

Активная роль метана в переформировании характеристик гидросферы, криосферы и атмосферы

П.В. Люшвин, Россия lushvin@mail.ru

В дегазации Земли метан, наряду с углекислым газом и водородом, один из наиболее массовых газов. Его плотность в 2 раза меньше плотности азота и кислорода, он составляет $\approx 2 \cdot 10^{-6}$ объема атмосферы, живет 6÷12 лет. Биогенная составляющая за счет эмиссии на суше и шельфе составляет 5÷30%, техногенная 1%. По вертикали метан распространен сравнительно равномерно $\approx 1,4 \div 2,4$ прмв. Стекает метан из атмосферы после реакций с гидроксидом и кислородом в виде воды и угарного газа [В.Сывороткин 2002, Справочник по Геофизике 1960, В.Исидоров 1985] При горении метана выделяется масса тепла: **CH₄ + 2O₂ = CO₂ + 2H₂O + 880 кДж**

Бактериальное окисление дает почти столько же:



В илистых грунтах водоёмов бактериальное окисление болотного газа приводит к нагреву среды на 3-5°C в сутки. Схлопывающиеся пузыри газа поставляют в атмосферу массу мельчайших брызг и детрит - основу ядер конденсации. В местах, где луговые болота окружены водоёмами или лесными болотами, при смешении влажного теплого лугового и влажного прохладного водно-лесного воздуха, конденсируется атмосферная влага.

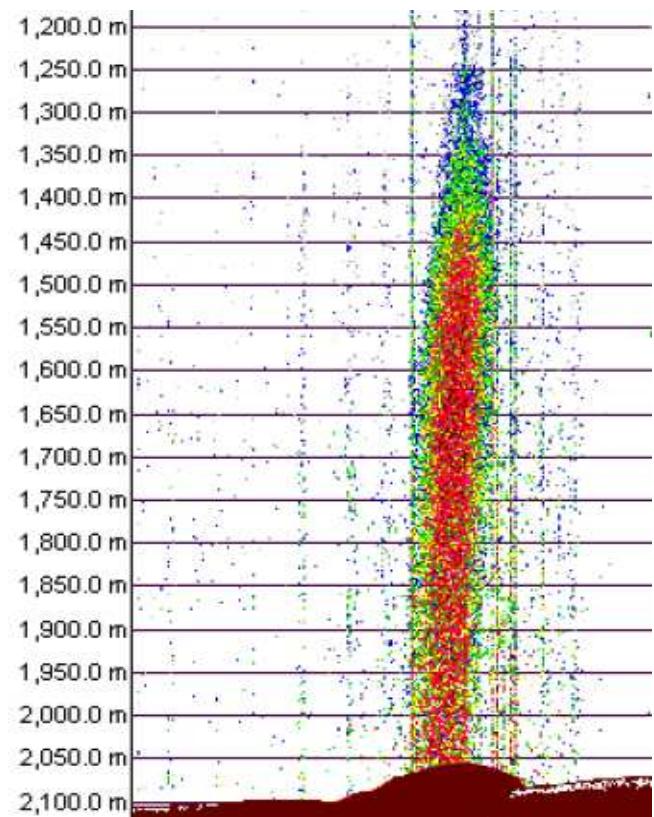


Отклики в гидросфере на эмиссию метана

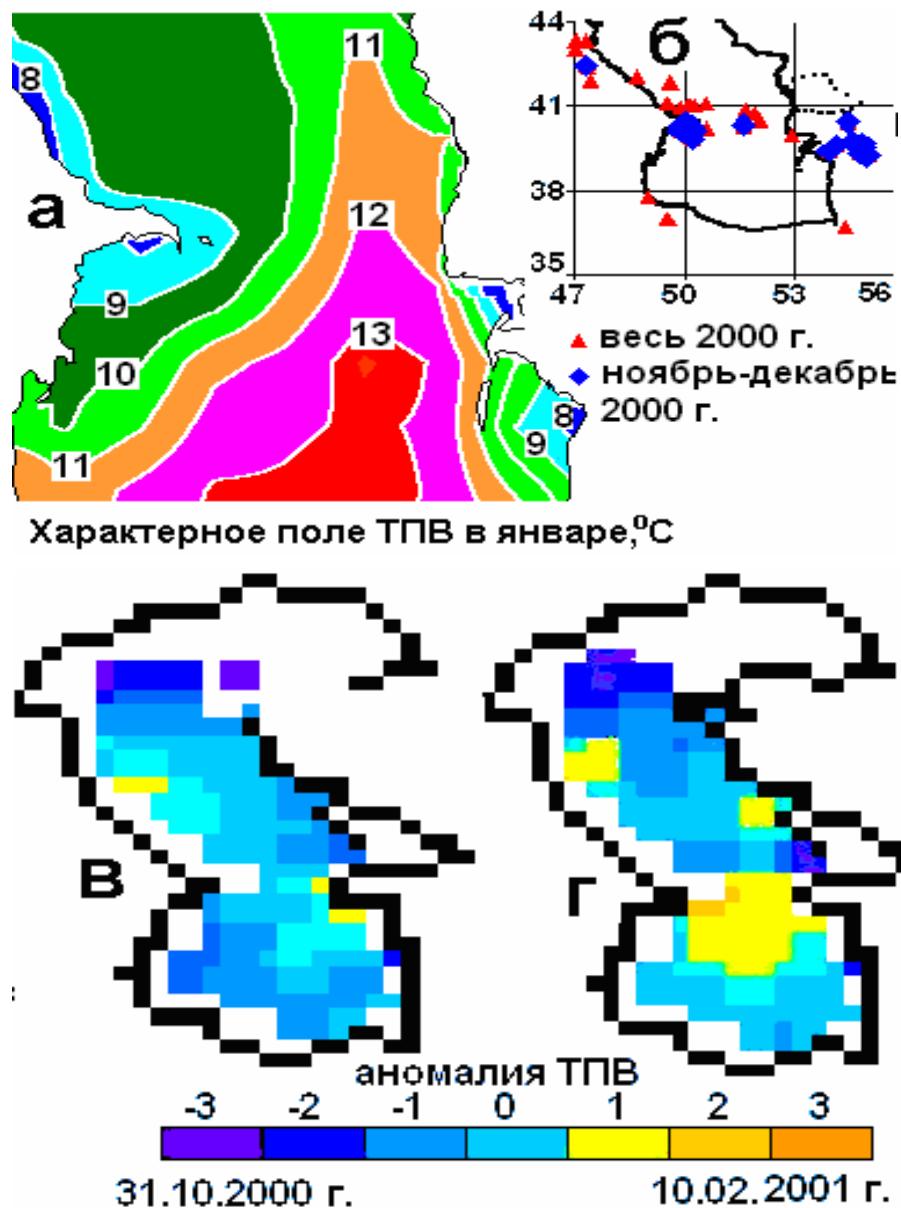
Растворяется метан в воде лучше кислорода, крайне токсичен для аэрофильных гидробионтов, ПДК – 0,01 мг/л. Летальный исход наступает при концентрациях 0,3÷1 мг/л., [С.Патин 1997]. Эндогенный объем эмиссии метана в Каспийское море и Черное моря в сейсмоспокойные годы 1 млрд. куб.м, в сейсмоактивные в разы больше, в Охотское море – 1 млн.т. [Якубов, Гулиев, Шнюков, Обжиров]. В периоды активизации разломов земной коры (ГПЗ) даже без усиления ветра происходит резкое снижение прозрачности воды. Скорость осаждения взвеси с учетом её веса и температуры воды:

$$v = p^{0,42} * 0,13 * \exp(0,134 * T)$$

где v – скорость осаждения, м/ч, p - вес особи, мг; T – средняя температура слоя, °С. [И.Орлова,1990]. Из холодного фотического слоя взвесь весом до 0,5 мг гравитационно осаждается за 10÷50 суток, в теплых водах - в разы быстрее. **Интенсивно прогреваться может лишь холодный мутный фотический слой**



Сейсмогенные температурные аномалии в Каспии

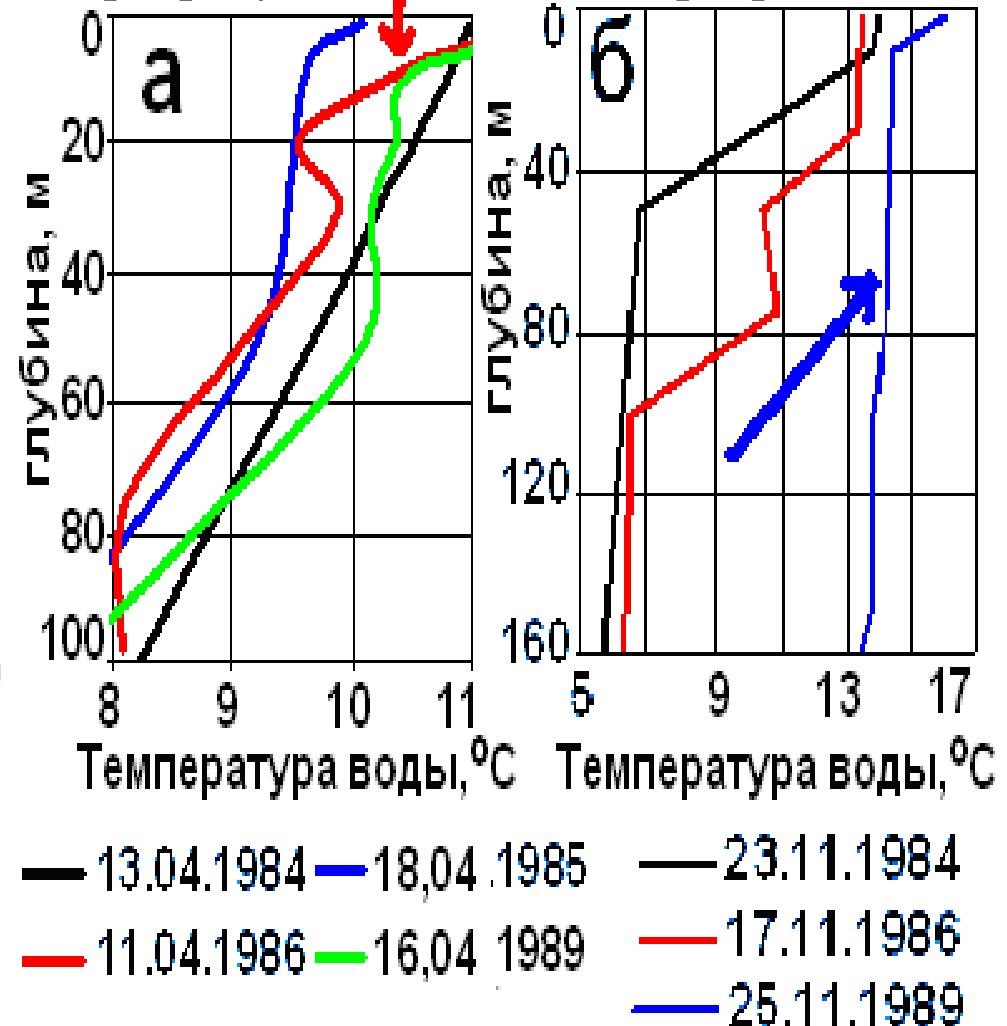


Аномалия ТПВ у Апшерона после землетрясений зимой 2000-2001 гг.

Сейсмогенные взвеси утончением фотического слоя способствуют

Весной - прогреву

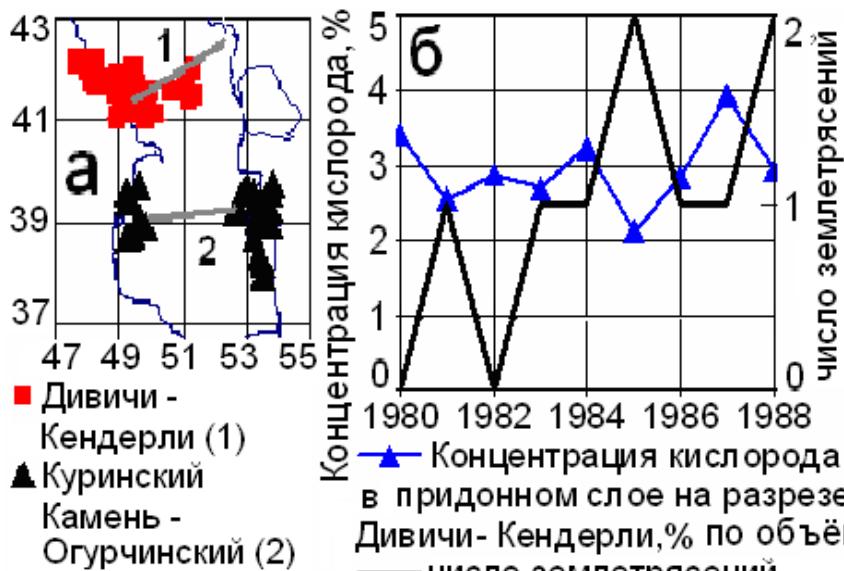
Осенью «консервации» летнего прогрева



Цветными стрелками указаны сейсмогенные температурные профили на Апшеронском пороге

Гипоксия в придонных водах Каспийского моря

Рост площадей дефицита кислорода в Северном Каспии наблюдается при активизации терской сейсмики. В Среднем и Южном Каспии гипоксия развивается в сейсмичные годы.



