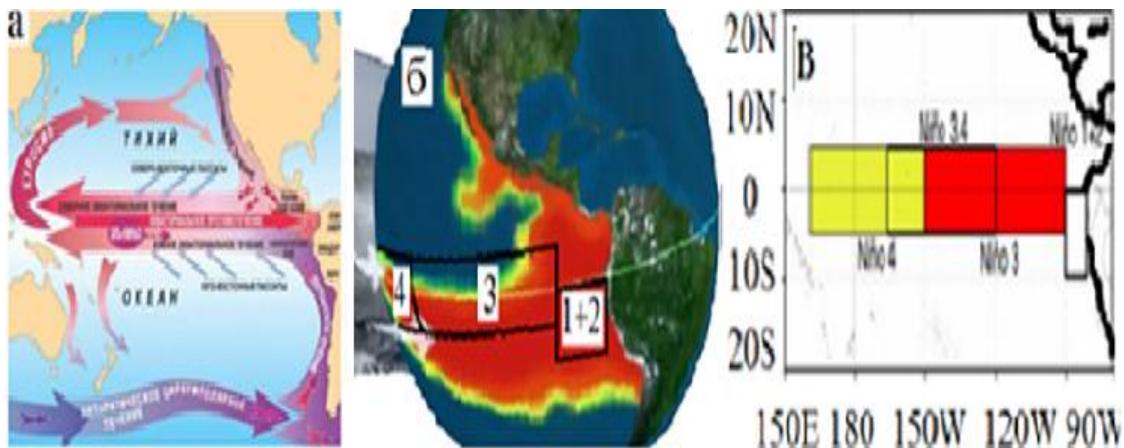


Температурная составляющая Эль-Ниньо – осадки, водоросли красных приливов и сейсмодезазация. Ла-Ниньо – интенсивная тропическая конвекция

¹Люшвин, М.О. ²Буянова

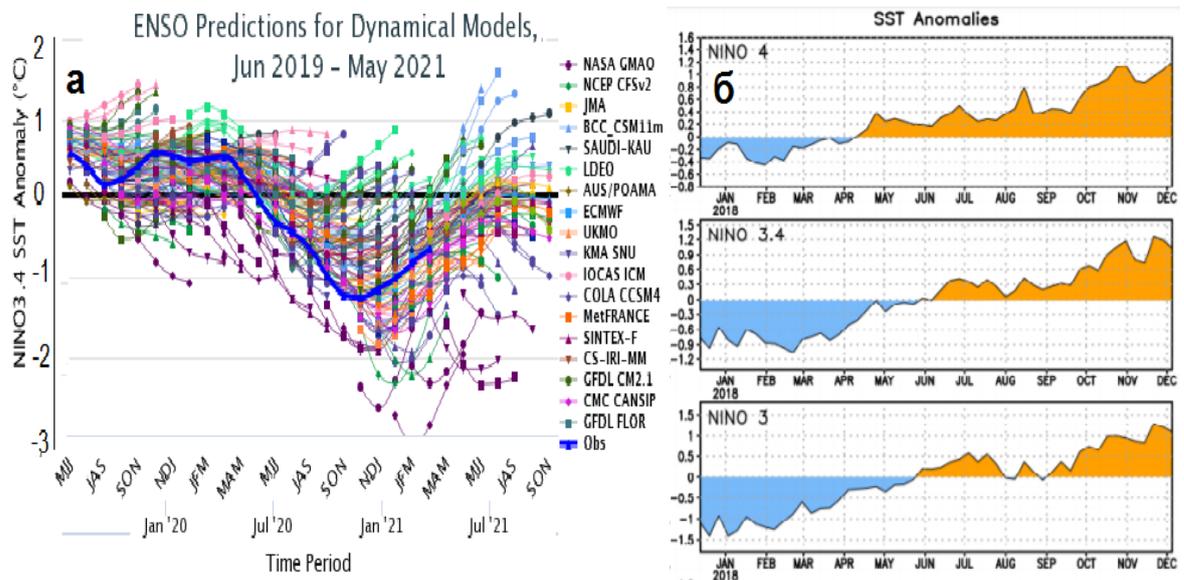
¹к.г.н. независимый исследователь, ² д.ю.н. профессор, ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ при правительстве РФ.

