при определенных термодинамических условиях (высокое давление и относительно низкие температуры).

При распаде одного кубометра газогидрата выделяется до 160 кубометров газа.

К настоящему времени ресурсы гидратного газа России только в обнаруженных субмаринных скоплениях оцениваются в несколько трлн.м³.

Зоны гидратообразования занимают в **Мировом океане** 90% площади дна.

ГАЗОВЫЕ ГИДРАТЫ



ГРАНИЦА ПОДОШВЫ ГАЗОГИДРАТОВ – BSR (bottom – simulating reflection)

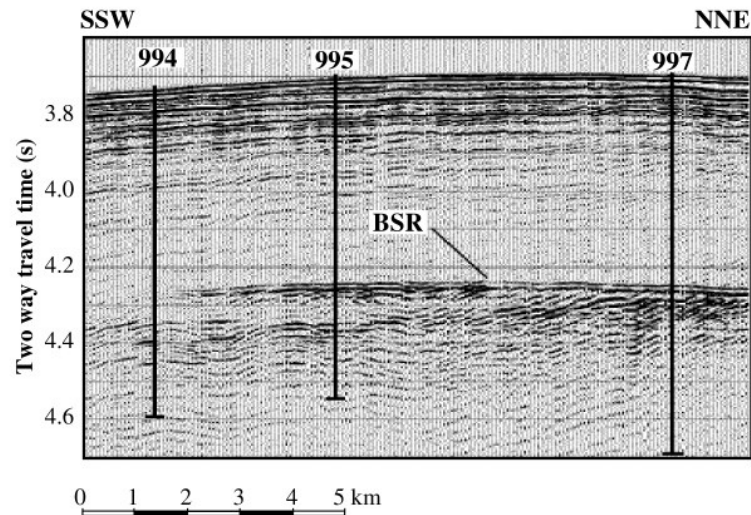
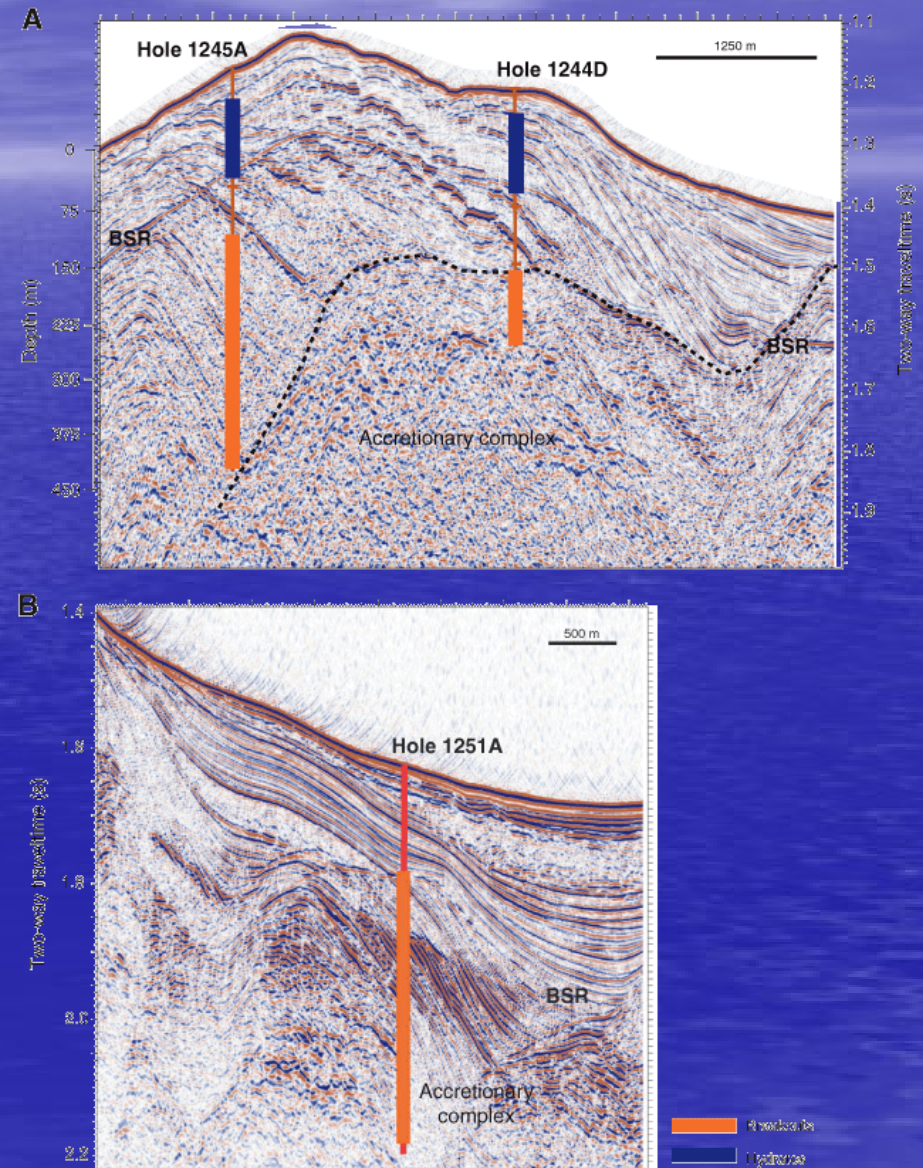


Figure 2.1: Seismic profile across the Blake Ridge along the transect drilled during ODP Leg 164. Site numbers are indicated. The strong reflector at about 4.3 s is the BSR [from Paull et al., 1996].



УСТАНОВЛЕННЫЕ И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ СКОПЛЕНИЯ
ГАЗОГИДРАТОВ В ТОЛЩЕ ОКЕАНИЧЕСКОГО ДНА (красные
кружки) И В ЗОНЕ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ (серые ромбики)



ТВЕРДЫЕ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ (ЖМК)

КОБАЛЬТОМАРГАНЦЕВЫЕ КОРКИ (КМК)

ГЛУБОКОВОДНЫЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ
СУЛЬФИДЫ (ГПС)

РОССЫПИ

(титаномагнетитовые пески у берегов Японии;
оловоносные пески вблизи Малайзии, Индонезии, в
море Лаптевых; морские россыпи с высоким содержанием
алмазов, золота, платины, янтаря и т. д.)

ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ И КОРКИ



Железомарганцевые конкреции



Фото Соколова С.Ю.

Железомарганцевые корки



Фото Соколова С.Ю.



Фото Мазаровича А.О.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖМК МИРОВОГО ОКЕАНА

Таблица 1

Химический состав железомарганцевых конкреций Мирового океана

Эле- мент	Диапазон содержа- ний	Средние содержания, %				
		Океаны			Моря	Глубоко- водные осадки
		Тихий	Индийс- кий	Атланти- ческий		
Mn	0.04—50.3	21.6	15.25	13.25	5.3	0.3
Fe	0.3—50.0	10.4	14.2	17.0	19.1	3.8
Ni	0.08—2.48	0.90	0.43	0.32	0.015	0.010
Cu	0.003—1.90	0.60	0.25	0.13	0.003	0.024
Co	0.001—2.53	0.26	0.21	0.27	0.01	0.006
Zn	0.01—9.0	0.11	0.149	0.123	0.01	0.013
Pb	0.01—7.5	0.074	0.100	0.140	0.003	0.004
Mo	0.0007—0.22	0.040	0.030	0.037	0.010	0.001
V	0.001—0.5	0.050	0.049	0.060	0.035	0.010
Ti	0.01—8.90	0.73	0.62	0.42	0.23	0.26

ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ



Железомарганцевая конкреция

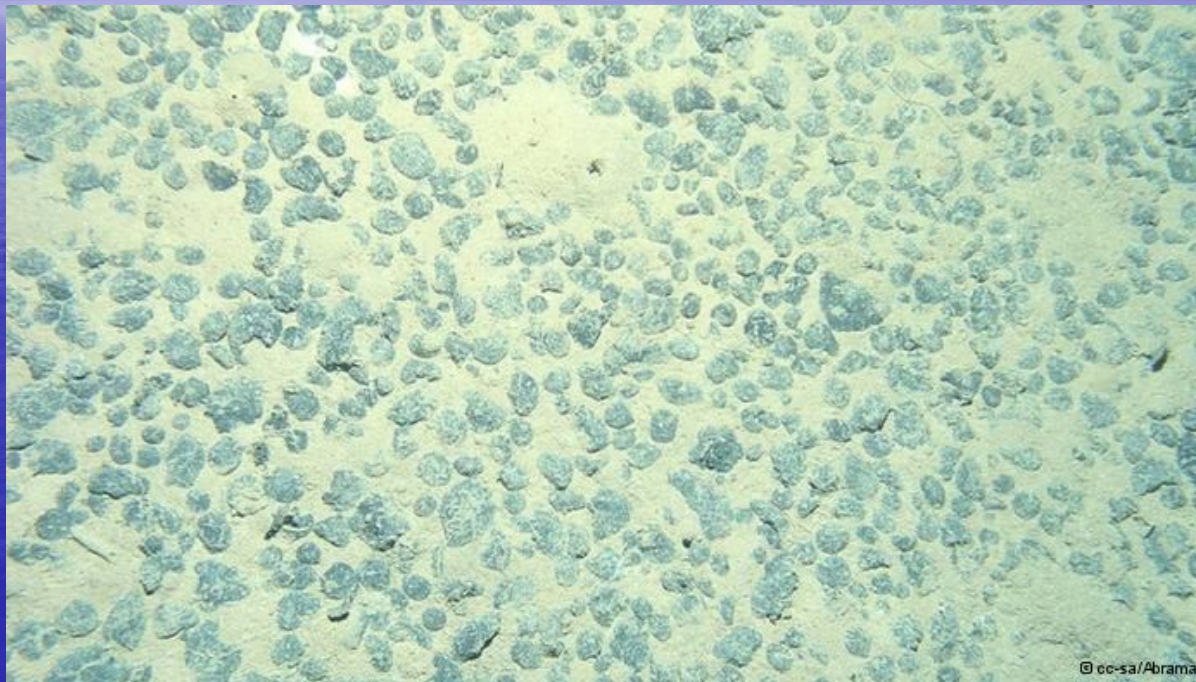


Фото морского дна с железомарганцевыми конкрециями

ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ НА МОРСКОМ ДНЕ

**Закрепленные за Россией участки имеют
суммарные ресурсы сухих ЖМК 448,1млн.т.**

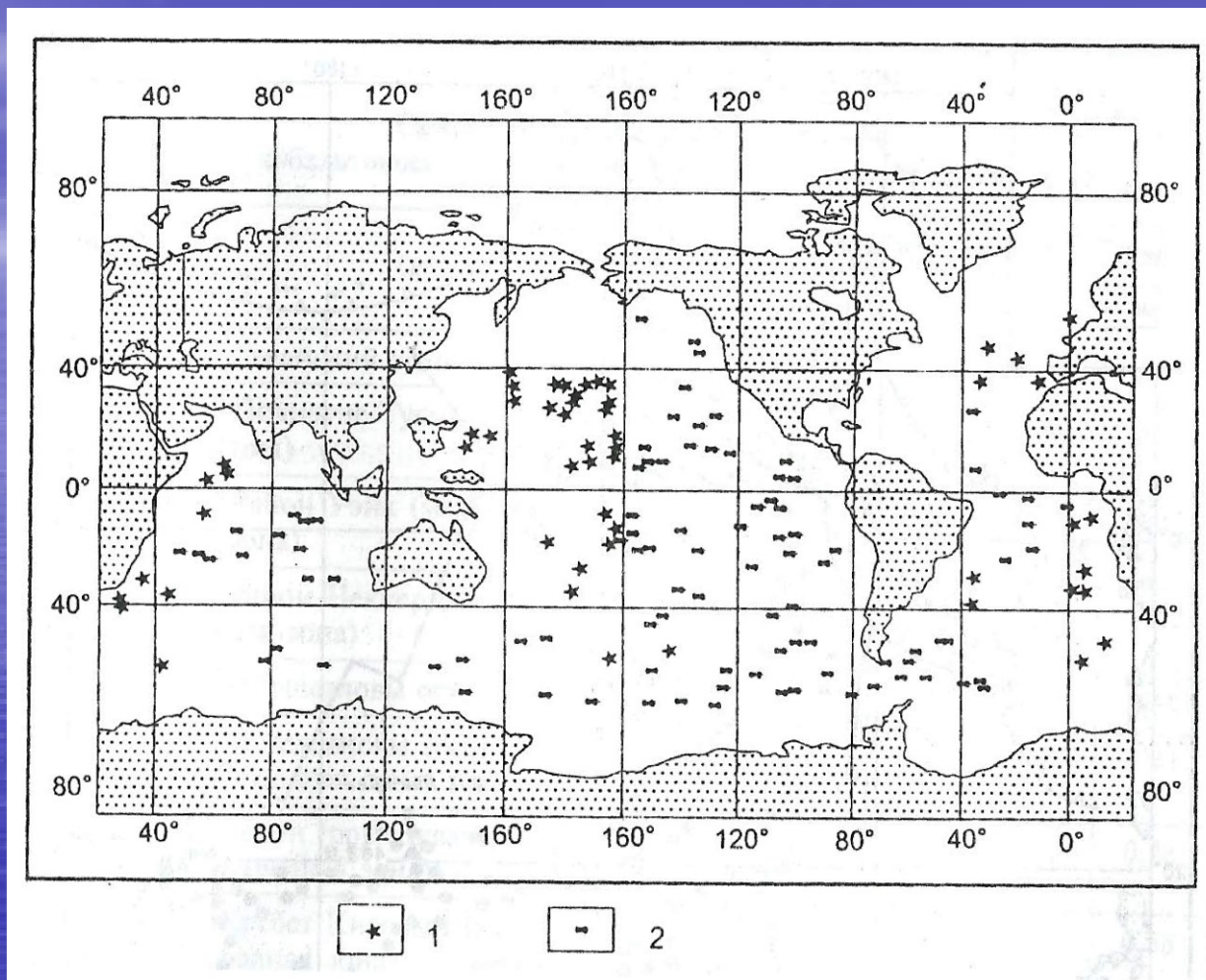


КОБАЛЬТОНОСНАЯ МАРГАНЦЕВАЯ КОРКА



Фото Торохова М.П. (ВНИИОкеанология)