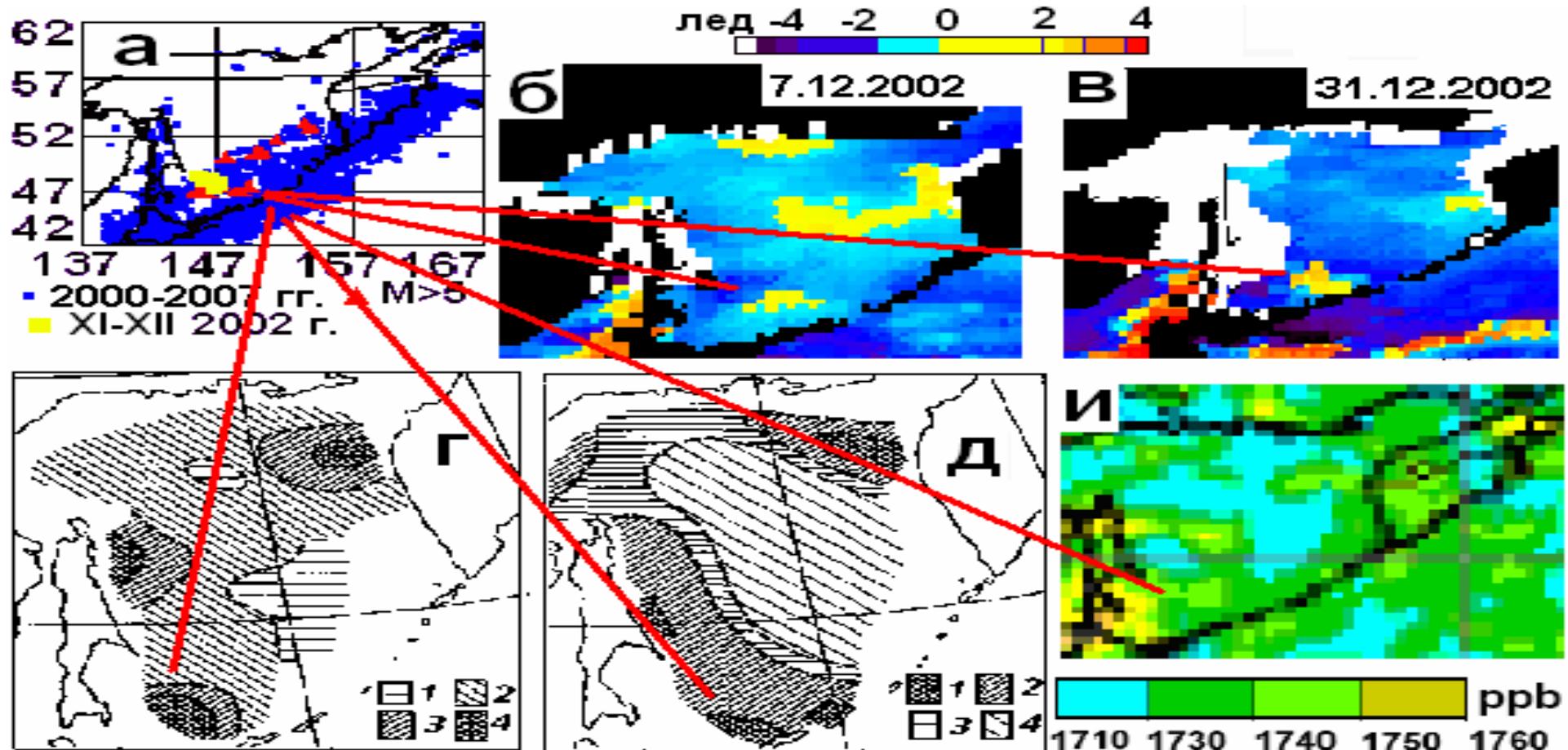
Терская сейсмика и площади моря с пониженным содержанием O₂ в августе (а); среднее многолетнее (1961-83гг.) распределение относительного содержания O₂ в Северном Каспии в июне-июле, % (б).

Ученые сейсмы у разрезов через Каспийское море (а).

Сопоставления числа землетрясений с концентрацией O₂ в придонном слое в % по объему (б - в Среднем Каспии; в - в Южном Каспии).

Зимние теплые сейсмогенные пятна в Охотском море после землетрясения с $M>7$

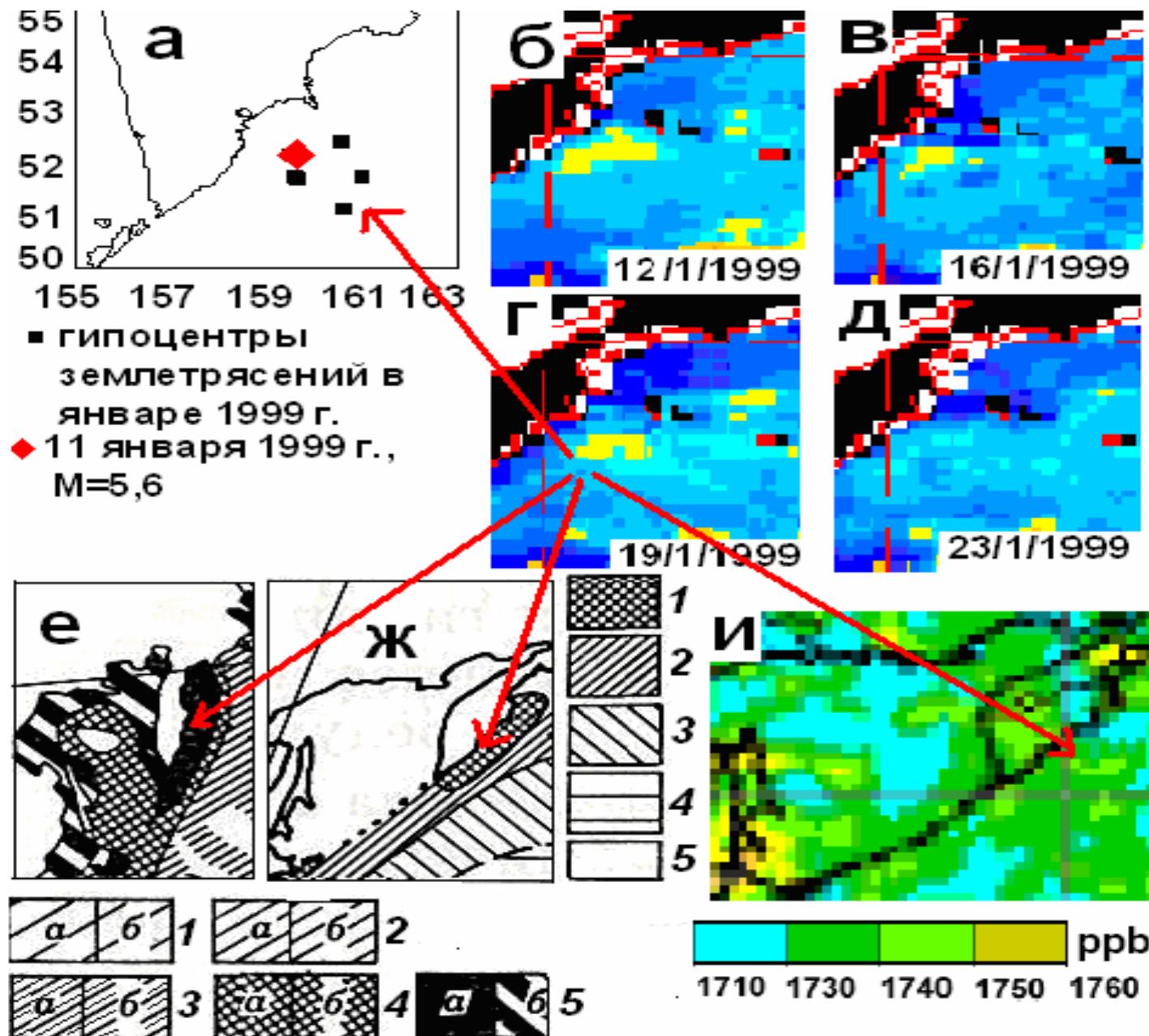
Положительные температурные аномалии на юге могли быть обусловлены утончением фотического слоя и выделением тепла при окислении метана, которого здесь аномально много. В грунтах $>10\text{mg/l}$, в воде $>0,1\text{mg/l}$.



Эпицентры землетрясений в 2000÷2007 гг. в ноябре-декабре 2002 г. на юге Охотского моря (а). аномалии ТПВ в декабре 2002 г (б, в). Метан в воде, $\text{с}^*\text{мл/л}$, $10^2; 1) < 0,01; 2) 0,01 \div 0,05; 3) 0,05 \div 0,1; 4) > 0,1$ (г) и грунтах $\text{с}^*\text{мл/кг}, 10^3; 1) > 100; 2) 100 \div 10; 3) 10 \div 5; 4) < 5$ (д). Среднее содержание метана в атмосфере (и)

Зимние теплые сейсмогенные пятна у Камчатки

(воды заболоченных озер теплее вод песчаных карьеров)