В Тихом океане по экватору влажные ветры гонят теплую воду от Америки к Азии, у Перу апвеллинг, вода прохладна. Раз в 2-7 лет к рождеству ветры меняются и у Перу оказываются теплые воды. Перуанцы это явление в честь **рождества** назвали «младенцем» (по испански – «**Эль-Ниньо**»). Позднее наименование этого феномена «прилипло» и к иным теплым тропическим (не только тихоокеанским) аномалиям, хотя они и не **рождественские** и, что, порой, у Перу в это время **тепла нет!** Оценивают развитие **Эль-Ниньо** методами аналогий и статистики, по разнице давления в Австралии и на Таити (но **ПЕРУ** в тыс. км!). Стабильных повсеместных успехов нет! От безысходности регион стали делить на зоны, а далее и их менять, **мельчить**.



а, б - поверхностные течения Тихого океана; в - районирование **Эль-Ниньо**

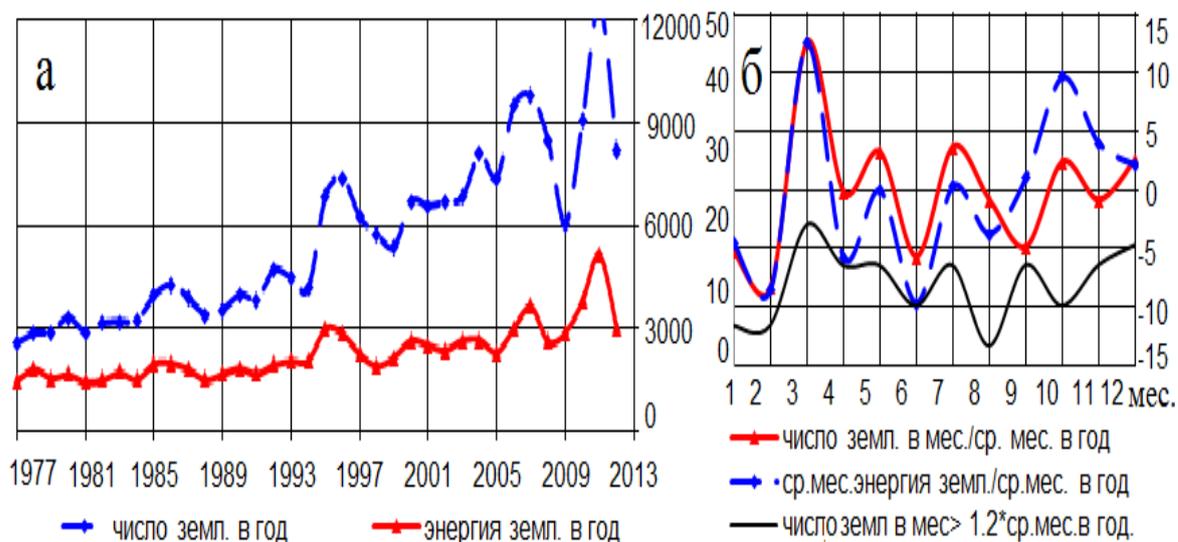
Результат «забывчивости и пр.» - повсеместное отсутствие устойчивых прогнозов феномена