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РУДНЫХ КОРОК В ОКЕАНЕ



- 1 – рудные кобальтсодержащие корки подводных гор;
2 – эпизодически встречаемые рудные корки различной природы

(по Г. Батурину)

МЕТАЛЛОНОСНЫЕ ОСАДКИ (пелагические илы, обогащенные в различной степени рудным веществом, содержащие высокие концентрации Fe и Mn) И МАССИВНЫЕ СУЛЬФИДЫ.

Рудное вещество поступает в илы при разнесе океанскими водами рудной взвеси из гидротермальных построек.

ЧЕРНЫЕ «КУРИЛЬЩИКИ» - структуры, образующиеся в зонах разгрузки высокотемпературных рудоносных растворов, содержащих железо, цинк, медь, серебро и т.д. Температуры растворов достигают 350-365°C.

БЕЛЫЕ «КУРИЛЬЩИКИ» отличаются другим составом взвеси (аморфный кремнезем, ангидрит, барит) и температурой растворов не выше 330°C.

«КУРИЛЬЩИКИ» обоих типов часто наблюдаются в пределах одной и той же гидротермальной постройки.

НАУЧНАЯ ПОДВОДНАЯ ЛОДКА АКАДЕМИИ НАУК РОССИИ



ЧЕРНЫЕ И БЕЛЫЕ КУРИЛЬЩИКИ

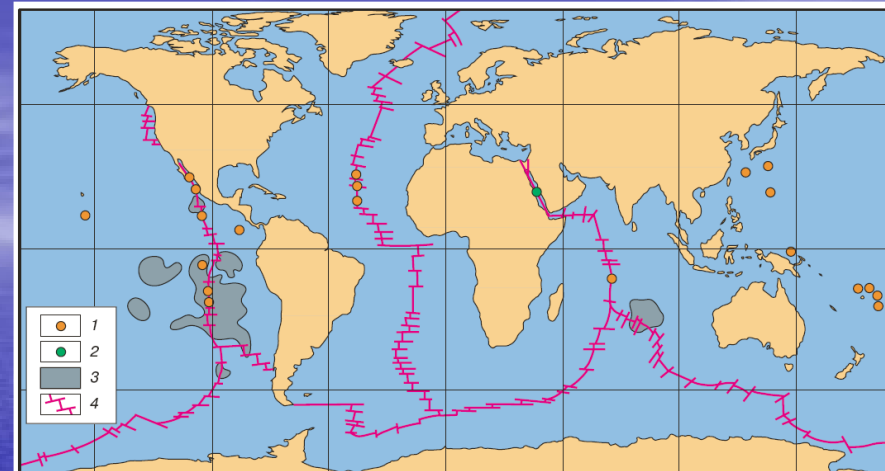
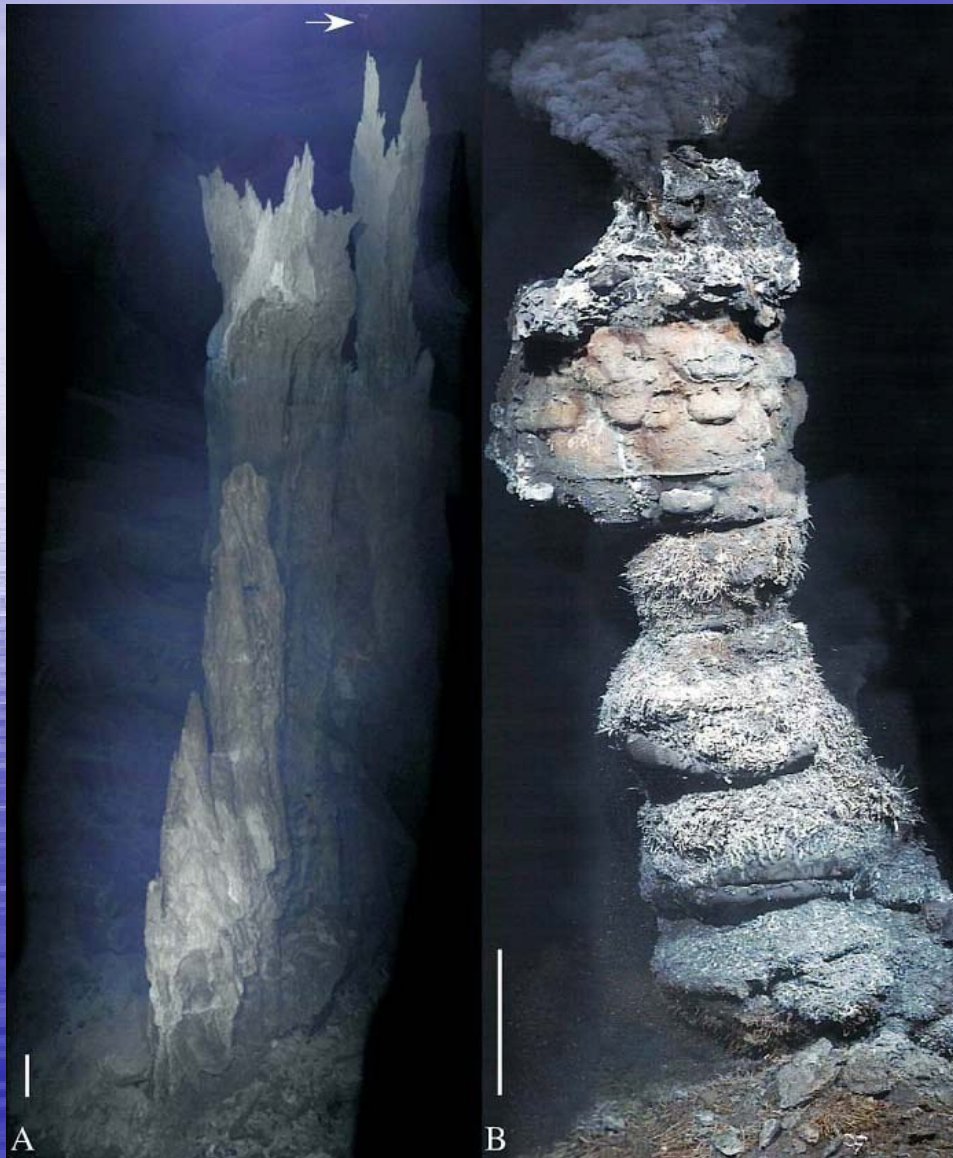
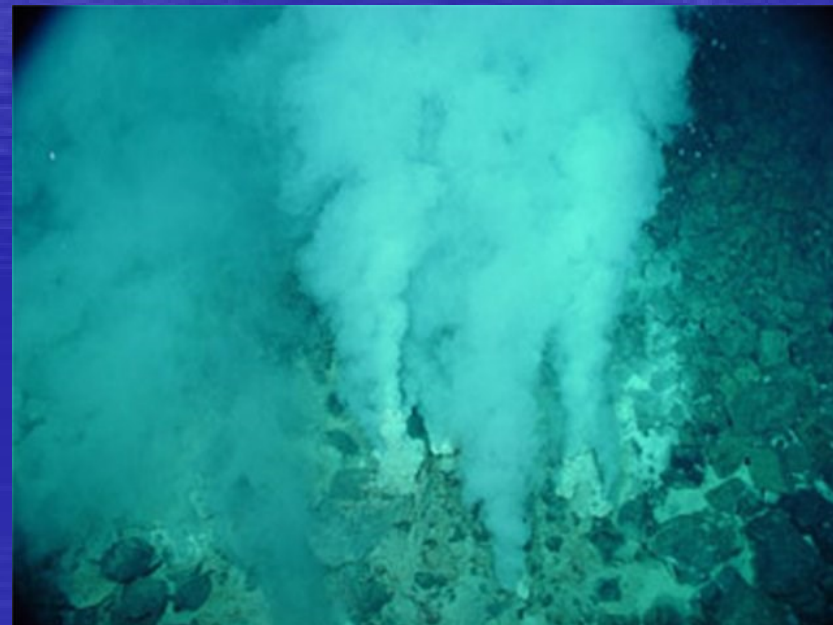
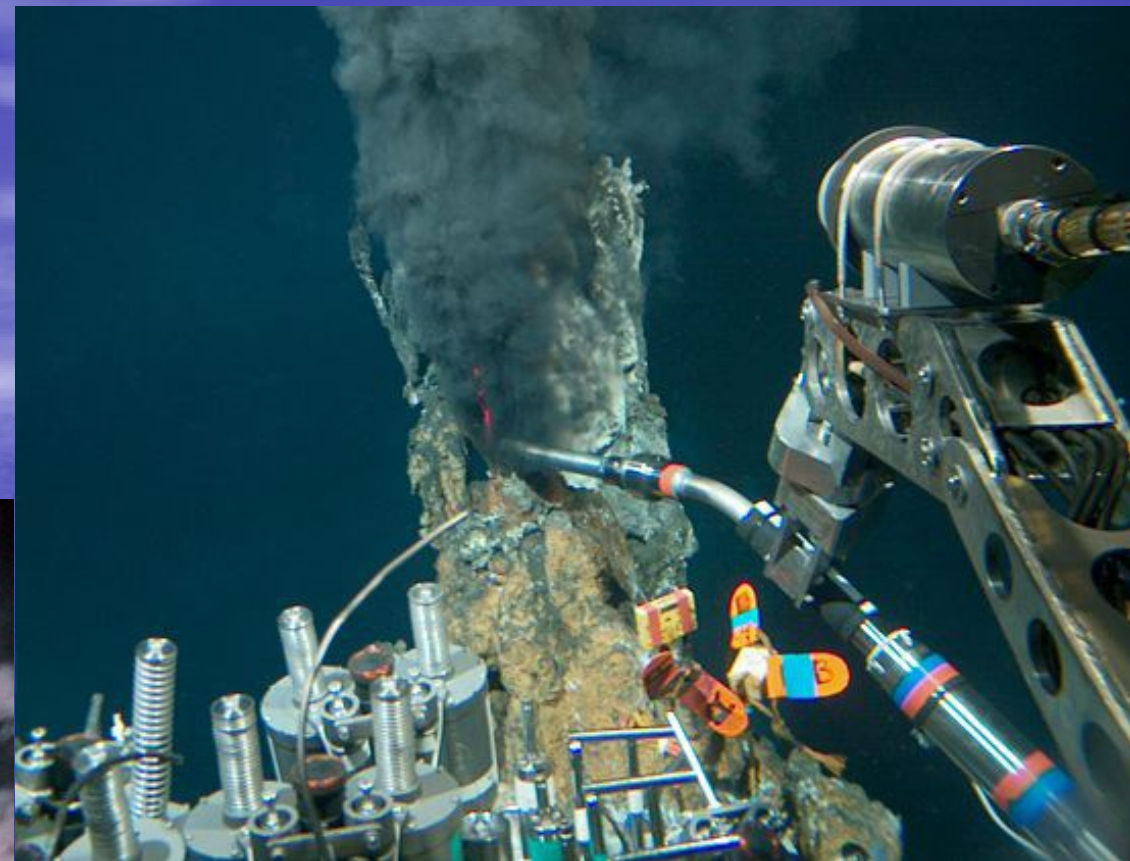
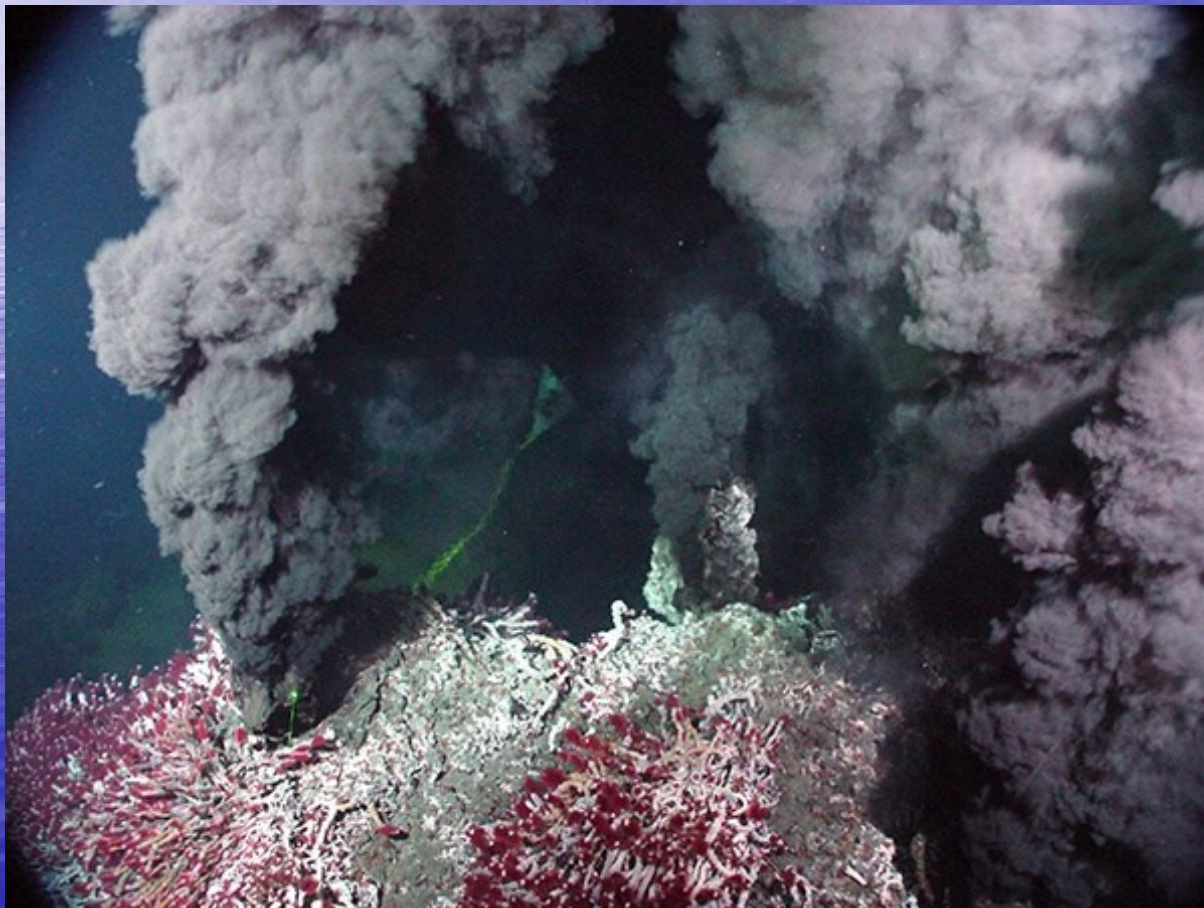