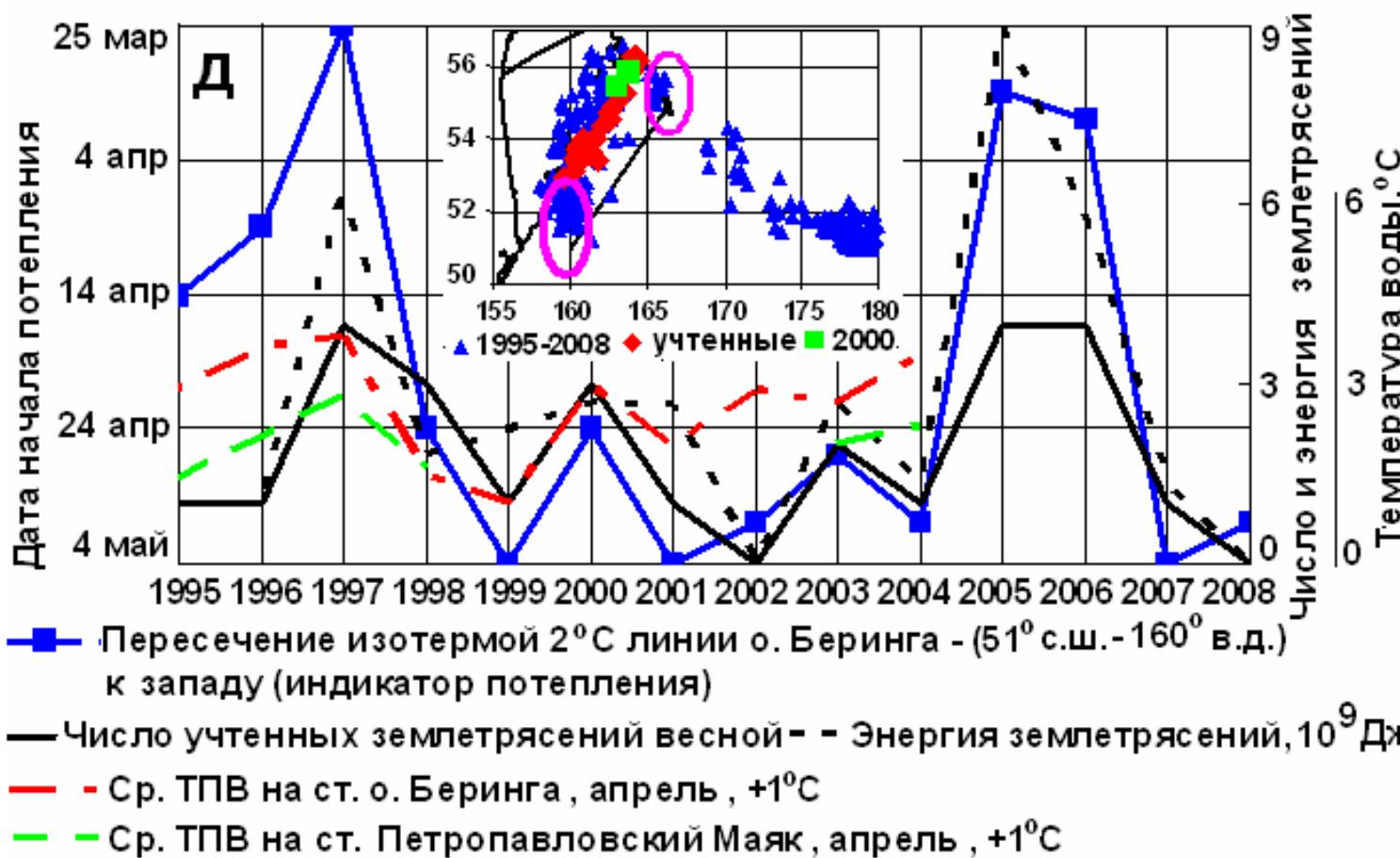
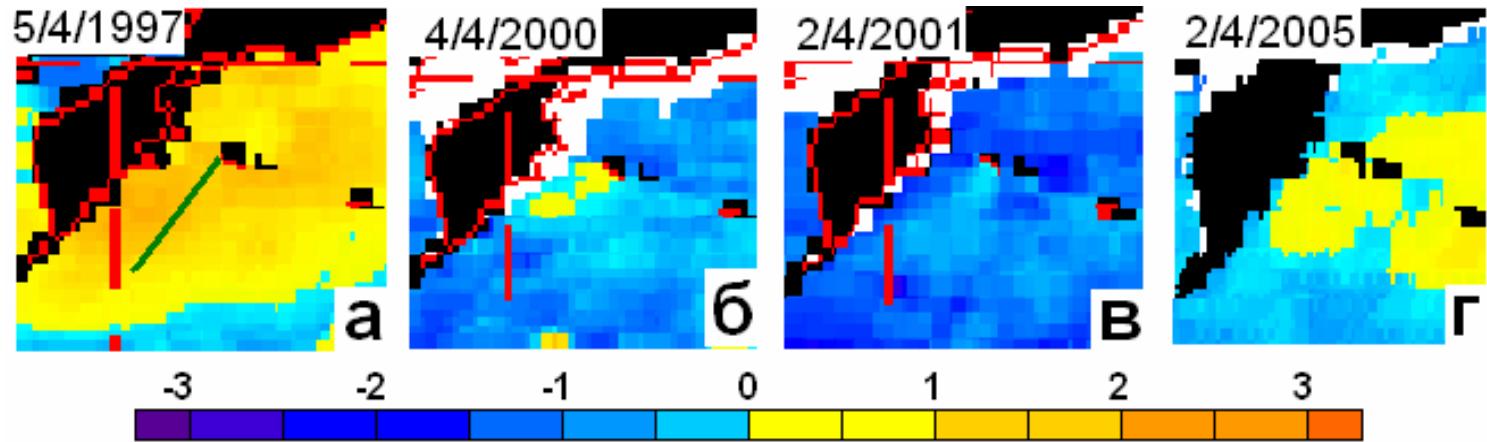


Эпицентры январских землетрясений 1999г. (а), январские аномалии ТПВ (б-д). Первичная продукция (в мг С/м² в день) 1) <100, 2) 100-150, 3) 150-250, 4) 250-500, 5)>500, а – измерения; б – косвенные данные (е).

Схема интенсивности редукционных процессов в осадках, 1) – интенсивная, 2) – умеренная, 3) – слабая, 4) – очень слабая, 5) - суша (жс).

Среднее содержание метана в атмосфере 2003-2005гг. (и) [А.А. Тронин a.a.tronin@ecosafety-spb.ru].

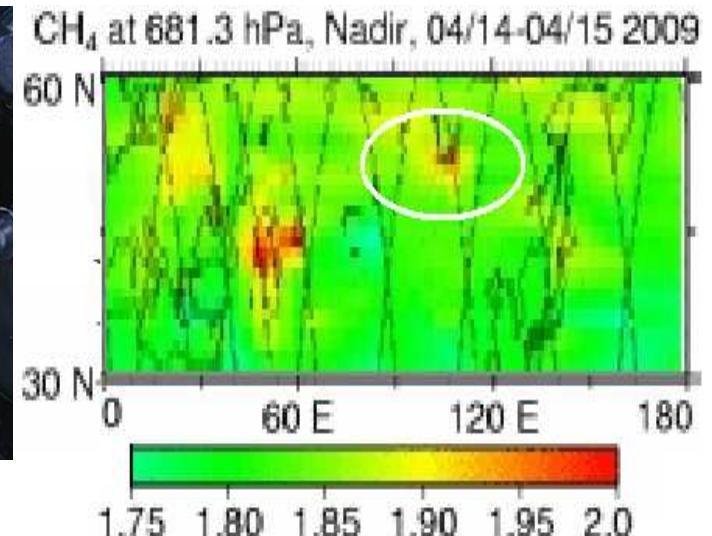
Ранний сейсмогенный прогрев, весна у Камчатки



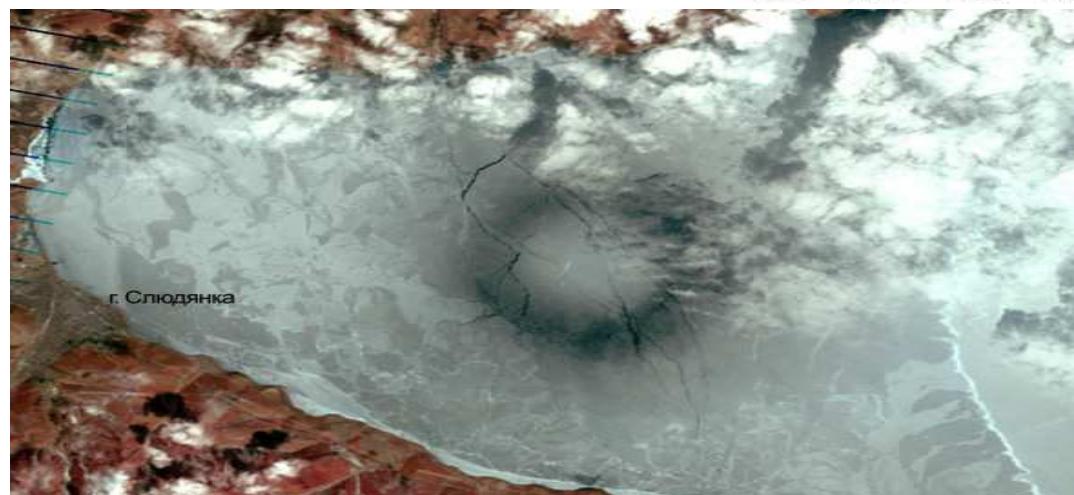
Аномалии ТПВ в начале апреля к востоку от п-ова Камчатка (а-г). Дата пересечения изотермой 2°C линии о. Беринг – (51°С.Ш. – 161°В.Д.) к западу, средние ТПВ в апреле на г/м станциях в апреле, число и энергия землетрясений в конце февраля – марте (д). На врезке эпицентры всех и учтенных землетрясений, включая 2000г.

Отклики в криосфере на эмиссию метана

Лед затрудняет эмиссию метана в атмосферу. При окислении метан плавит лед ([проталины в мерзлых болотах](#)). На Байкале выходы природного газа со дна происходят постоянно. Летом вода пузырится. Зимой, когда толщина льда достигает 1 м, во льду образуются "пропарини" диаметром от метров до десятков км². В архивах СКАНЕКС нашлись такие снимки с 2004 г. За неделю до регистрации с ИСЗ масштабных пропарин виден их «создатель» - метан

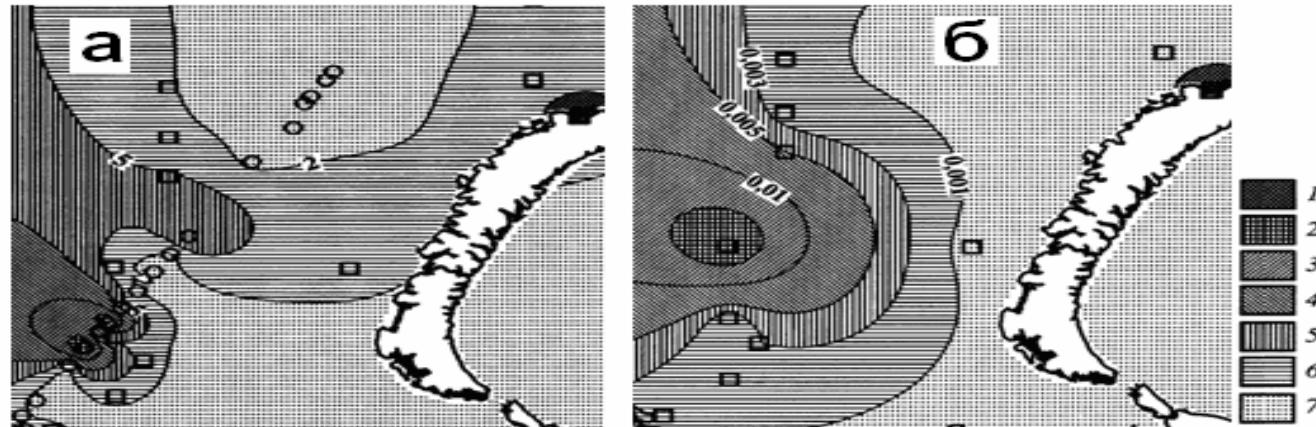


ХМАО (Ханты-Мансийский автономный округ)



20 апреля
2009 г.
Юг
Байкала
Landsat-7

Метаногенные разводья в Баренцевом море



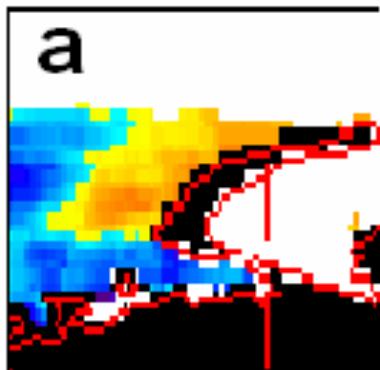
концентрация метана, нмоль · л⁻¹: 1 - >1700; 2 - 30-1700; 3 - 20-30; 4 - 10-20; 5 - 5-10; 6 - 2-5; 7 - <2;
скорость окисления метана, нмоль · л⁻¹ · сут⁻¹: 1 - <1,5; 2 - 0,015-1,5; 3 - 0,01-0,015; 4 - 0,005-0,001;
5 - 0,003-0,005; 6 - 0,001-0,003; 7 - <0,001

16.6.2001

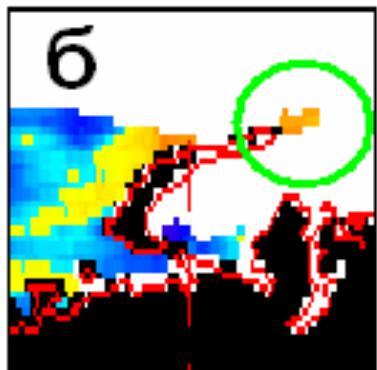
13.11.2001

14.12.2001

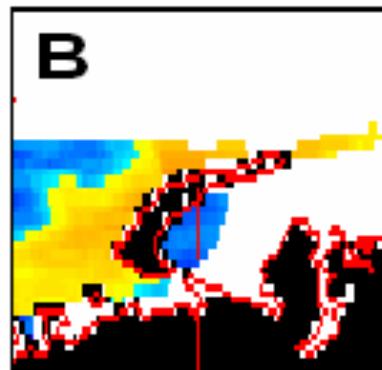
15.6.2004



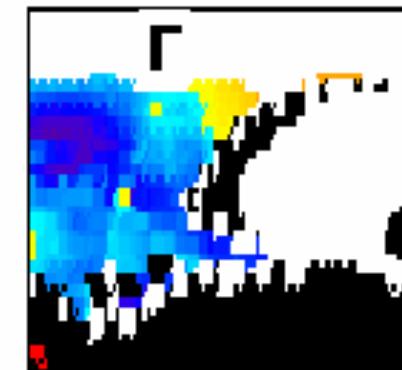
10.12.2001



20.12.2004



д



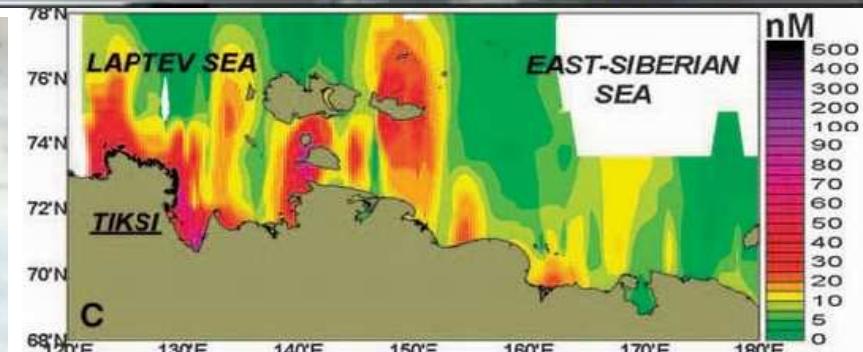
CH₄

Аномалии ТПВ (а-г) и ледовый покров в Баренцевом и Карском морях (д,ж).