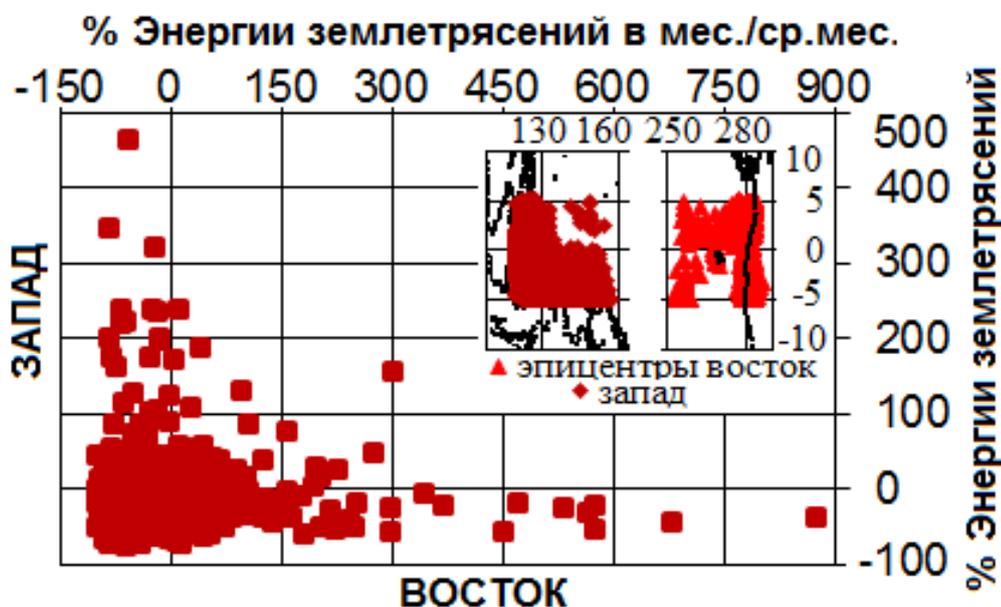
a - модельный прогноз температуры поверхности воды в районе 3,4;
б - временной ход региональных температурных аномалий в 2018

Особенности сеймики «огненного кольца»

Сейсмическая активность тихоокеанского «огненного кольца» с 1979 по 2012 усилилась в разы. Систематических месячных «предпочтений» нет. Восточная и западная экваториальные части кольца сейсмо активизируются в противофазе (через полгода) – **муссонные сейсмо КАЧЕЛИ** (явление аналогично сбросам воды с высоконапорных плотин).



а - число и энергия землетрясений огненного кольца за 1977-2013;
 б - месячное распределение числа и энергия землетрясений.