Рис. 1. Распространение современных гидротермальных построек и металлоносных осадков в океанах: 1 – гидротермальные постройки и сульфидные руды, 2 – илы с сульфидами (стратиформные залежи), 3 – металлоносные осадки (по данным Дж.П. Кеннета и С.Г. Краснова), 4 – рифтовые зоны





ЧЕРНЫЕ КУРИЛЬЩИКИ

СХЕМА СТРОЕНИЯ ЧЕРНОГО КУРИЛЬЩИКА



СХЕМА ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СРЕДИННО-ОКЕАНИЧЕСКОГО ХРЕБТА

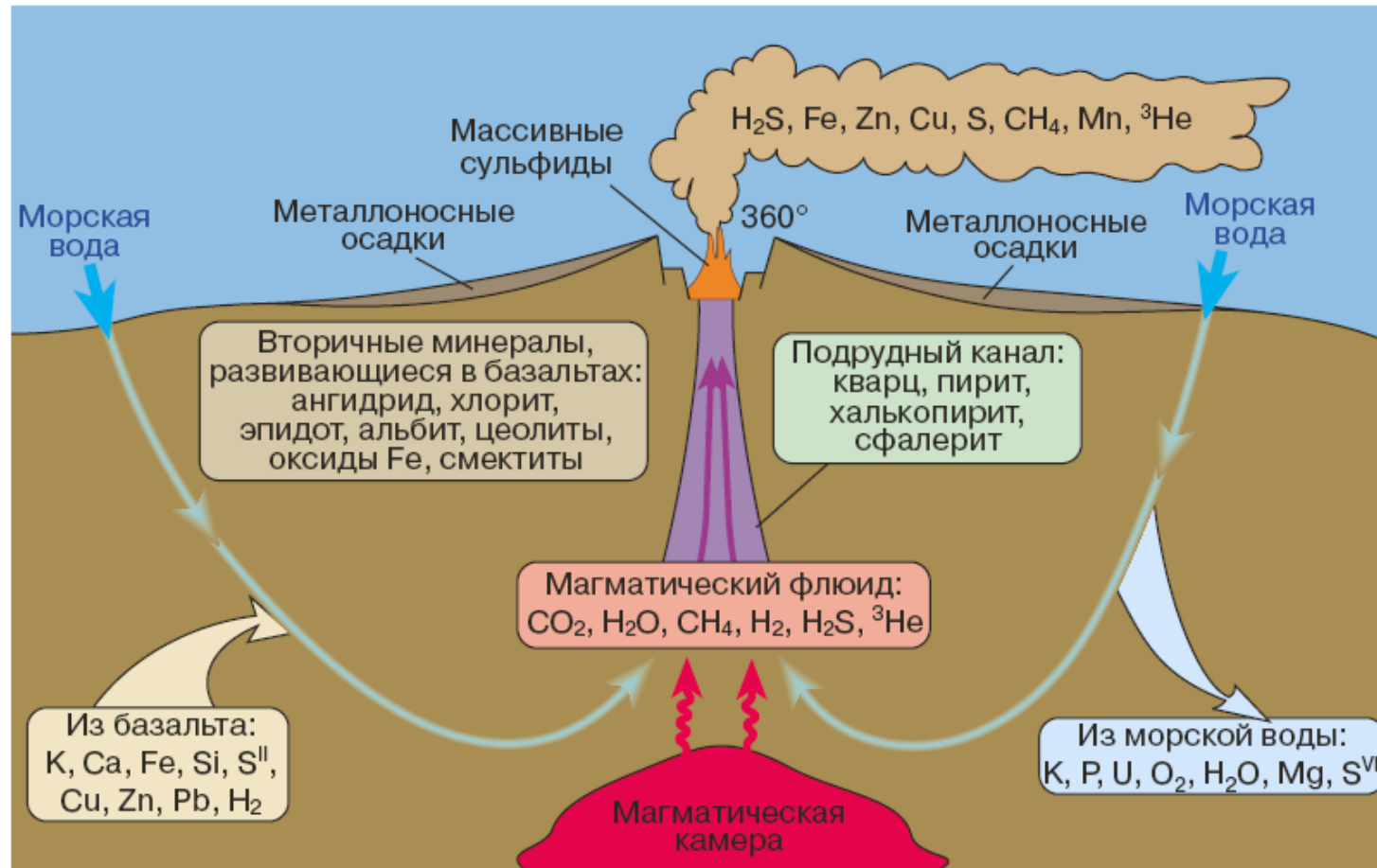


Рис. 4. Схема геохимических процессов в гидротермальной системе срединно-океанического хребта (по данным Д.В. Гричука). Показаны соединения, которые извлекаются из базальтов фильтрующей морской водой, а также флюиды, поступающие в гидротермальную систему из магматической камеры, находящейся под рифтом срединно-океанического хребта

СХЕМАТИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ ЗЕМНОЙ КОРЫ В ЗОНЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРНЫХ И БЕЛЫХ КУРИЛЬЩИКОВ