Распределение концентрации метана (а) и скорости микробного метаноокисления (б) в поверхностном слое водной толщи Баренцева моря

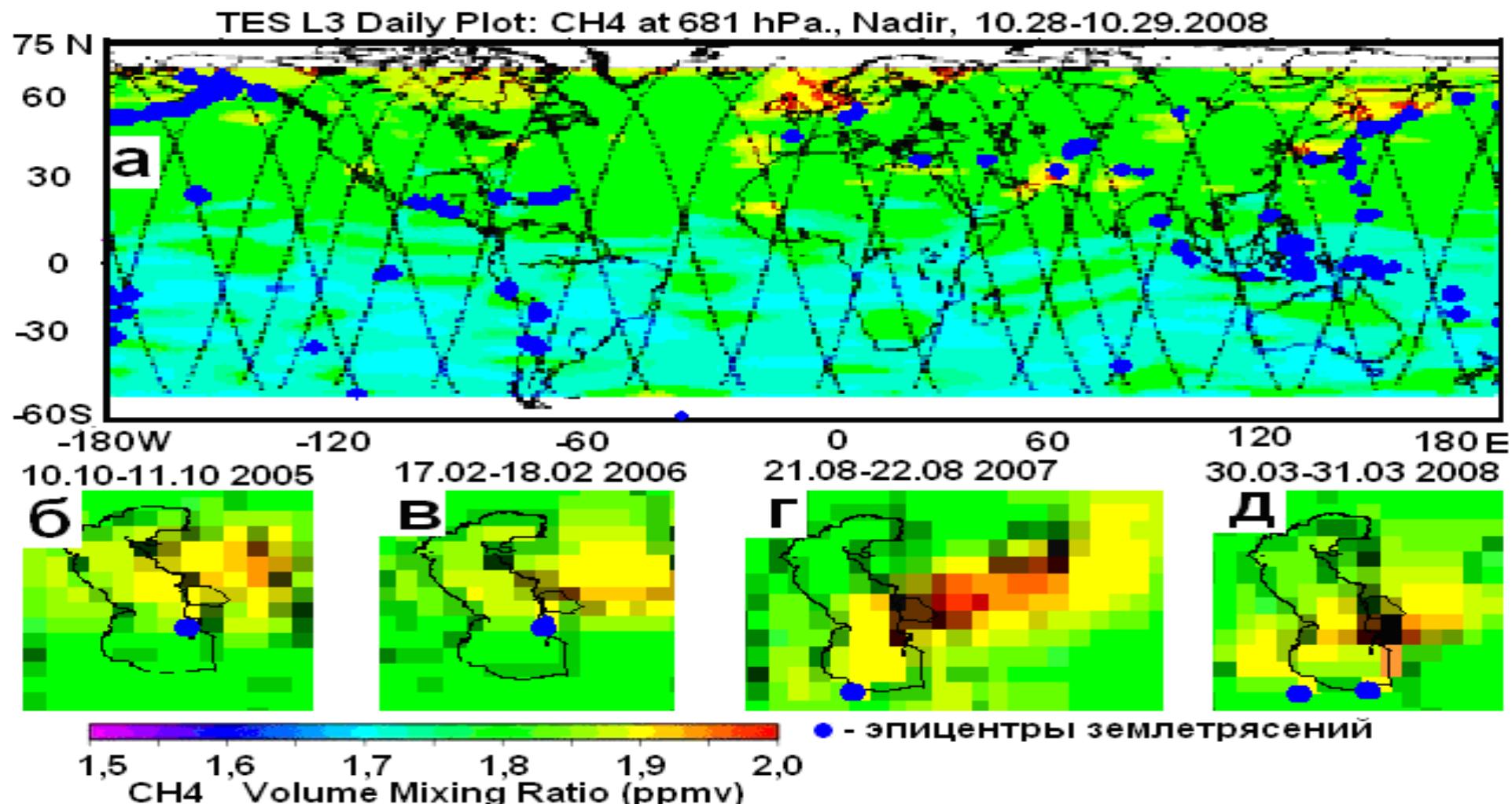
Порой, концентрация метана подо льдом такова, что сделав лунку можно жарить рыбу без дров. Наблюдается это повсеместно: на Байкале, р. Лене в море Лаптевых, в Северном Каспии. За исключением **Океанологических таблиц с «градусо-днями»**

Для предотвращения заторов льда в узостях водоемов, можно за декаду до ледохода закачать под лед воздух (заделывая лунки снегом и льдом). Для упрочнения ледяных переправ следует для оттока метана делать лунки вдоль переправ. Таким образом можно отвести от гидробионтов крайне токсичный метан, **насытить воду кислородом вместо весенней взрывчатки.**



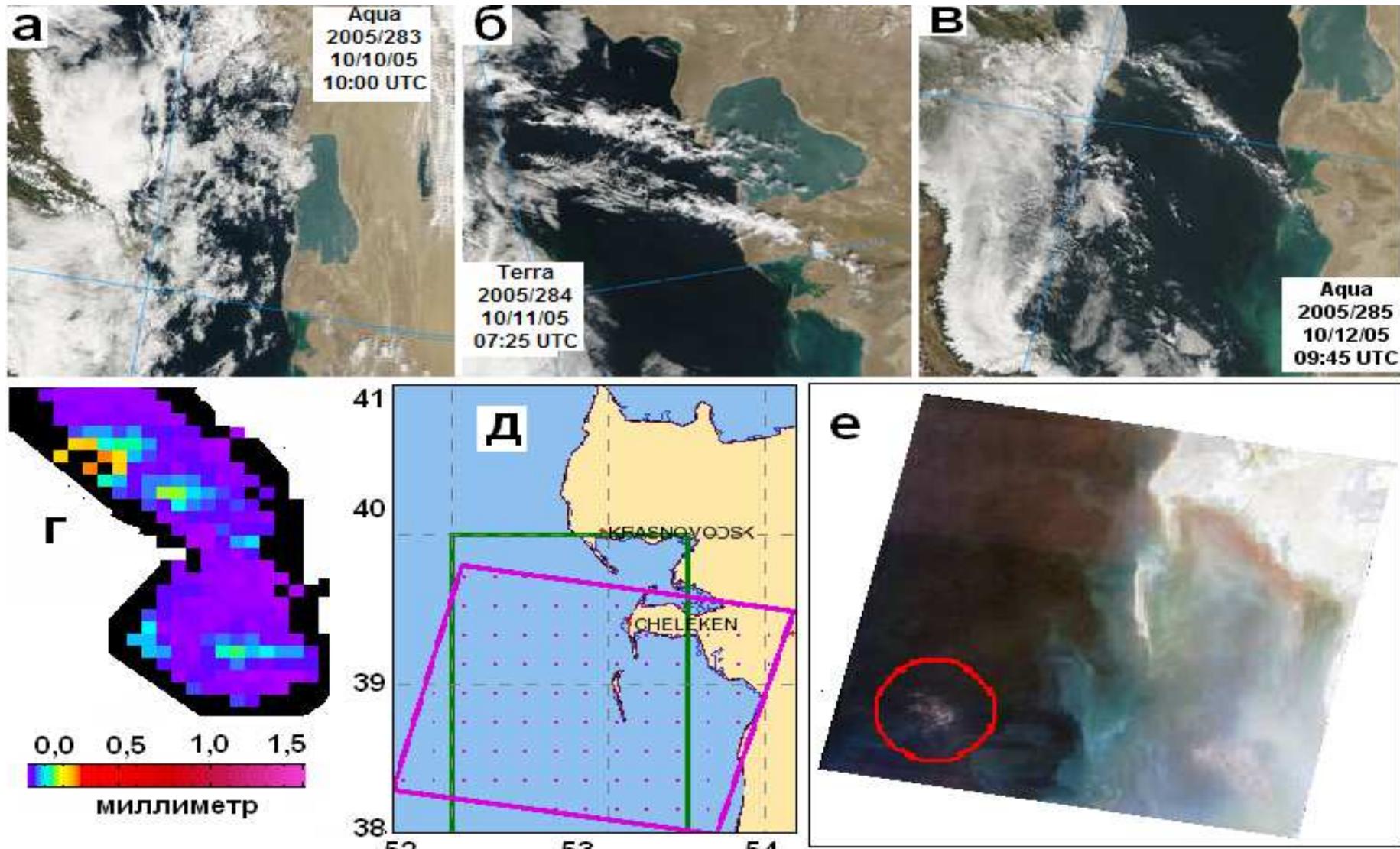
Отклики в атмосфере на эмиссию метана

Часть сейсмогенных признаков в атмосфере и на поверхности Земли также обусловлена повышенной эмиссией и окислением **метана**. Над очагами землетрясений из-за прогрева увлажненной земной поверхности происходит образование водных – метеорологических облаков [М.Икея. Землетрясения и животные]



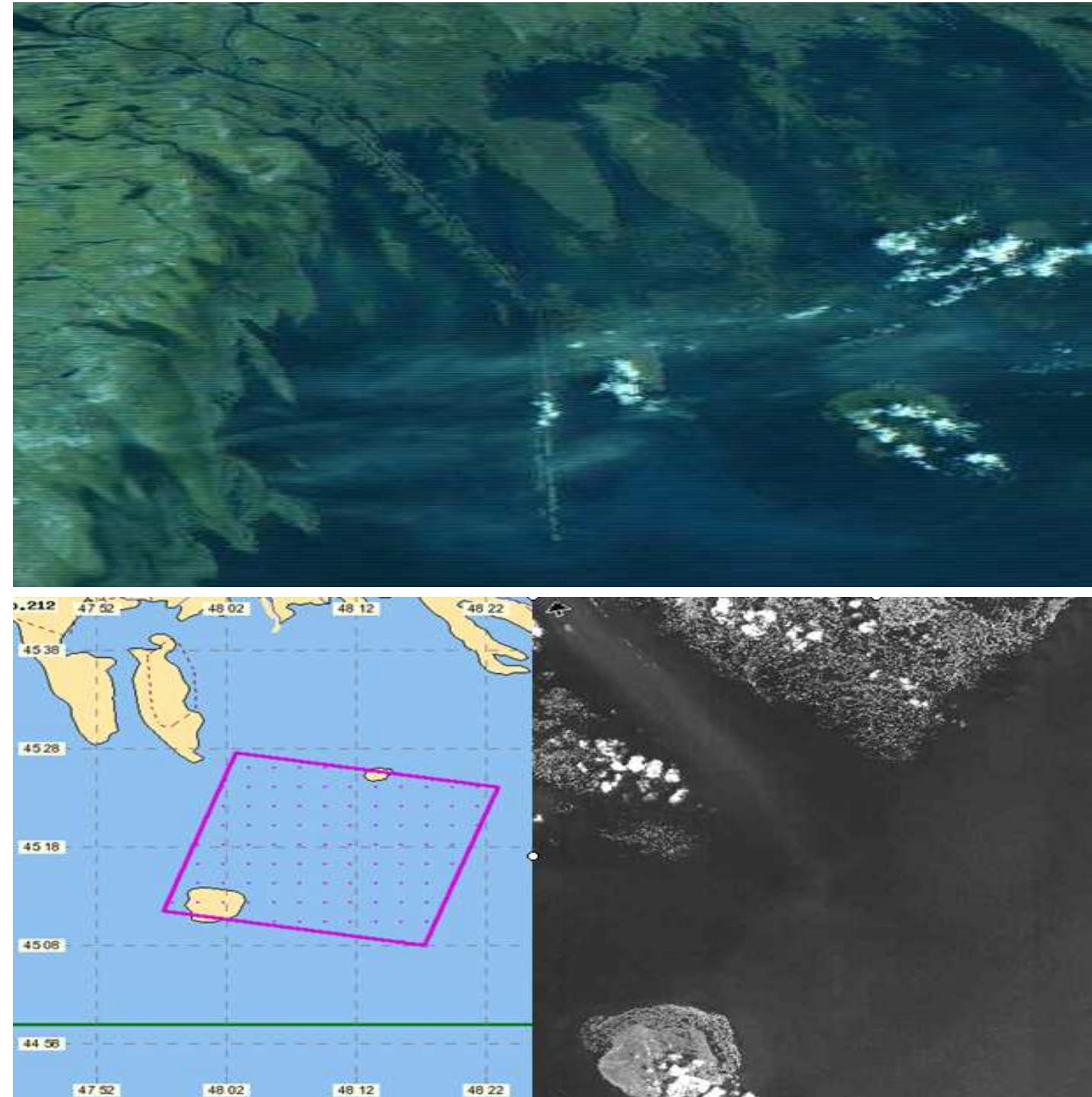
Содержание метана в атмосфере на уровне 681 гПа и эпицентры землетрясений [<ftp://l4ftl01.larc.nasa.gov/TES/>]. Глобальная мозаика за 28-29.10 2008 г.