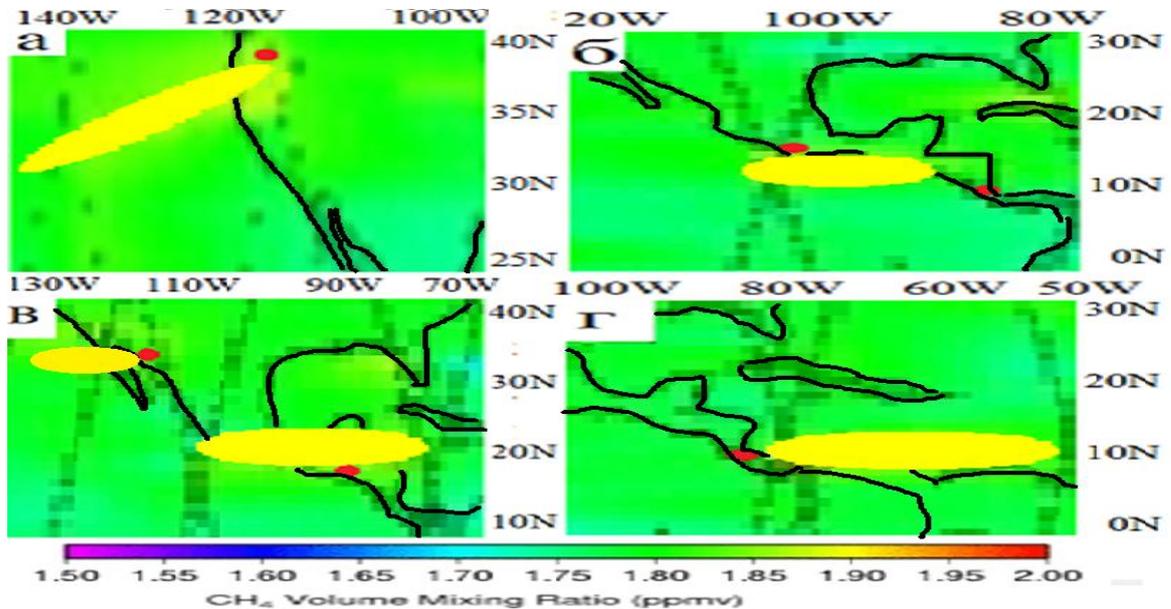


■ % Энергии землетрясений в мес./ср.мес.

Соотношение между месячной энергией землетрясений, нормированной на среднемесячную энергию за 1977-2012 на востоке и западе экваториальной части Тихоокеанского огненного кольца (эпицентры на врезке)

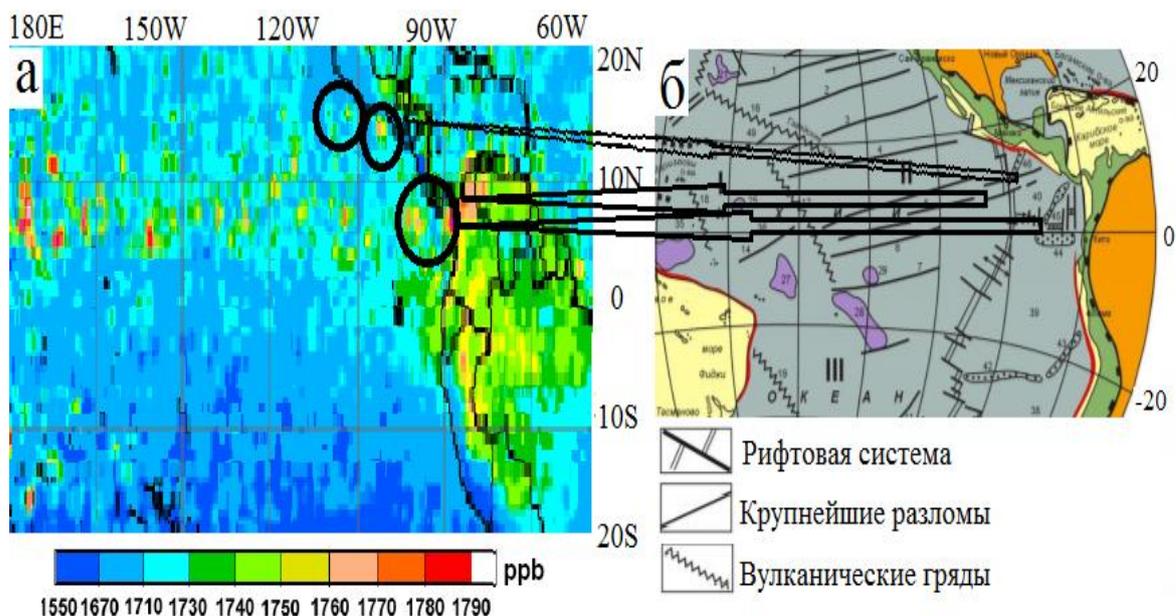
Проявление сейсмодегазации CH_4 над сушей и водой

Массовая дегазация CH_4 отмечается у очагов землетрясений в США и Мексике. Шлейфы CH_4 идут от эпицентров (красные круги).