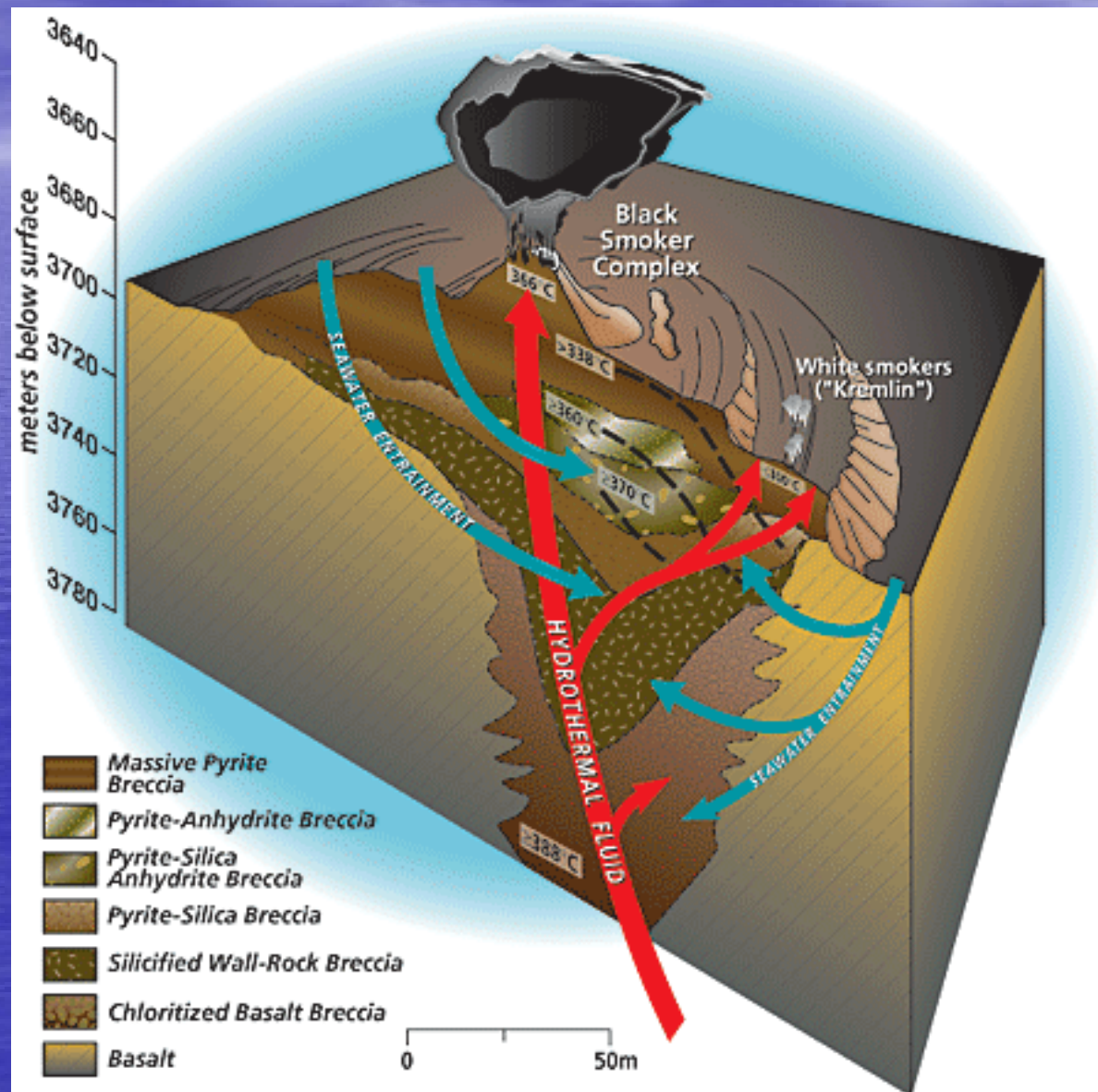
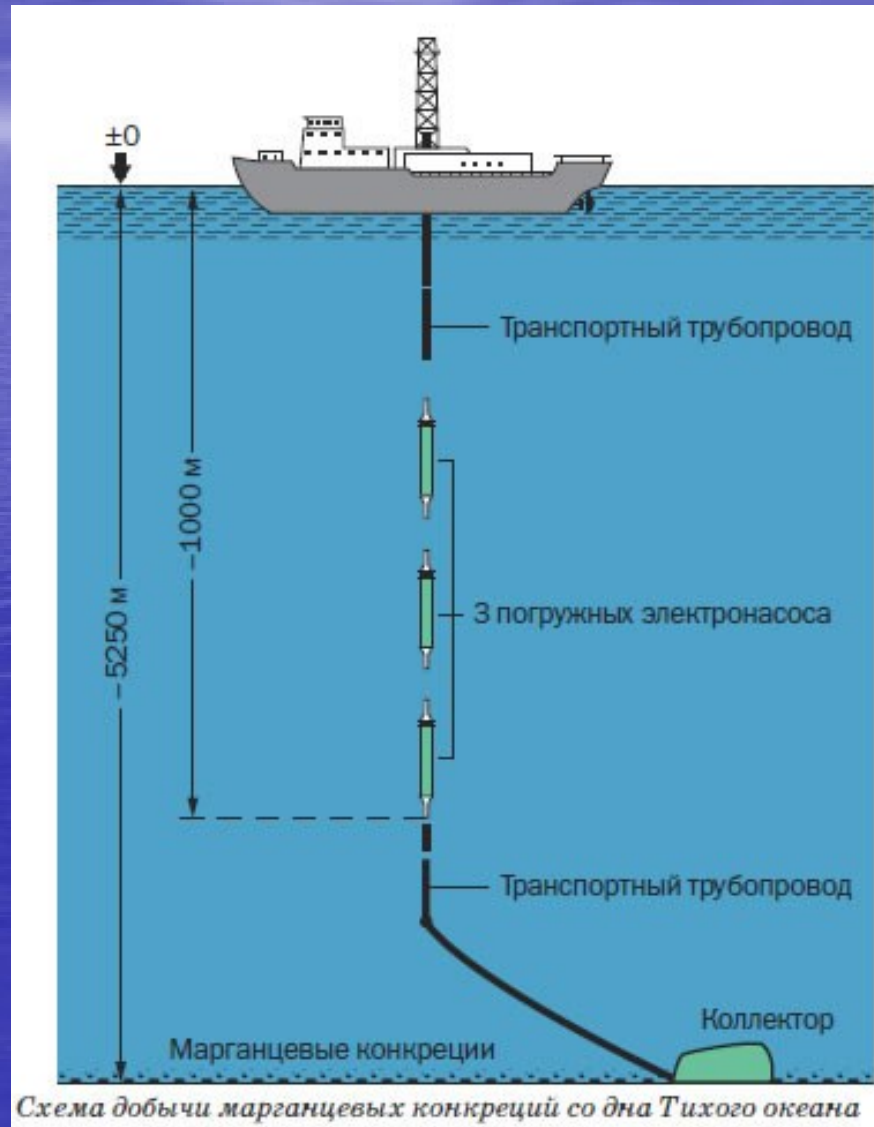
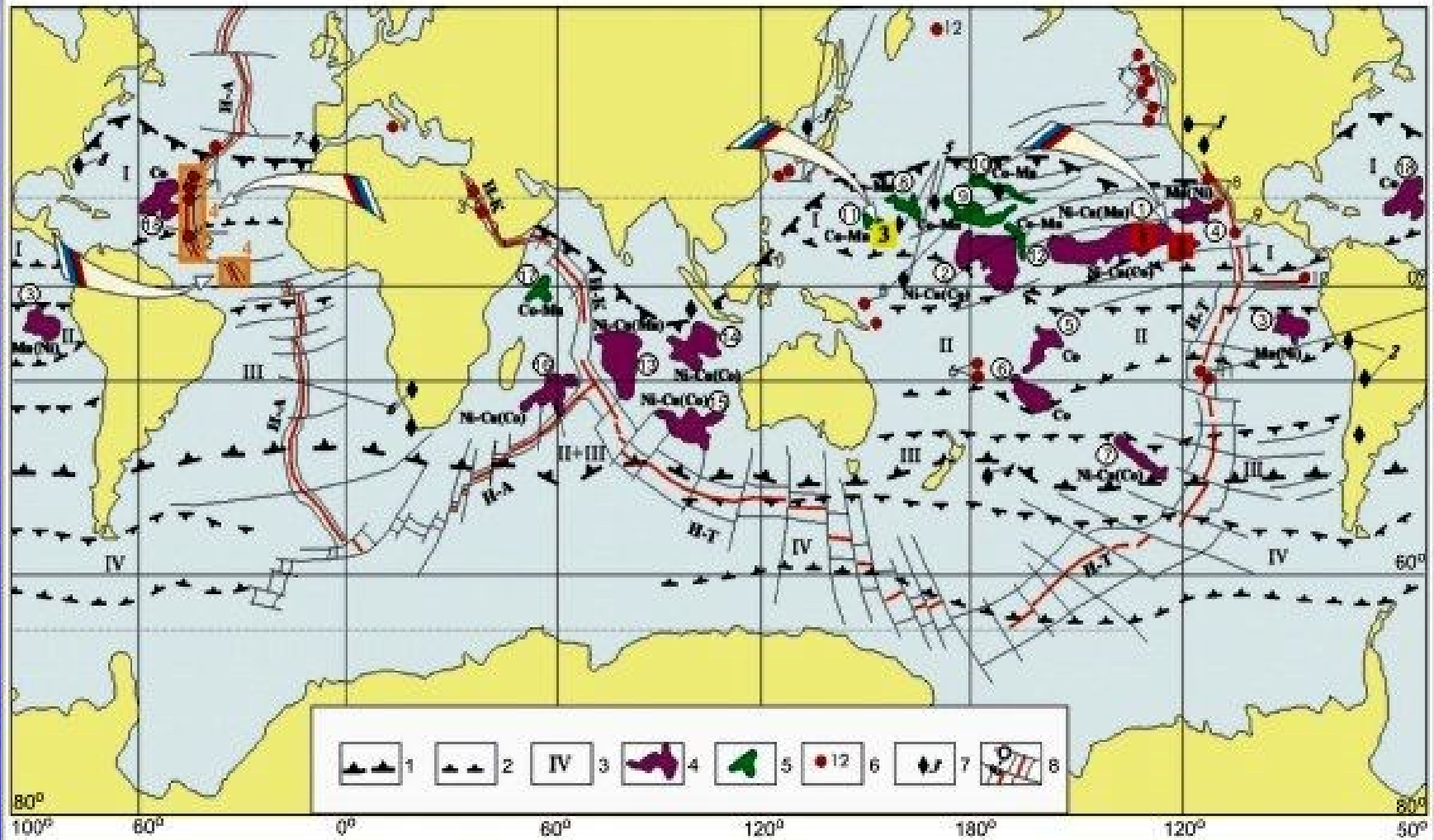


СХЕМА ДОБЫЧИ МАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ

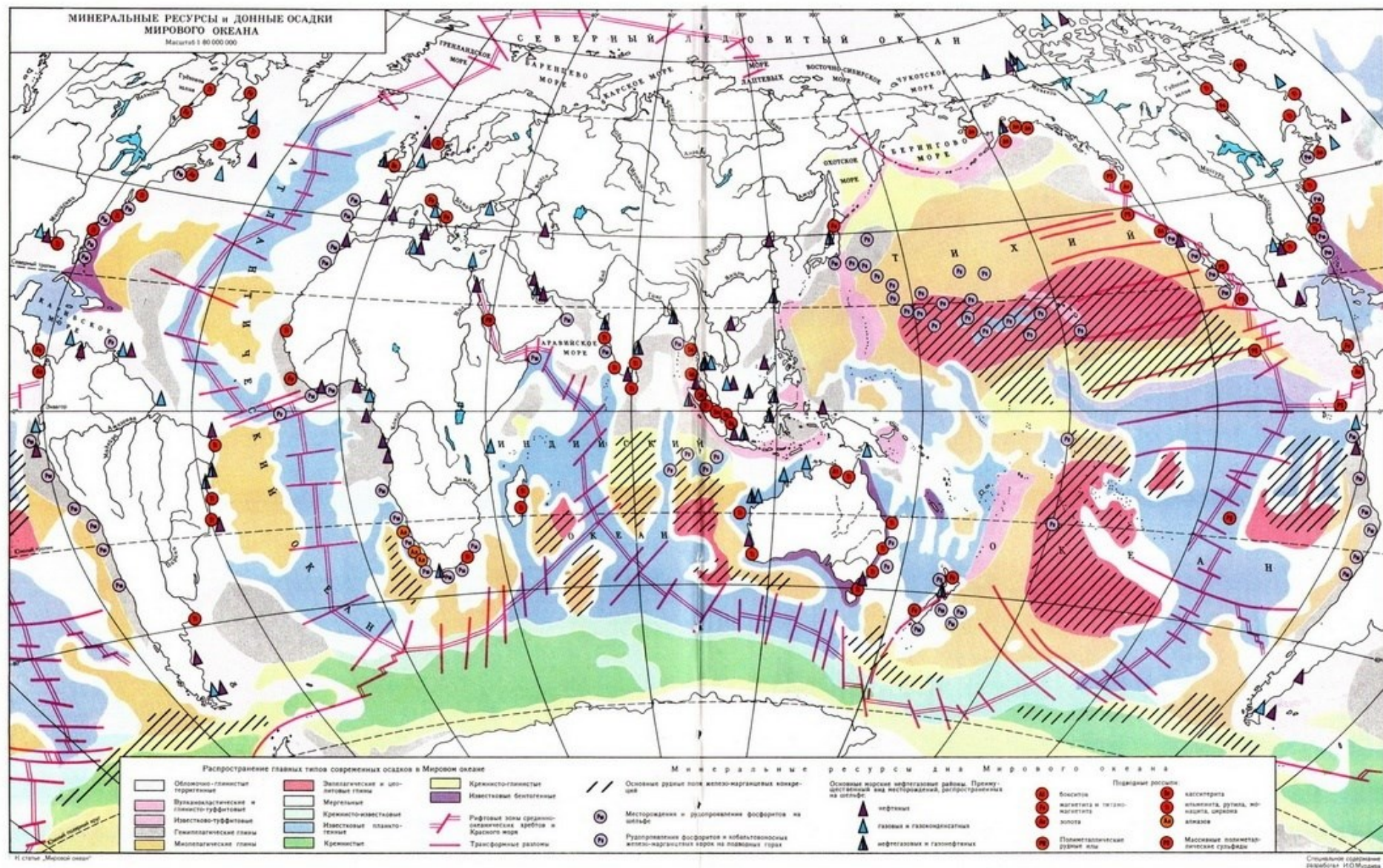


КАРТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ (ЖМК), КОБАЛЬТОМАРГАНЦЕВЫХ КОРОК (КМК) И ГЛУБОКОВОДНЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СУЛЬФИДОВ (ГПС)