*Метеорологические (водные) облака у эпицентра землетрясения 11 октября 2010 г.
Облако над Грязным вулканом в Каспийском море*



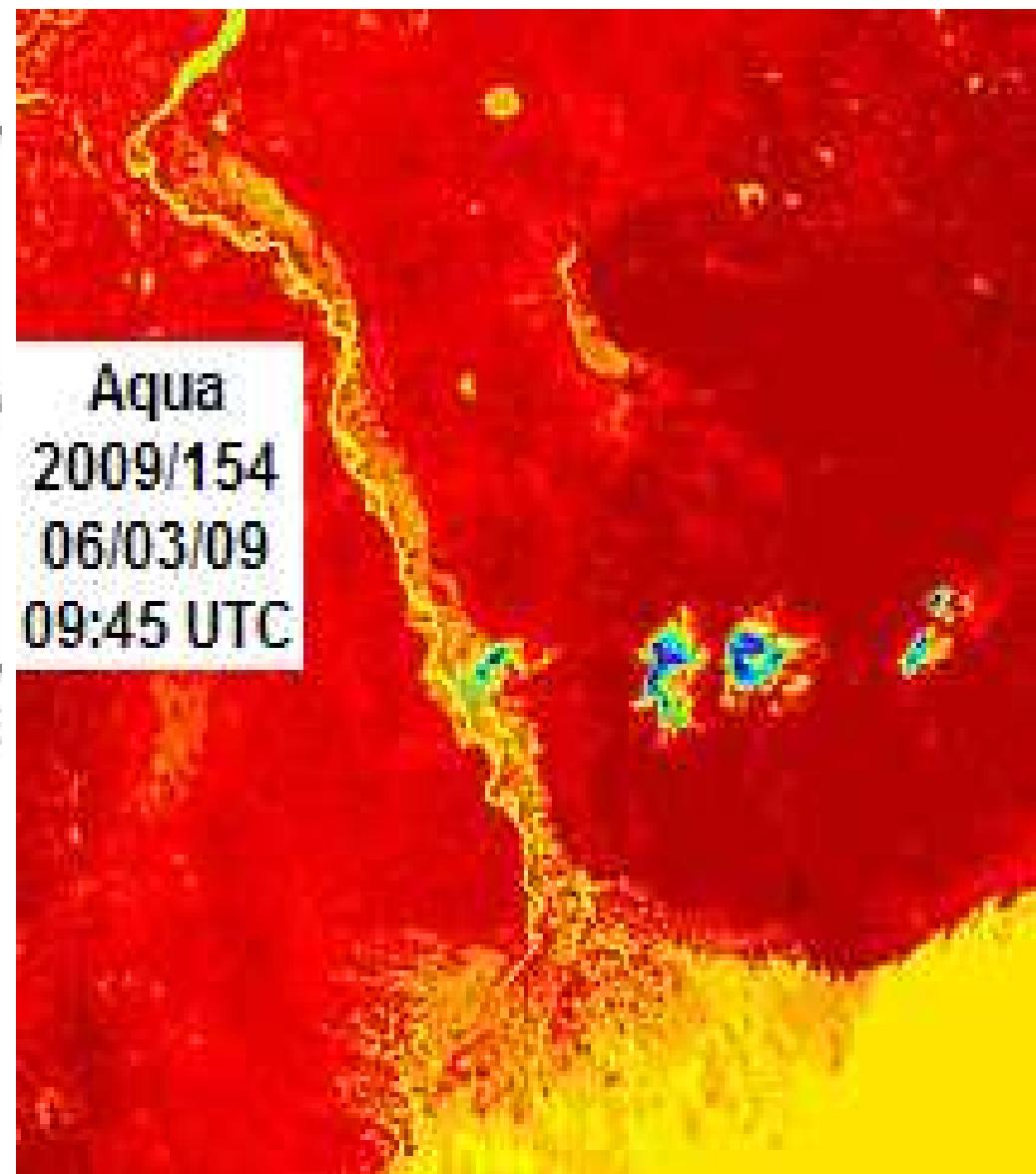
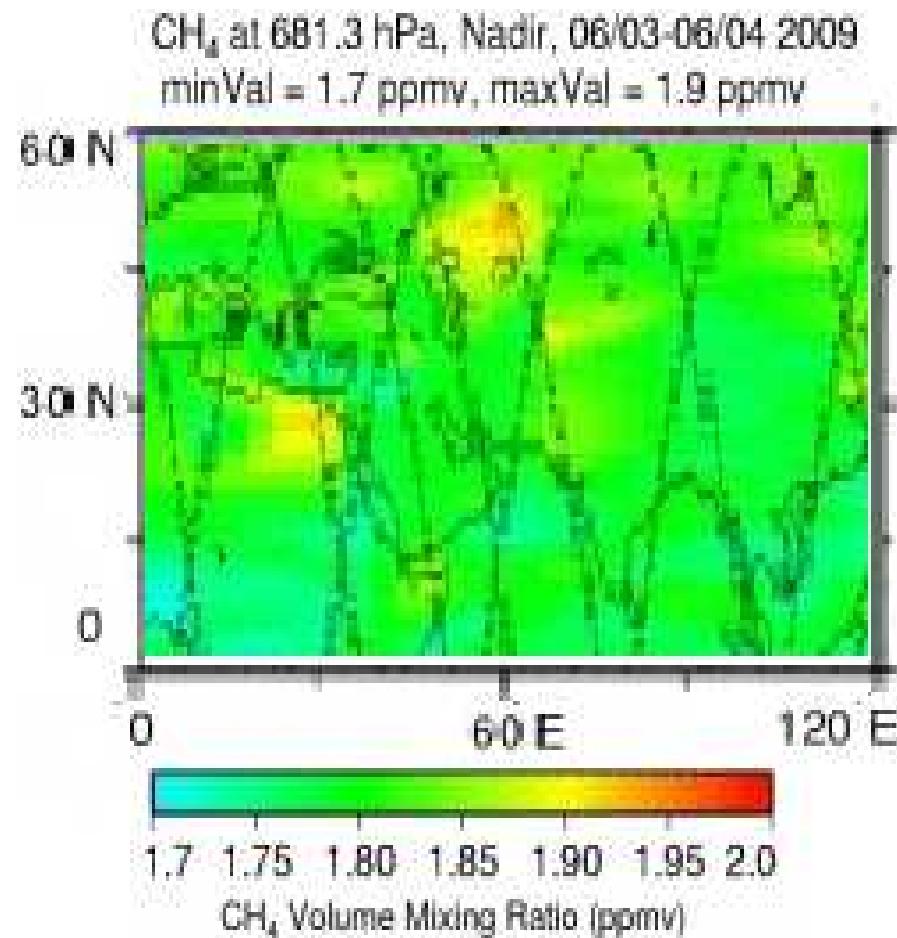
Снимки Каспия 10-12 октября 2005г. (а-в). Водность облаков (г). Положение спутникового снимка юго-востока Каспийского моря. Снимок 19.09.1988г., в эллипсе облако над Грязным вулканом (е).

Классические, с позиций смешения теплого влажного воздуха с холодным, ситуации на волжском взморье 18.4.1996 г. и 11.5.2009, когда в дымке облака были только над илистыми островками, отмелями и валами вдоль Волжско-Каспийского канала, где поднимающийся весенний теплый влажный воздух смещивается с холодным морским (орографической компоненты - нет).



Отклики в атмосфере на эмиссию метана

Локальные максимумы метана в нижней атмосфере указывают на создавшиеся условия для образования метаногенных облаков над влажной степью. Озерца и лужи – катализаторы местных облаков.

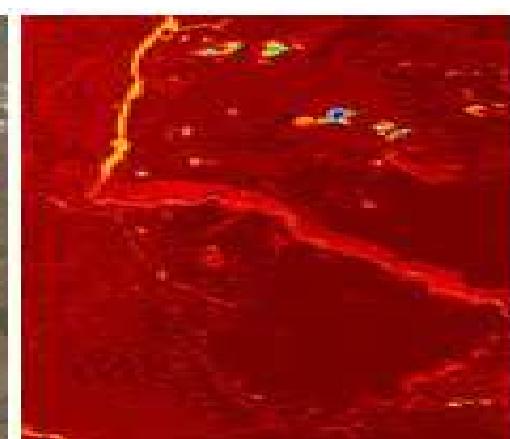
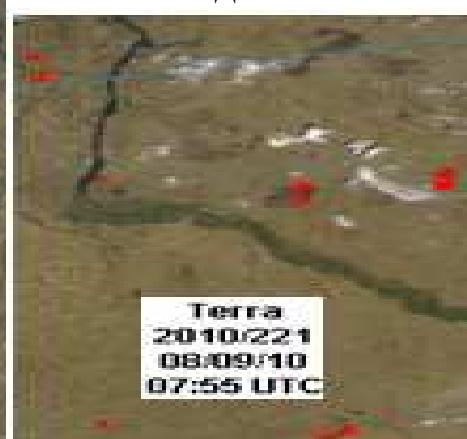


Отклики в атмосфере на эмиссию метана

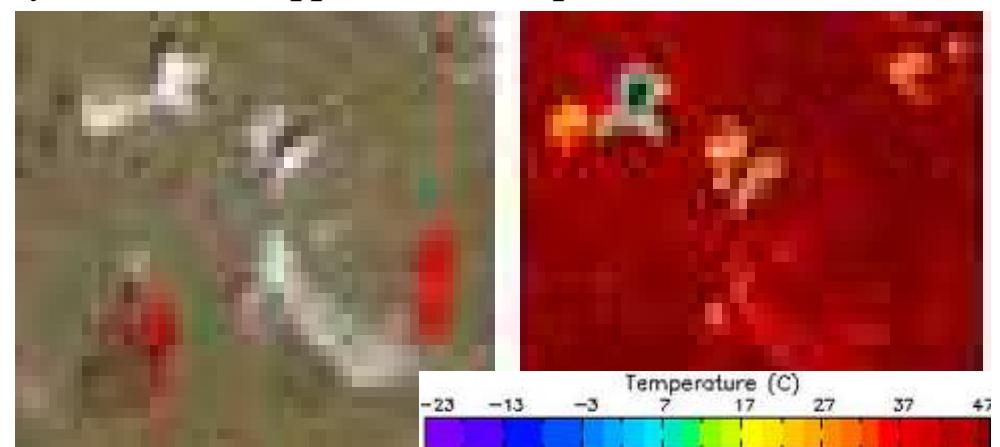
«Удобной» с позиций анализа приуроченности облаков к сочленениям луговых **болот** и водоемов являются бессточные солончаковые степные озера - Эльтон и Баскунчак. В регионе 09 августа 2010 г. ни облака, даже над Волгой, облака лишь у **болотистых** озер. Причем, относительная влажность в тропосфере <70%. Отметим, что скорость эмиссии метана возрастает с температурой среды. Обусловлено это тем, что температура оптимального роста для метанообразующих бактерий 35-40°C [Глаголев М.В. Роль болот CO₂ и CH₄].