Шлейфы метана идут от эпицентров землетрясений (красные круги) по данным радиометра AIRs спутника AQUA

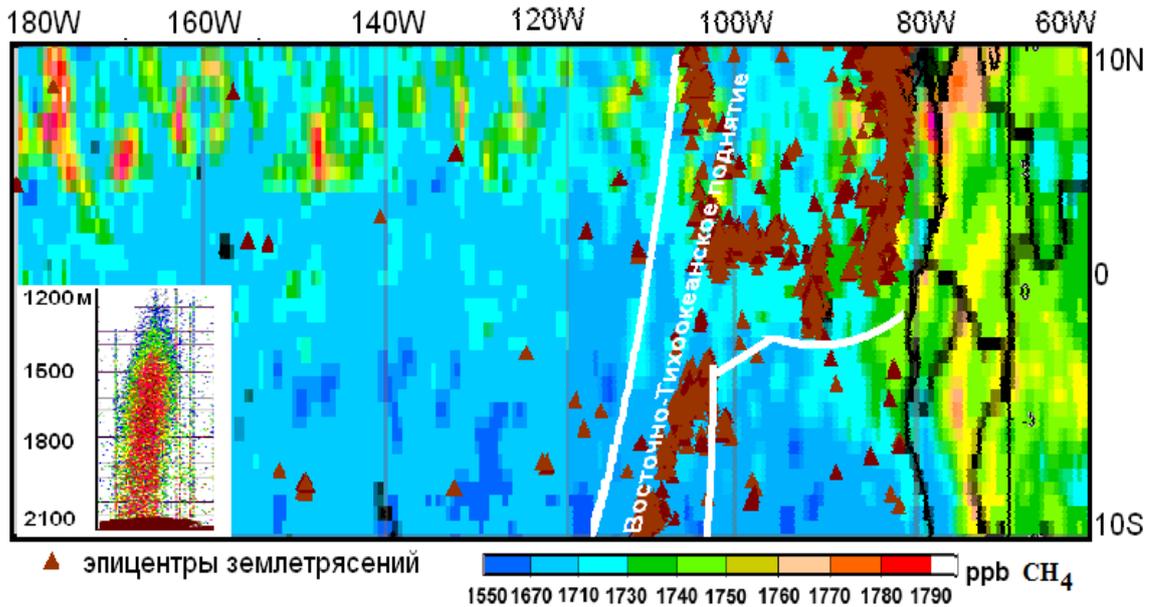
От Венесуэлы до Перу максимальные концентрации CH_4 характерны над разломами и вулканами. Это имеет и сезонный, муссонный ход связанный с испарением, биотой и фотосинтезом.



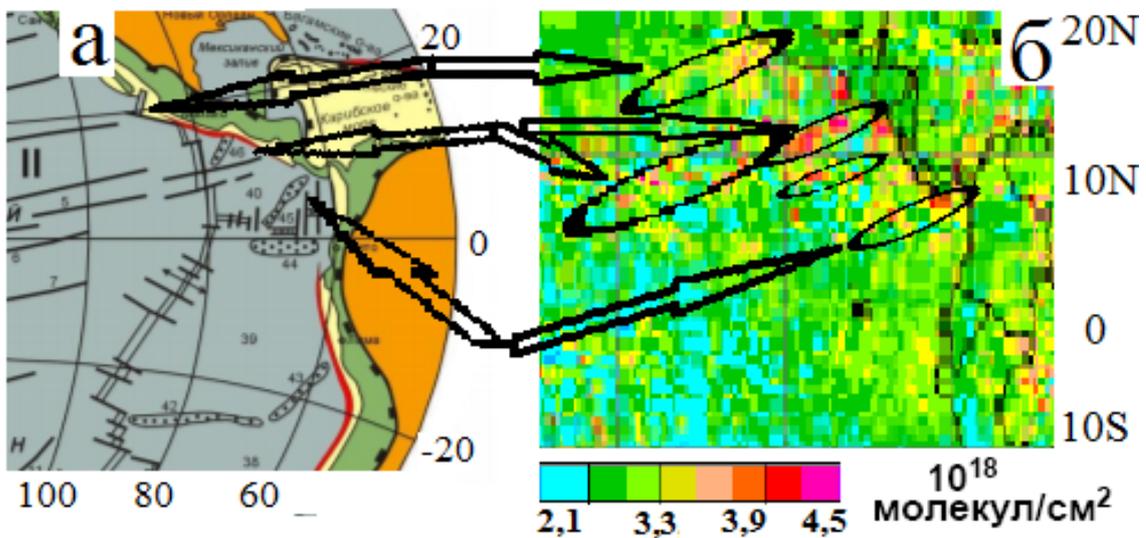
а - среднее содержание метана в атмосфере 2003-2005;
 б - фрагмент тектонической карты Тихого океана.