Рис. 1. Карта распространения ЖМК, КМК и ГПС в Мировом океане



МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ МИРОВОГО ОКЕАНА

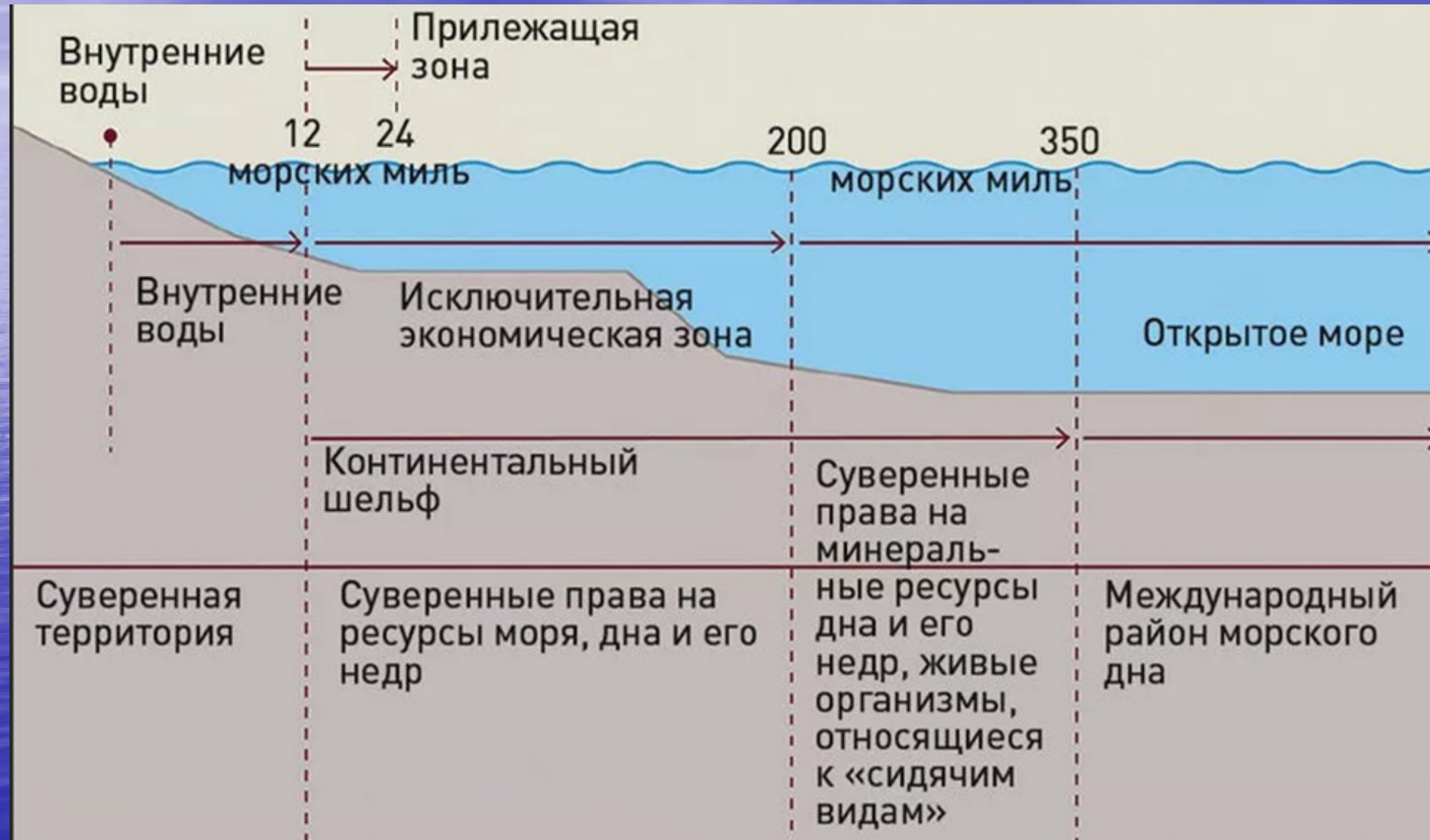


**КОМУ ПРИНАДЛЕЖАТ МИНЕРАЛЬНЫЕ
И УГЛЕВОДОРОДНЫЕ РЕСУРСЫ
МИРОВОГО ОКЕАНА ?**



Схема
административных зон
национальных
юрисдикций
прибрежных стран

СООТНОШЕНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ЮРИДИЧЕСКИХ, ЗОН С МИНЕРАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МОРСКОГО ДНА

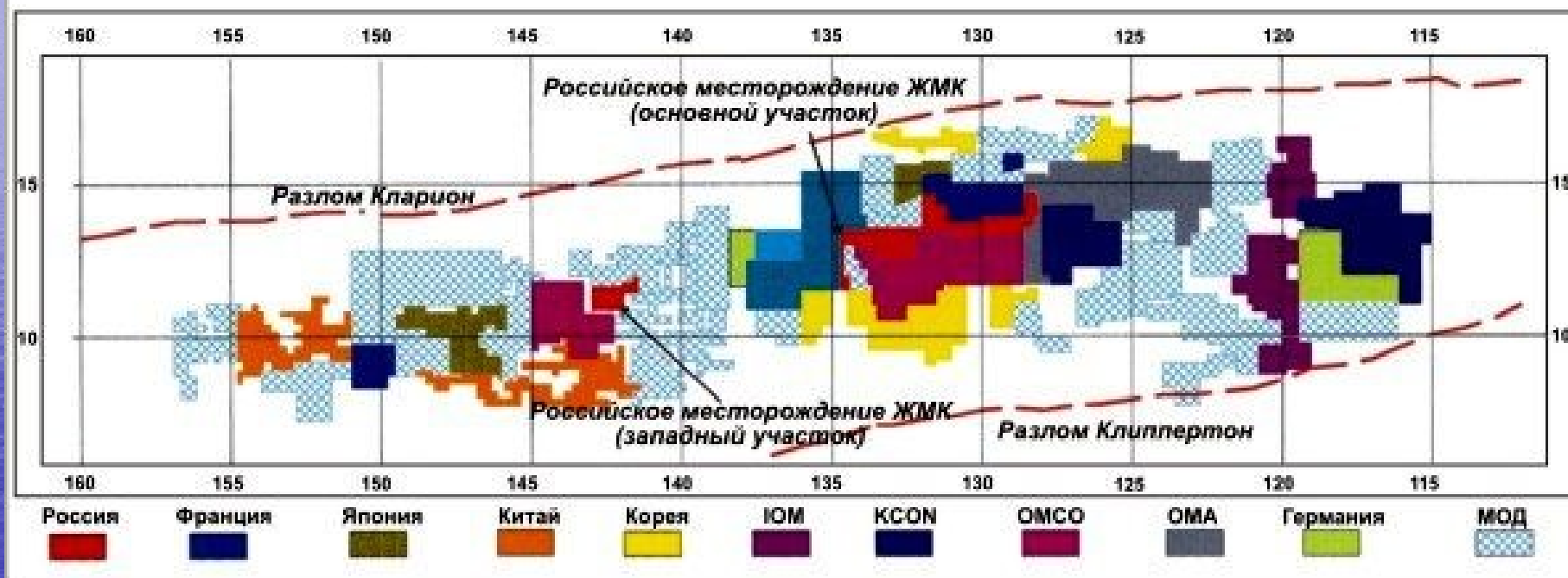


ПРЕТЕНДЕНТЫ НА РЕСУРСЫ АРКТИКИ



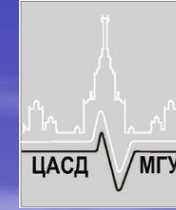
СХЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЯВОЧНЫХ УЧАСТКОВ В ПОЛЕ КЛАРИОН - КЛИПЕРТОН

Рис. 2. Схема распределения заявочных участков стран, совместной организации "Интер-океанметалл", международных консорциумов и МОД ООН в поле Кларион-Клиппертон



Выдержка из статистического отчета British Petroleum о перспективах нефтедобычи

Страна	Объем месторождений		Запас месторождений при условии сохранения объемов нефтедобычи, год
	млрд. баррелей	млрд. тонн	
Саудовская Аравия	264	36	72
Венесуэлла	211,2	29	234
Иран	137	18,68	88
Ирак	115	15,7	128
Кувейт	101,5	13,85	111
ОАЭ	97,8	13,4	94
Ливия	46,4	6,3	77
Канада	31	4,2	28
Россия	71	10	21
США	32	4,3	11
Катар	25,9	3,53	45



Примеры выделения геологических опасностей по данным геофизических наблюдений

Опасности на шельфе и бровке шельфа

Тектонические

- Разломы
- Зоны трещиноватости
- Сейсмичность
- Грязевые вулканы
- Соляные купола
- Глиняные диапиры

Геоморфологические

- Участки поверхности дна с повышенными углами наклона (склоны современных долин)
- Верховья подводных каньонов на внешней бровке шельфа
- Отмели и банки
- Покмарки

Литодинамические

Гидродинамические

- Абразия берега
- Интенсивные вдольбереговые потоки наносов
- Выносные потоки (разрывные течения)

Гравитационные

- Оползни, оплывины
- Течение разжиженных донных осадков

Инженерно-геологические

- Газонасыщенные осадки
- Газопроявления (сипы, газовые факелы и т.д.)
- Водоносные пески с повышенным пластовым давлением
- Резкое изменение литологических типов отложений по латерали (в частности палеоврезы)
- Тиксотропные грунты
- Плывунные пески
- Слабые грунты

Антропогенные

- Взрывление, траление
- Затонувшие объекты
- Погребенные трубопроводы
- Места военного обучения

Геокриологические

- Многолетнемерзлые породы
- Плугмарки (борозды ледникового выпахивания)
- Термокарст
- Термоабразия
- Булгунняхи, байджерахи, пинго (бугры пучения)

ОПОЛЗЕНЬ (ОБЛОМОЧНЫЙ ПОТОК ?) В ЮЖНОЙ АТЛАНТИКЕ

Недавно обнаруженный подводный оползень возрастом 60000 лет, может по праву считаться самым колоссальным событием в своем роде из всех когда-либо изученных. Поток песка и грязи стремительно пронесся почти 1500 километров по покатоному океанскому дну в сторону от африканского побережья со скоростью около 20 метров в секунду.

Обнаруженный оползень является поистине самым большим перемещением породы, когда-либо происходившим на Земле. Масса грязевого потока в десять раз превышала массу породы, смываемую за год в океан всеми реками планеты вместе взятыми. Ширина потока местами достигала 150 километров.

Большая часть смеси песка и грязи осела на дне океана на протяжении 1500 километров, потом уровень наклона дна стал незначительно увеличиваться (на 0,05-0,01 градуса), что практически остановило оползень. Для справки: обычное футбольное поле имеет уклон менее чем 1 градус.

15 сентября 2004 г. в районе Каньона Миссисипи при высоте волн до 30 м ураган уничтожил 7 платформ на глубинах 25 – 146 м и нанес значительные повреждения еще 24 платформам [16]. Многочисленные оползни во время этого шторма повредили ряд других платформ, 5 буровых установок (включая СПБУ «Ensco-64», у которой были разрушены три опоры и буровая вышка) и 102 подводных трубопровода. По данным компании BP, часть ее трубопровода MPOG (Main Pass Oil Gathering) оказалась смещенной оползнем на 580 м. Общий ущерб от урагана в ценах 2017 г. составил 27 млрд долл. (19,7 млрд долл. в ценах 2005 г.) [20].

Платформа MC-20A (высота – 168 м), установленная компанией Taylor Energy Company в 1984 г. на шельфе в 18 км от побережья Луизианы в дельте Миссисипи на глубине 146 м, была перевернута и захоронена оползнем, инициированным давлением и ударами штормовых волн.

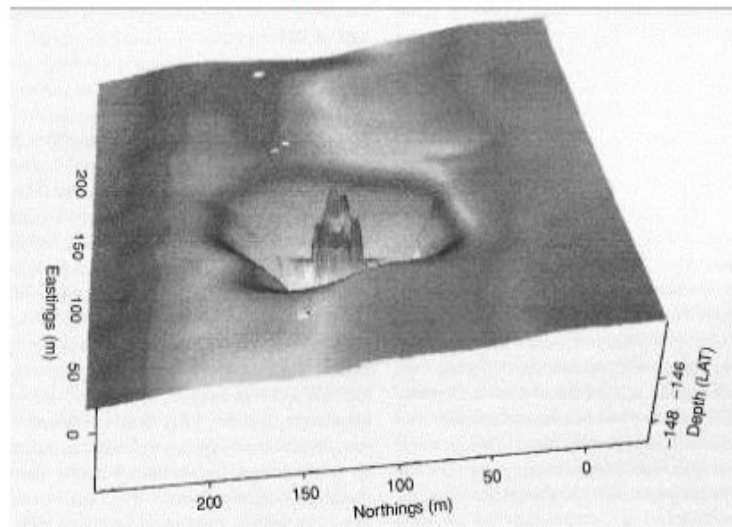
Опасные геологические процессы – выбросы газа из зон АВПД



Гибель буровой платформы в результате выброса газа из газового кармана с АВПД и последующего пожара



Выброс газа на шельфе Норвежского моря вблизи буровой платформы West Vanguard (1985г.)