Видимый ИК



увеличенные фрагменты верхних снимков



Облака в дельте (рис.1-5) тяготеют к востоку дельты – к газовому месторождению, а также участку на взморье дельты над газовым месторождением, где в грунтах экстремально высокое содержание метана [Южморгео] (рис.7). На р/л снимках над месторождением наблюдаются уярчения (рис.8) пузырькового генезиса, увеличивающие шероховатость

Для улучшения орошения дельты Волги следует создать преграду для горячего сухого степного воздуха с востока. Преградой может создать холодный влажный воздух над запруженными широкими старицами или заливами



Рис.6. 197 день 2008 г



Рис.1 215 день 2009г. Рис.2. 117 день 2008г

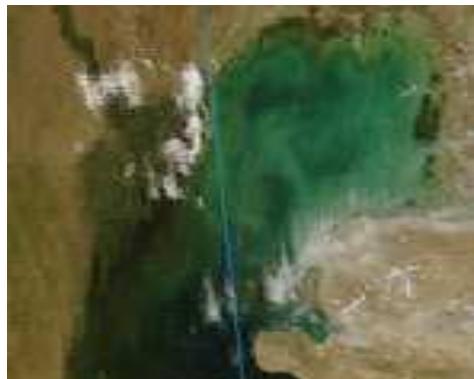


Рис.3. 144 день 2008г.

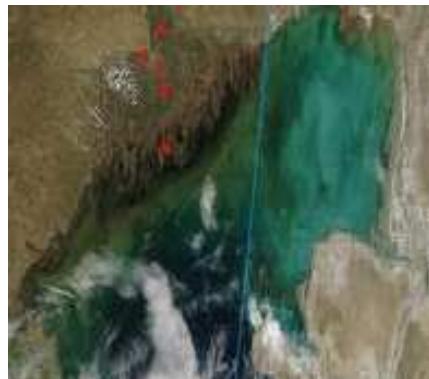


Рис.4 121 день 2010г.



Рис.5 222 день 2009г.



Рис.7. Метан в донных осадках Северного Каспия на схеме разломов земной коры

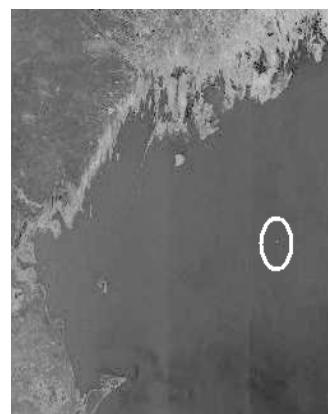
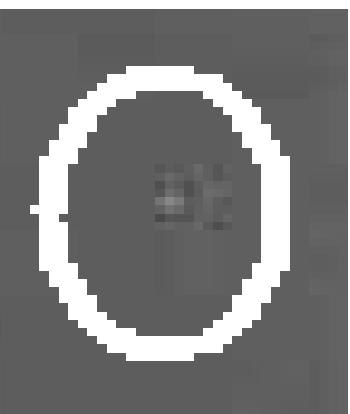
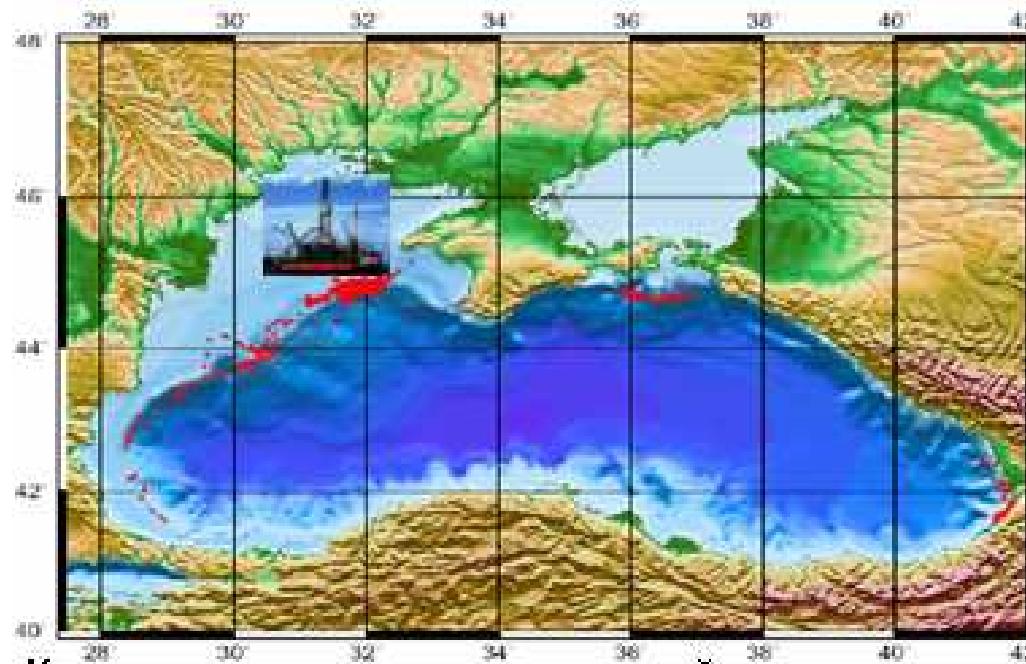


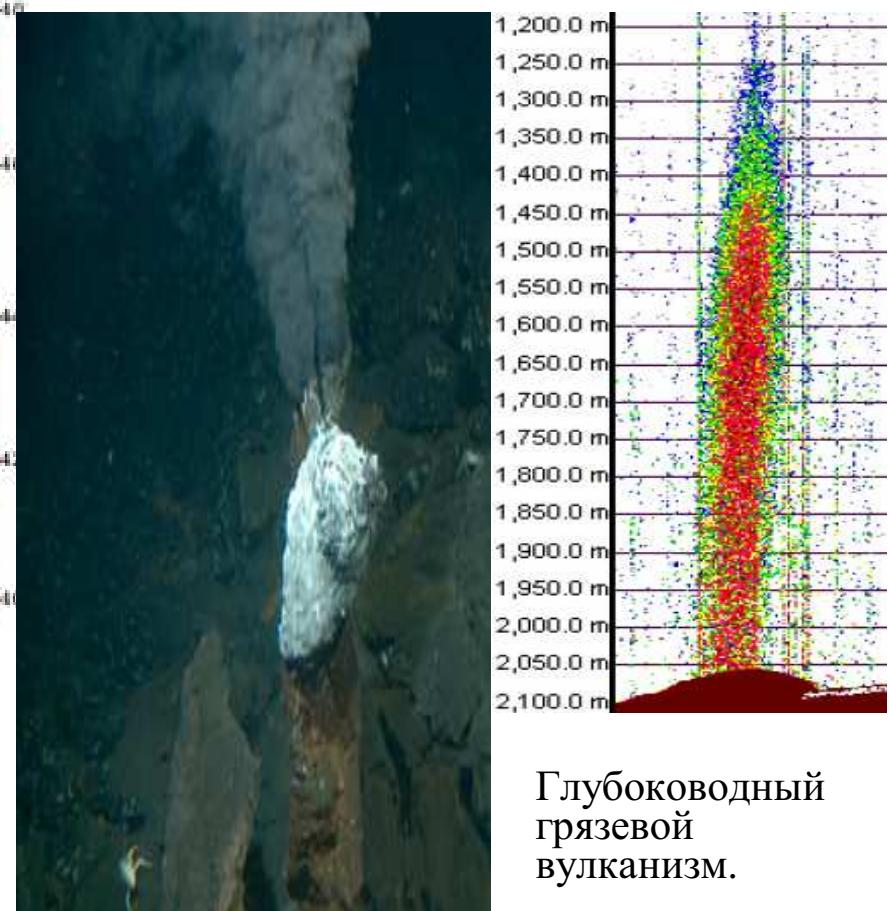
Рис.8. Р/л снимок 01.07.2003



Со дна Черного моря вырываются фонтаны газа. Обусловлены они подповерхностными скоплениями углеводородов и **газогидратов**. Лопаясь пузырьки газов выплескивают в атмосферу массу мельчайших брызг, при испарении которых воздух насыщается водяным паром и ядрами конденсации – частичками соли и детрита, способствующими облакообразованию.

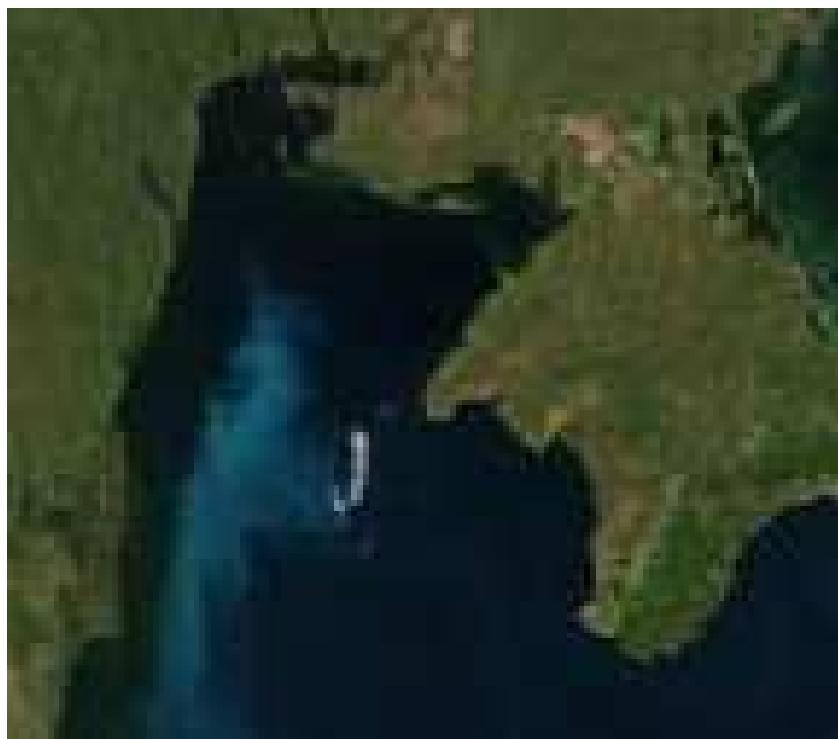


Карта распределения струйных **метановых** газовыделений в Черном море [Егоров В.Ф. и др. Современные представления о средообразующей и экологической роли струйных **метановых** газовыделений со дна Черного моря].



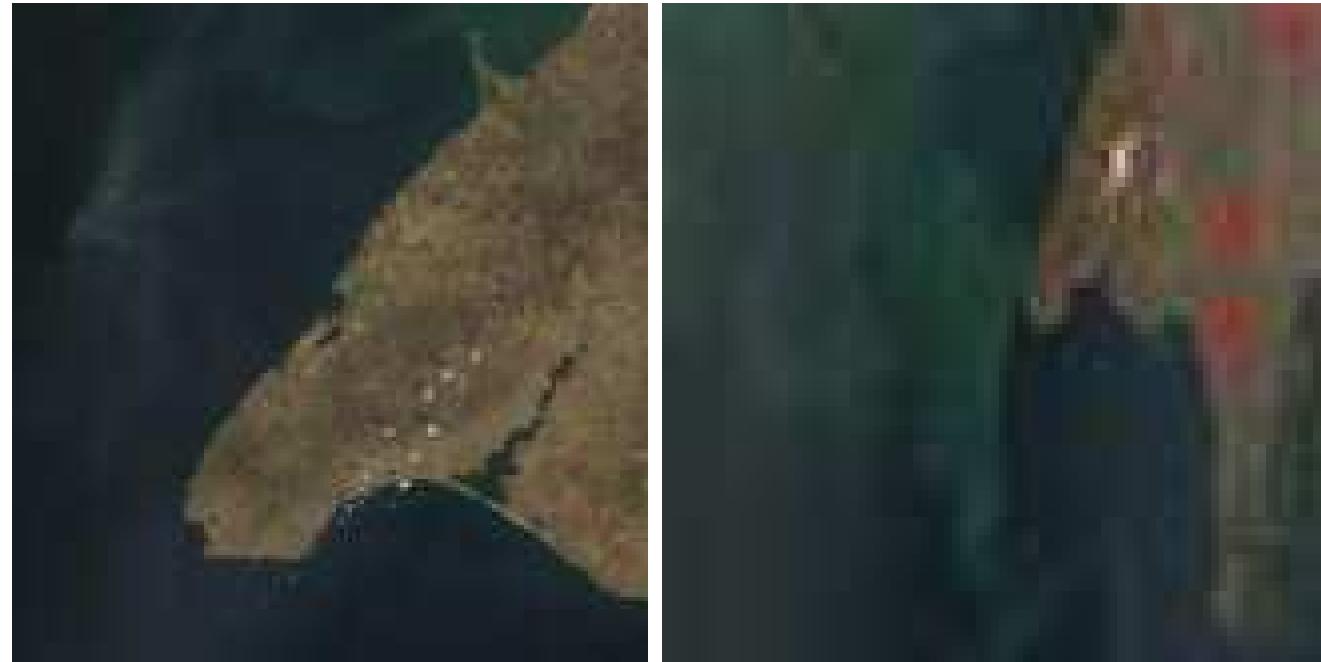
Глубоководный
грязевой
вулканизм.