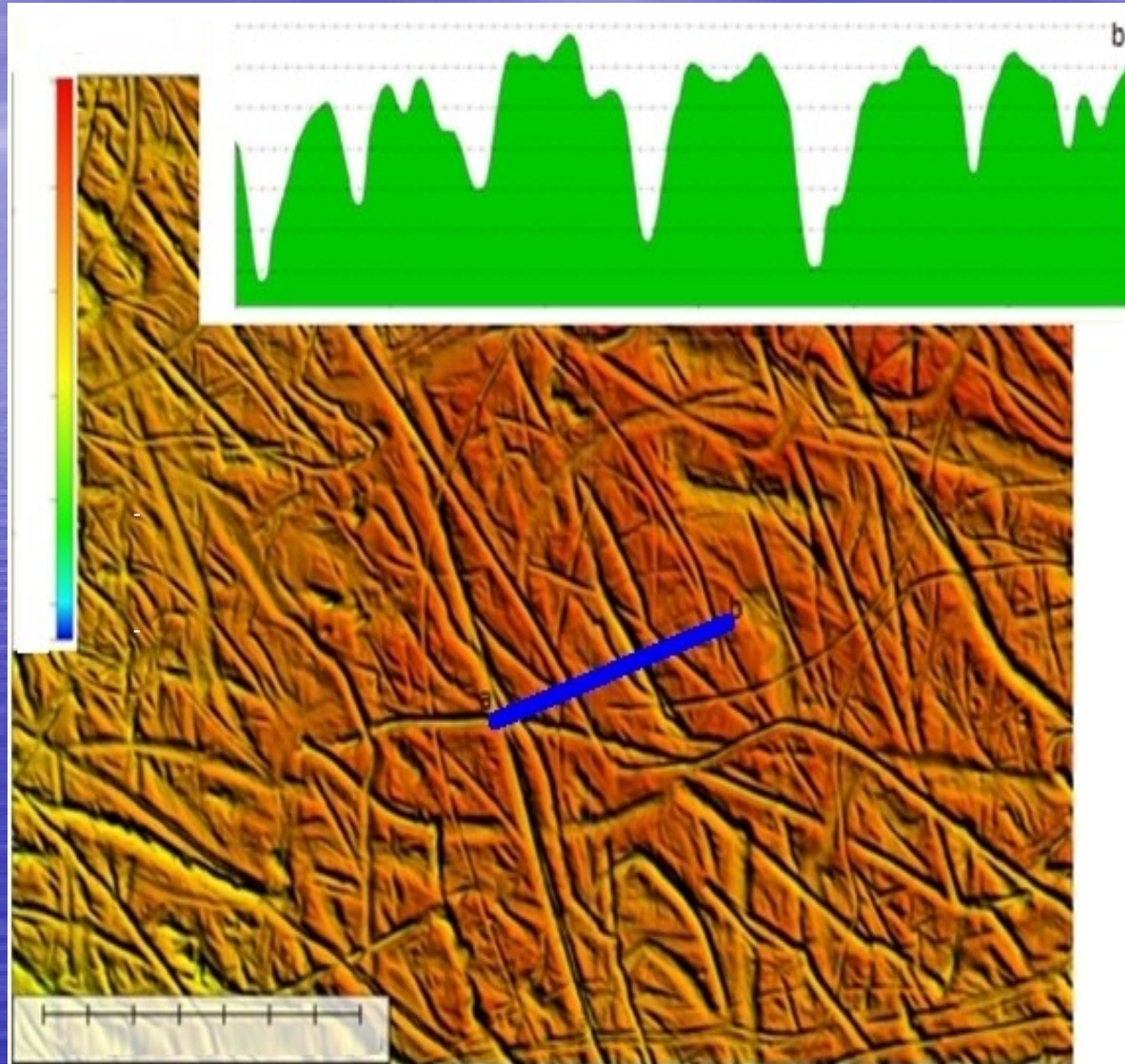
Траулер, затонувший в 1923 г в центре большой покмаркаи (Северное море)

[Judd A. and Hovland M., 2007]



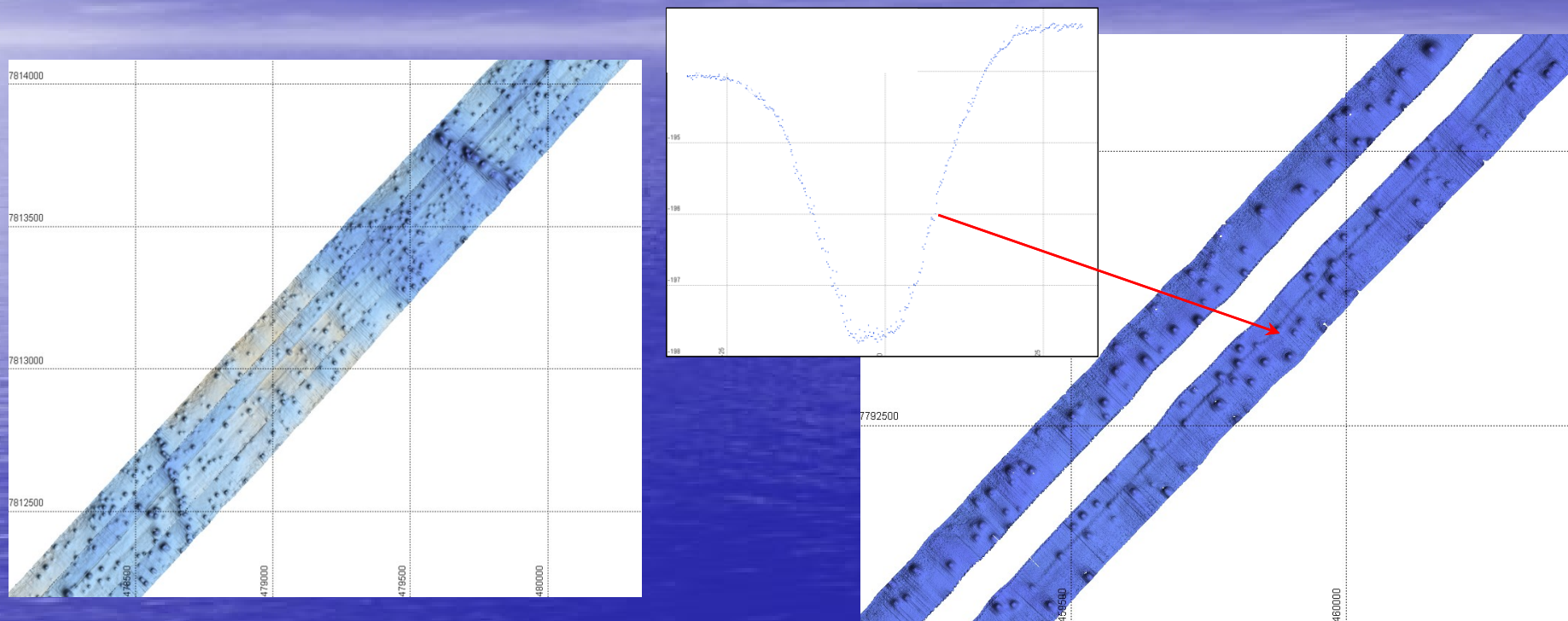
Фонтанирование скважины (Байдарацкая губа, Карское море, газопровод Бованенково-Ухта)

Примеры выделения геологических опасностей по данным геофизических наблюдений



Борозды
ледникового
выпахивания
(плугмарки)

ПРИМЕРЫ ПОКМАРКОВ НА ШЕЛЬФЕ



Материалы ООО «Питергаз», предоставлены С.М.Клециным

ГАЗОПРОВОДЫ НА УЧАСТКЕ С МИГРИРУЮЩИМИ НАНОСАМИ

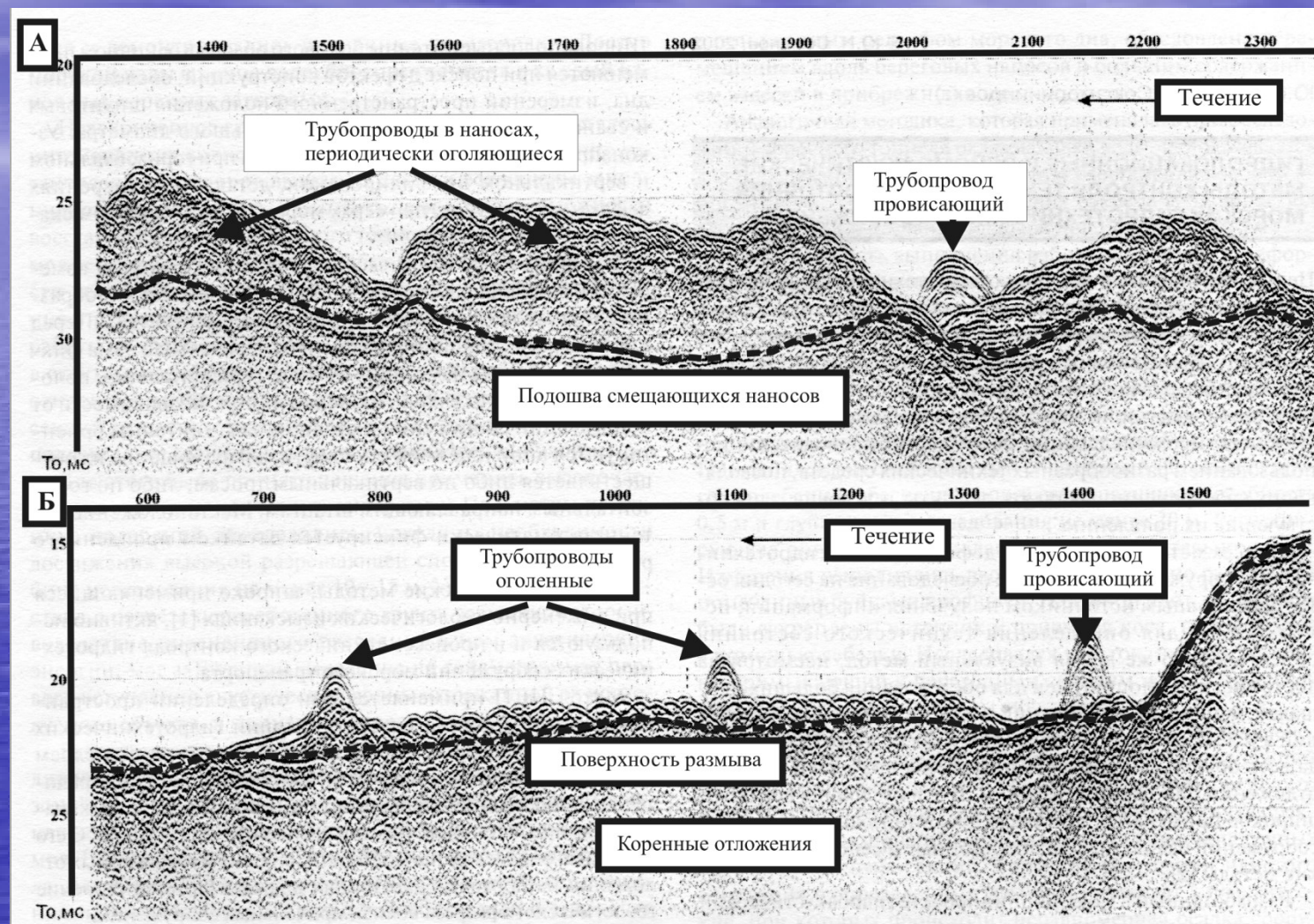
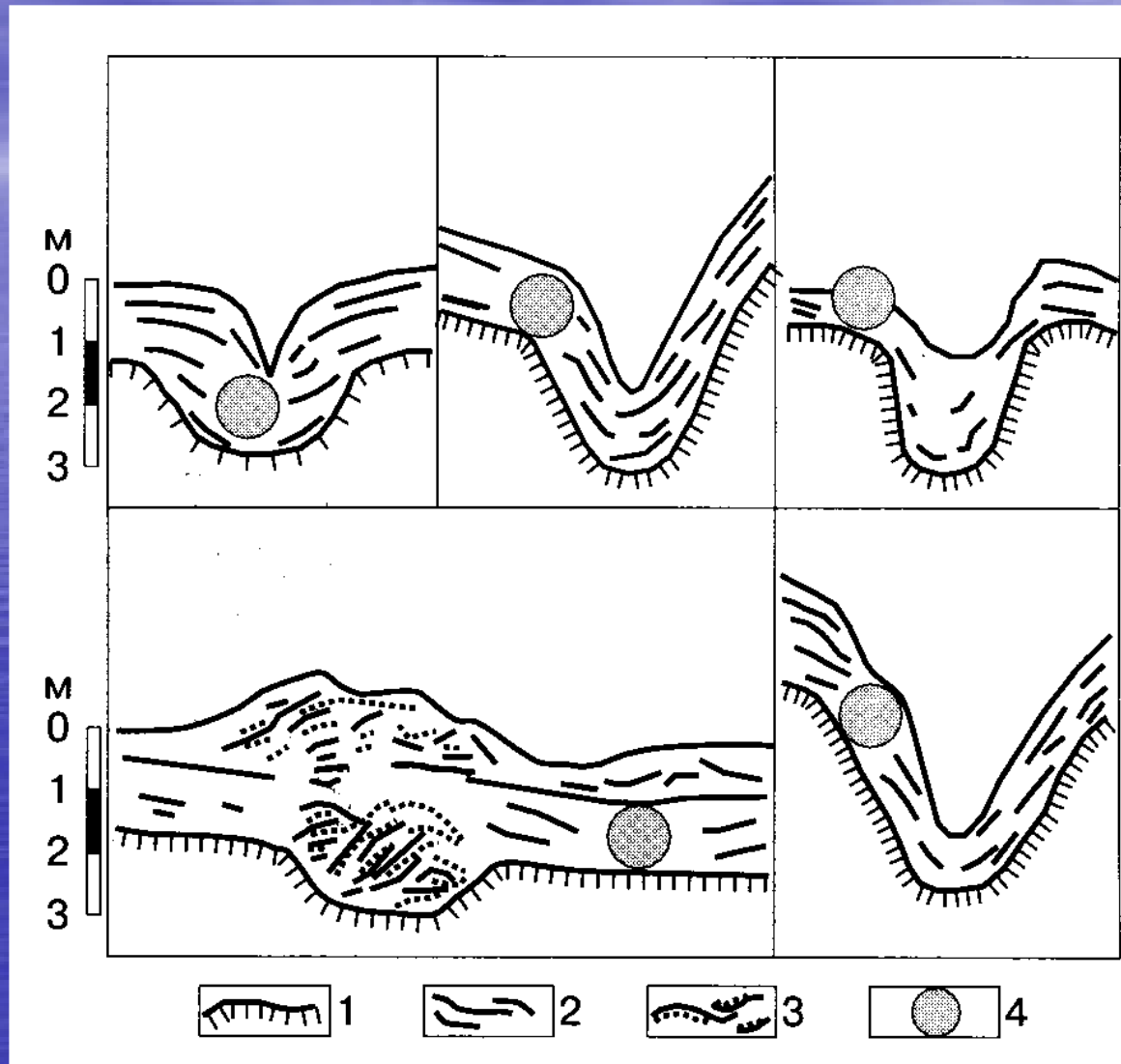
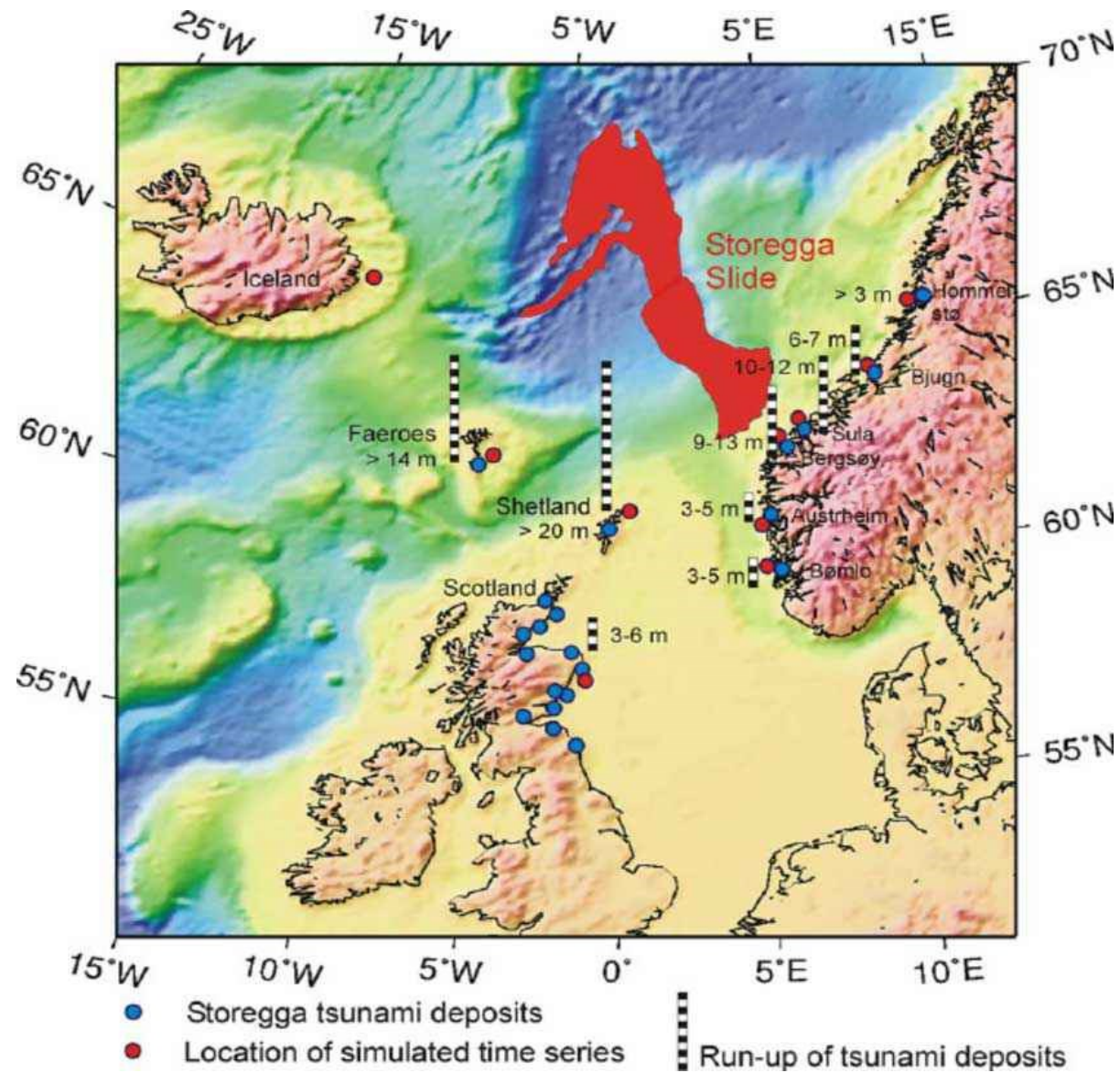


Рис. 3.3.3. Сейсмоакустические разрезы, характеризующие положение газопроводов на участке с мигрирующими по дну реки песчаными осадками (песчаными дюнами, А) и на участке размыва дна (Б) [1-2002].

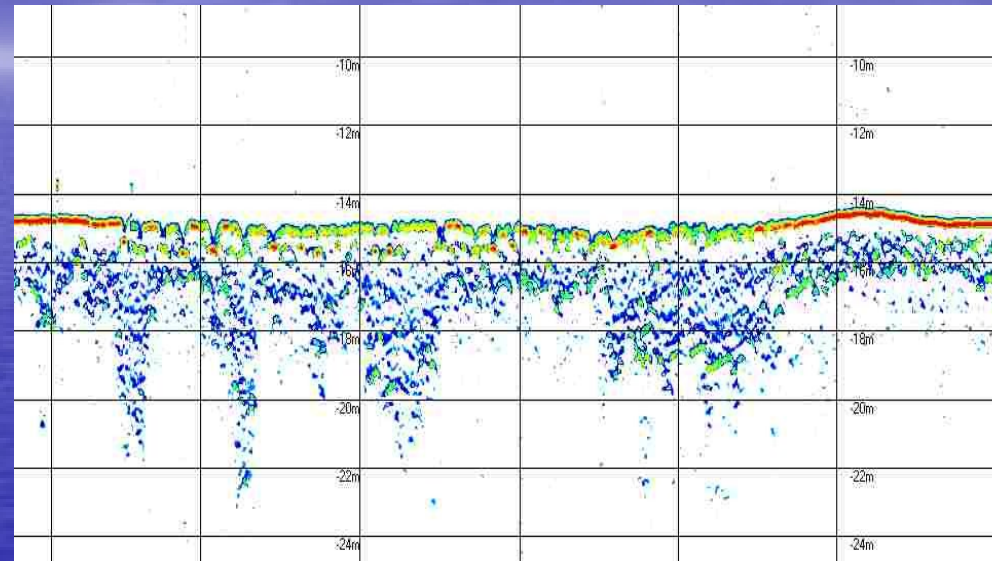
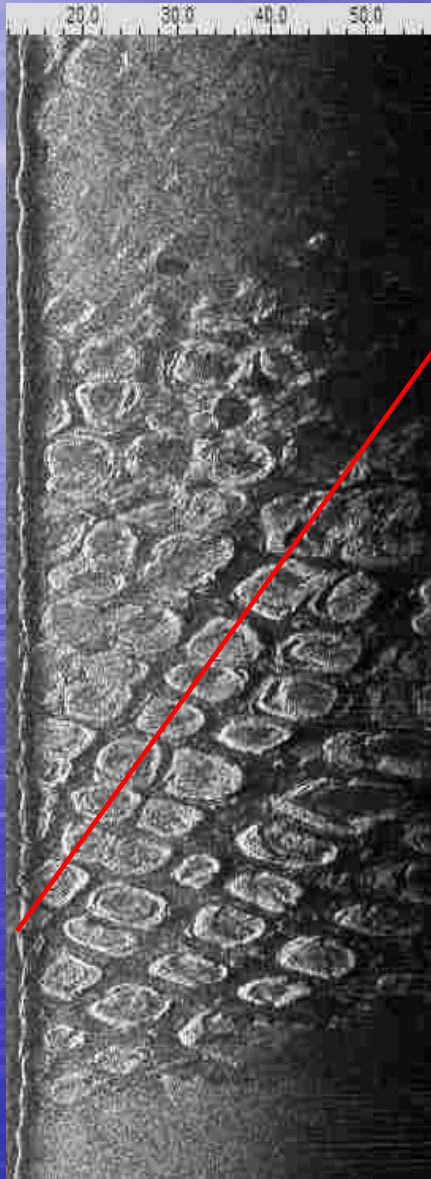
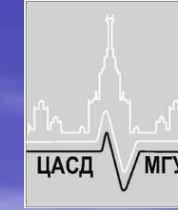
ПРИМЕРЫ УКЛАДКИ ДЮКЕРОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ТРАНШЕИ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОАКУСТИКИ



ОПОЛЗЕНЬ СТУРЕГГА

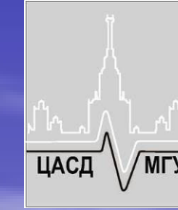


Примеры выделения геологических опасностей по данным сейсмоакустических наблюдений

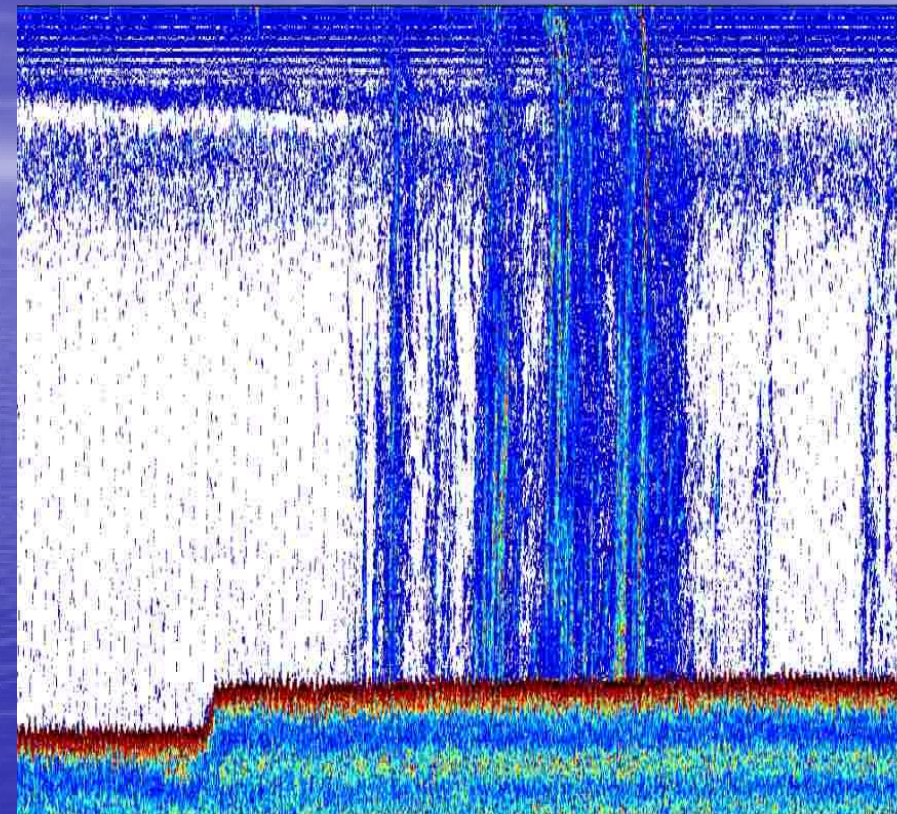


Результаты российско-американской экспедиции в рамках проекта:
«Причины и механизм переноса метана в биогеохимической
системе донные отложения - водная толща-атмосфера в морях
Восточной Арктики» (2011-2012 гг.)