В зоне морского газового месторождения **метана** (в \approx 30 км к западу от Крыма) и газогидратов порой наблюдаются уединенные облака. На радиолокационных снимках в этих местах – рост сигнала за счет увеличения шероховатости пузырькового генезиса [Седлерова Закономерности распространения месторождений углеводородов на северо-западном шельфе Черного и акватории Азовского морей. Материалы конференции Дегазация Земли, 18-22 октября 2010 М./// М.:ГЕОС, 2010 С.493-494].



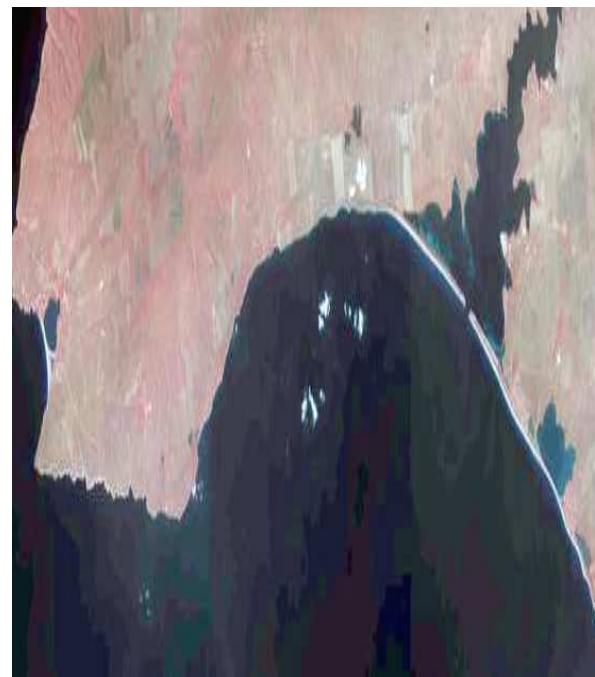
131 день
(11.05)
2002 г.

Над степным западным Крымом с высотами 10÷40 м. над подземным газохранилищем при обильных росах также наблюдаются уединенные облака. Порой облака наблюдаются над болотом – Сивашем и у палео русла Днепра, в грунтах которого масса метана [Инбюм]



256 день 2009.

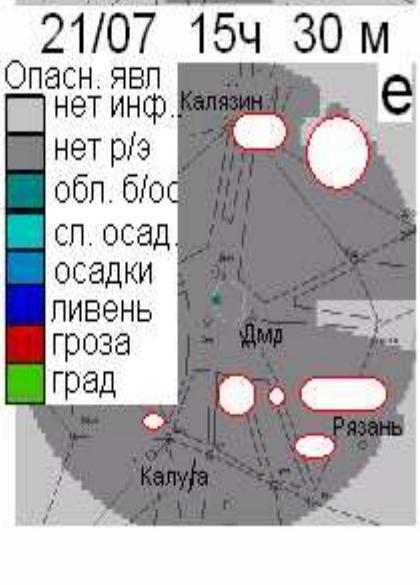
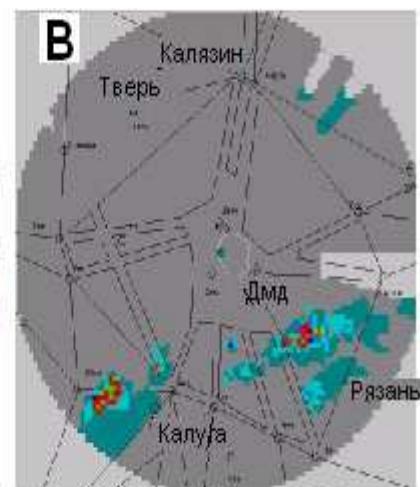
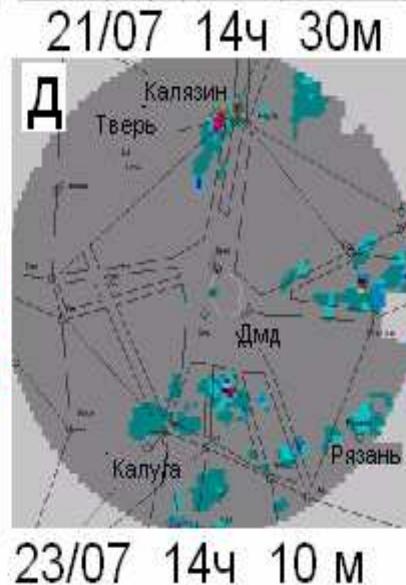
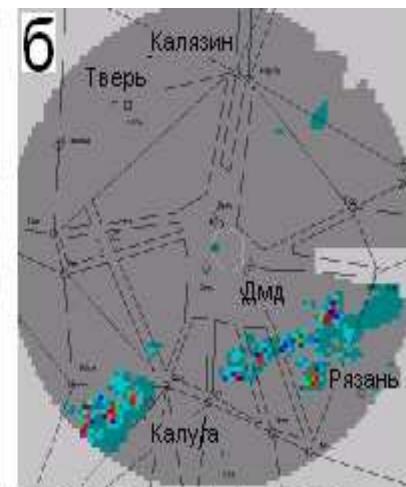
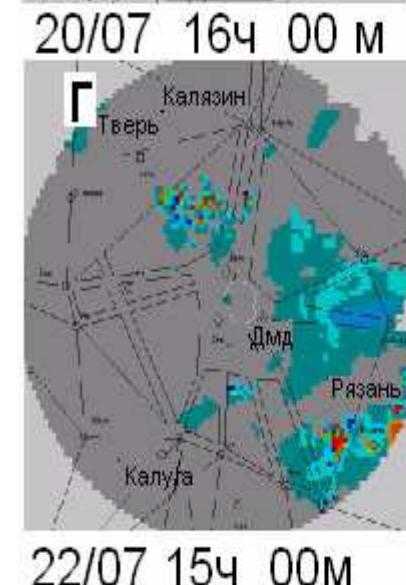
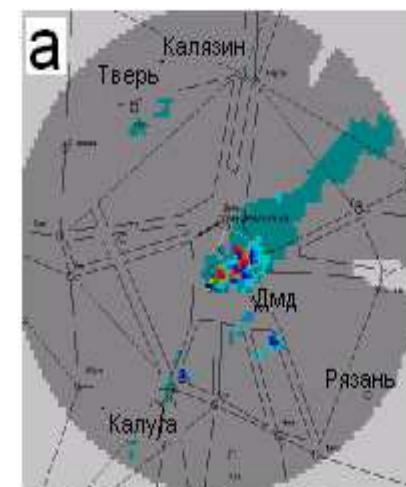
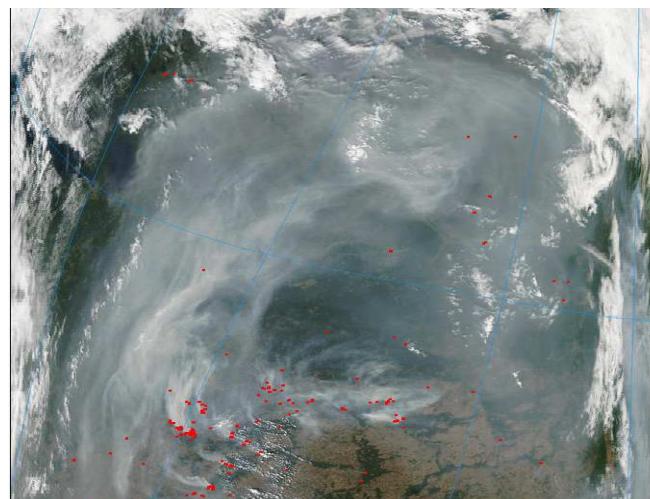
218 день 2008.



206 день 2009 г.

Ужас лета 2010 г.

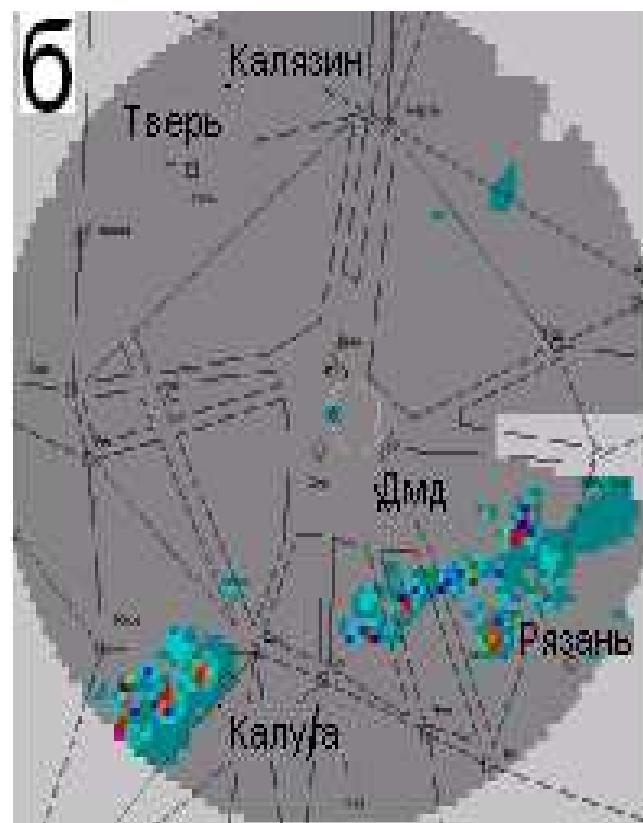
Из анализа данных авиац. метео локатора по московской зоне в жару конца июля 2010 г. (рис.а-д) следует, что облака и осадки были неоднократно над одними и теми же местами (заболоченными лугами) - южнее Домодедово (над отделениями Краснопутинского сельского округа), севернее Калуги, у Твери, границе Московской и Рязанской областей (эллипсы рис.е)



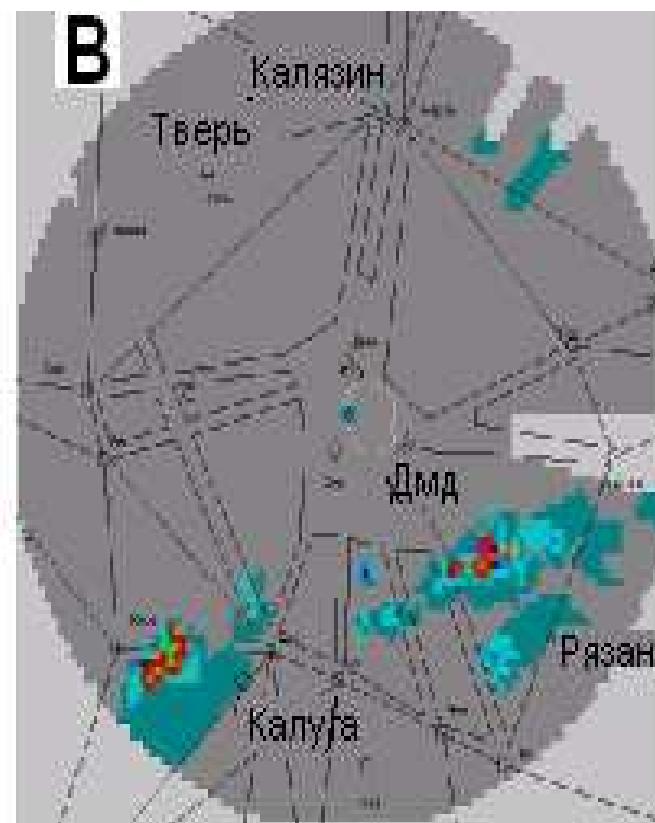
Опасн. явл
нет инф
нет р/э
обл. б/ос
сп. осад.
осадки
ливень
гроза
град

Ужас лета 2010 г.