Примеры выделения геологических опасностей по данным сейсмоакустических наблюдений



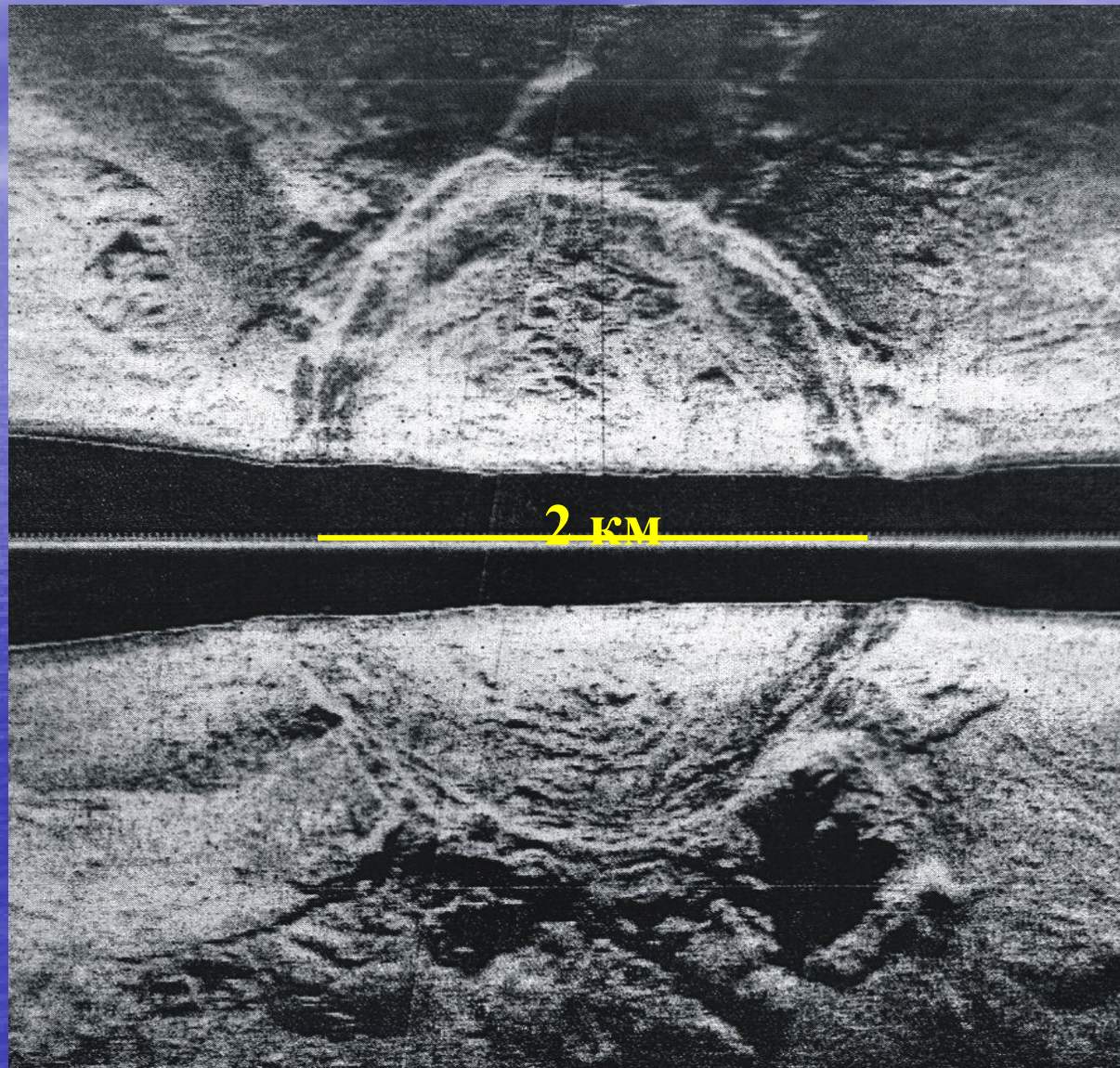
70 м



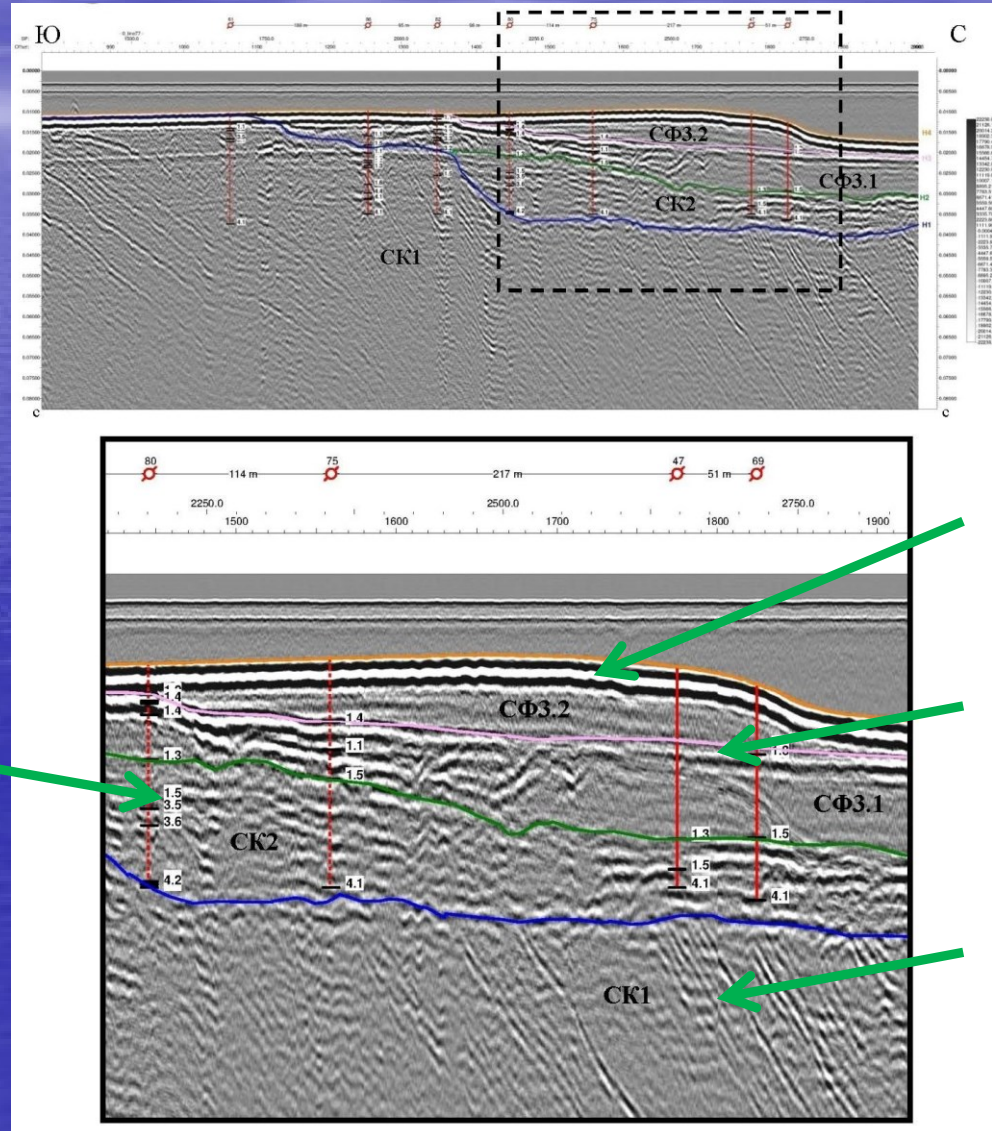
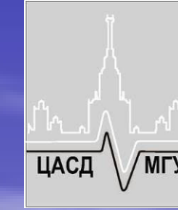
50 м

Результаты российско-американской экспедиции в рамках проекта: «Причины и механизм переноса метана в биогеохимической системе донные отложения - водная толща-атмосфера в морях Восточной Арктики» (2011-2012 гг.)

ВИД ПОДВОДНОГО ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА НА ДАННЫХ ГЛБО



Совместная интерпретация геофизических данных и инженерно- геологического бурения



Влажность: 15,7-29,9 %
Модуль деформации:
9-44 МПа

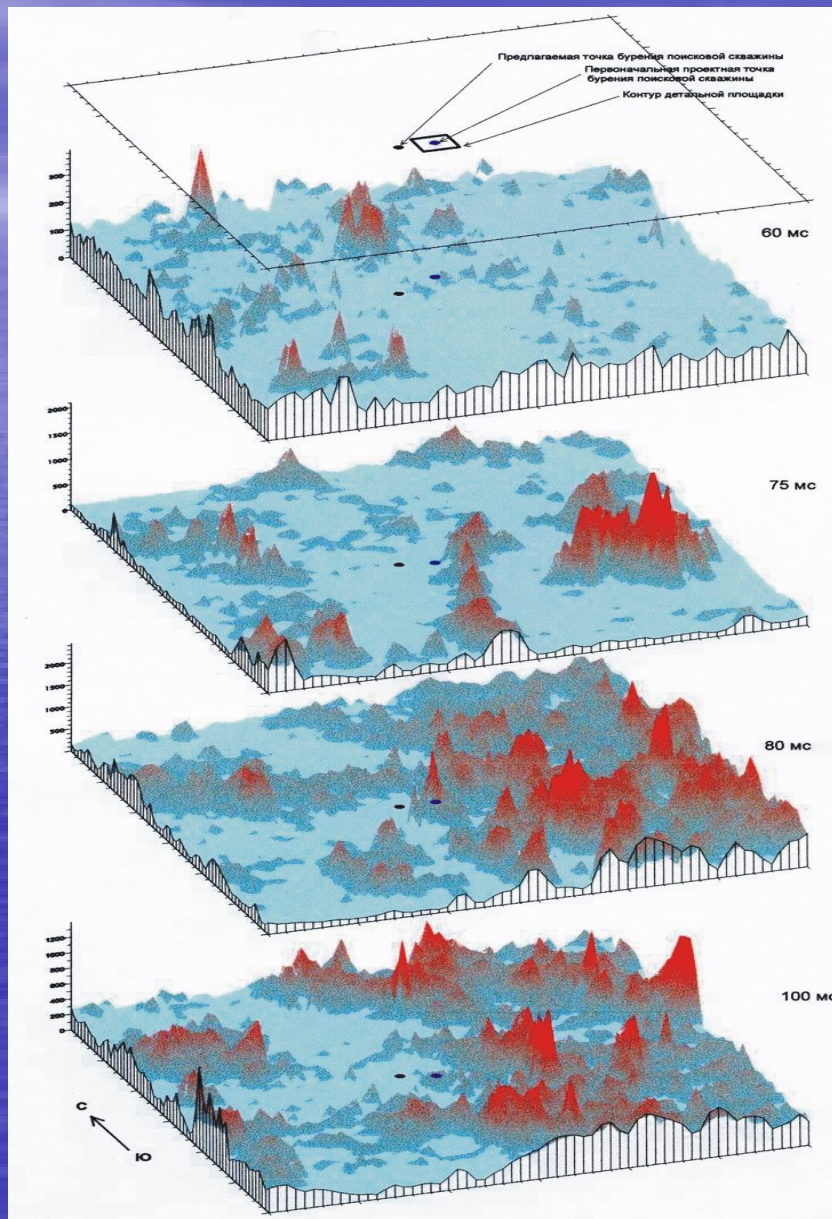
Влажность: 15,7-46,5 %
Модуль деформации:
7-23 МПа

Влажность: 17,5-29,9 %
Модуль деформации:
9-57 МПа

Влажность: 19,3-25,8 %
Модуль деформации:
16-40 МПа

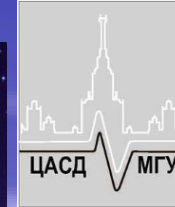


ВЫБОР ПЛОЩАДКИ ДЛЯ УСТАНОВКИ БУРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ



АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЕ
ИЗОБРАЖЕНИЕ МОДУЛЯ
АМПЛИТУД ОТРАЖЕННЫХ
ВОЛН НА УРОВНЯХ 60, 75, 80
И 100 МИЛЛИСЕКУНД
(данные ОАО
«СОЮЗМОРИНЖГЕОЛОГИЯ»,
г.Рига)





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!