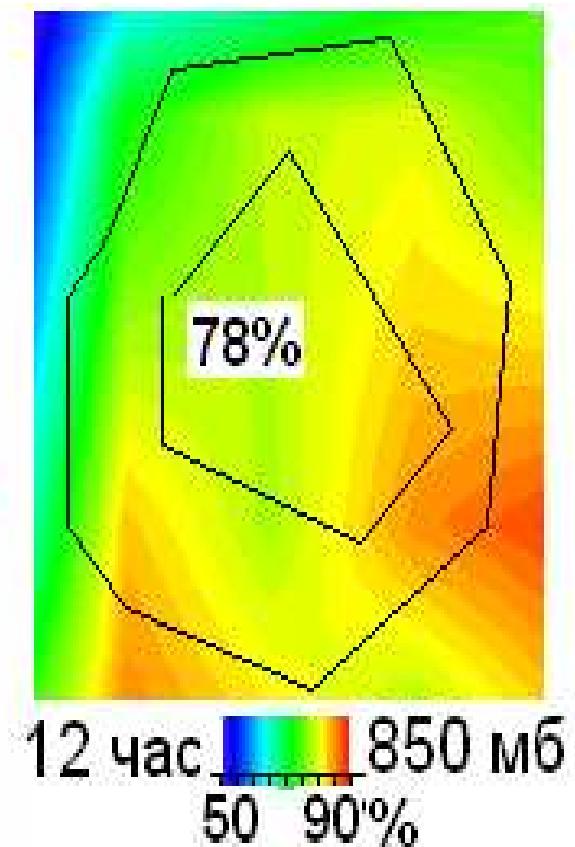
Около полудня 21 июля 2010 г. воздух с влажностью выше 85% в московском регионе был на юго-западе и юго-востоке, естественно там и наблюдались облака. У луговых болот севернее г. Калуги и на юге Домодедовского района прогнозировался дефицит влаги ($\leq 80\%$), однако именно там были облака и ливневые осадки! То есть также, как над болотистыми волгоградскими степями, мористыми волжскими отмелями, над скоплениями **метана** в Черном и Каспийском морях.



21/07 14ч 30м



21/07 15ч 30 м



Ранее Москву орошили дожди с лужниковской поймы и замоскворецких болот. Ныне - застроены. Осталась заброшенная пойма у Орехово-Борисово, заболоченный пустырь от МКАД до Долгопрудного, окрестности царицинских прудов вдоль ж/д. Обваловав и залив их водой можно воссоздать водно-**болотные** заповедники. Для интенсификации облакообразования следует подавать туда пар с близких ТЭЦ. Ранее москвичи попадали под капли дождя с единственного над центром Москвы облака у бассейна Москвы Пузырьки взбивали купальщики. Массы брызг с водопада для образования облаков недостаточно, необходимо чтобы они были теплыми, чтобы возникала неустойчивая стратификация

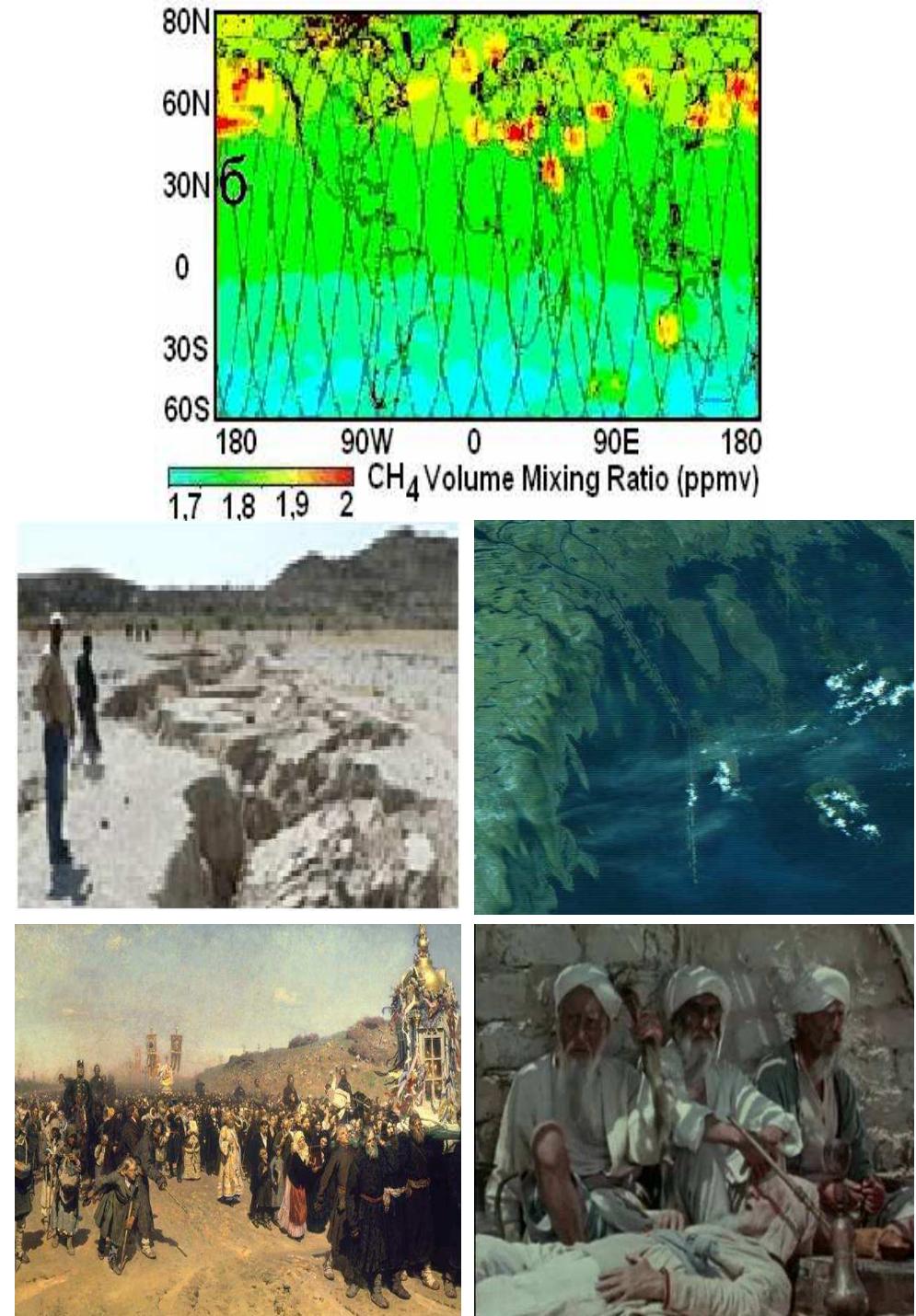
Концентрировать **влагу** над **болотами** можно создавая по их периметру повышенное статическое напряжение, в зоне которого будет собираться атмосферная пыль. Такие процессы разделения влаги и пыли создаются при активизации разломов земной коры [Люшвин.ИЗК. 2009. №2]. Эти технологии можно практиковать вдоль автотрасс, у мест перегрузки летучих материалов, осаждая пыль фонтанами воды. **Метаногенные** осадки спасут от пересыхания малые реки и колодцы, от пожаров рощи и населенные пункты. В знойную засуху население у заповедных **болот** будет ощущать причастность к **ЧУДУ** - метаногенным дождям. Где следует проводить Крестные ходы. В местах неразумной осушки - **гнев Божий**



И. Репин. Крестный ход в Курской губернии

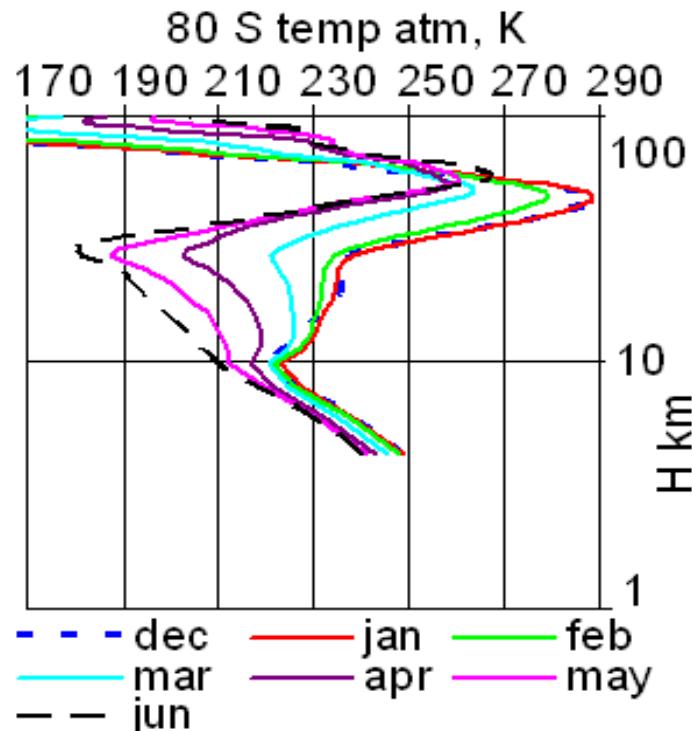
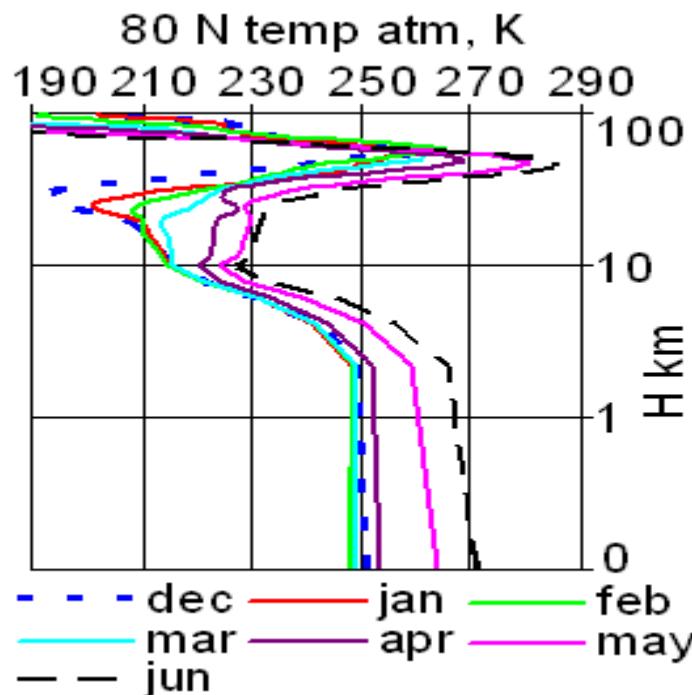
Выходы. 1. Продувка вод метаном и его бактериальное окисление обуславливает:

- 1.1. **гипоксию** придонных вод;
- 1.2. подъем к поверхности детрита и планктона - утончение фотического слоя, **консервацию перемешивания**;
2. окисление метана способствует **снижению прочности льда и его таянию** (такие процессы можно искусственно воссоздавать);
3. массовое поступление в атмосферу теплого водяного пара, обогащенного ядрами, способствует образованию местной облачности и осадков. Пуская пар ТЭЦ в соседние водоемы можно инициировать такие процессы



Сейсмические события на разрабатываемых месторождениях нефти и газа [Ю.Кутинов, 2005]

Название месторождения, страна	Вид геолог. воздействия	Начало разработки	Начало регистрации сейсмических событий	Время между началом разработки и началом событий, гг.	Макс. магнитуда M или баллы L, количество событий
Газ, Лак (Франция)	Отбор газа	1957	1969	12	M=4,2, >1000
Газ, Suple Lake (Канада)	-"-	1963	1970	7	M=5,1 в 1970г.
Газ, Strachas (Канада)	-"-	1972	1974	2	M=3,4; 146 в 1980
Газ, Fashing (США)	-"-	1958	1973	16	M=4,3; 1983г.
Газ, Газли (Узбекистан)	"-	1964	1976-1984	16	M=6,8-7,3
Нефть, Старогрозненское (РФ)	Отбор нефти	1963	1971	8	M=4,7; 22 за 1971-1973гг.
Ромашкинское (РФ)	Отбор нефти, нагнетание воды в пласт	1947	1986	39	L=6 баллов; 675 за 1986-1996гг.
Нефть, Coalinga (США)	-"-	1896	1983	87	M=6,7; 1983 >100 афтершоков
Нефть, Долина (Украина)	-"-	1950	1976	26	L=6 баллов; >100 в 1976г.



Кубический метр газа – это много или мало

Сколько кубометров газа нужно для того, чтобы согреться и приготовить еду

Жилые дома (на 1 чел. в год)



Больницы, родильные дома

На обеспечение 1 койки в год требуется:

Для приготовления пищи
Горячей водой для хозяйственных нужд и лечебных процедур белья)

95 м³

275 м³

Столовые, рестораны, кафе



Хлебозаводы, комбинаты, пекарни

Чтобы испечь тонну изделий, требуется:

Формовой хлеб
Батон, булки, сдобу



Животноводческие фермы

Чтобы приготовить корм (с учетом заготовки грубых кормов, корнеплодов и клубней) в год требуется:

Лошадь
Корова

50 м³

250 м³

12,5 м³

Чтобы подогреть воду для питья и санитарных целей на одно животное в год требуется