Сейсмодегазация CO в океане

Большинство мористых землетрясений в регионе приурочены к трем полосам шириной до 300км. Дегазация в море на локаторах имеет вид фонтанов. Пузыри газов достигают поверхности на шельфе, а при массовой дегазации на склоне и даже на ложе океана. В атмосфере вдоль тектонических структур Мексики – Панамы тянутся скопления CO.



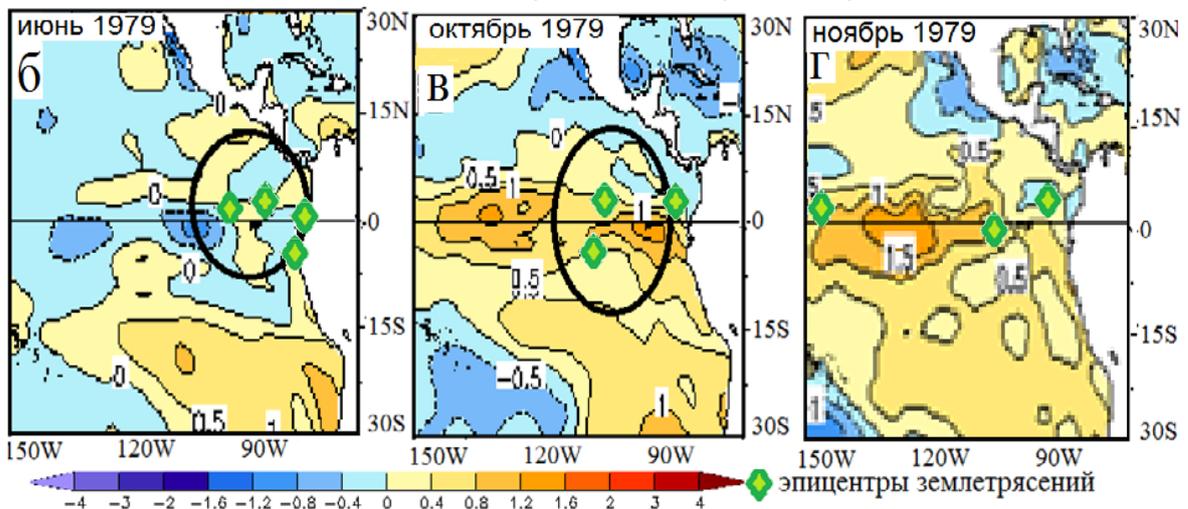
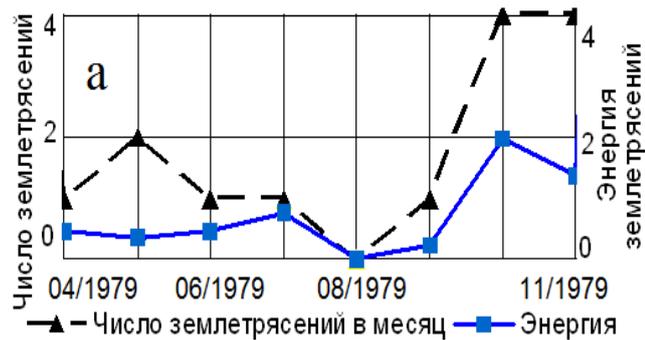
На карту концентрации CH₄ в атмосфере нанесен фрагмент тектонической карты Тихого океана



а - среднее содержание угарного газа в атмосфере 2003-2005;
б – фрагмент тектонической карты Тихого океана

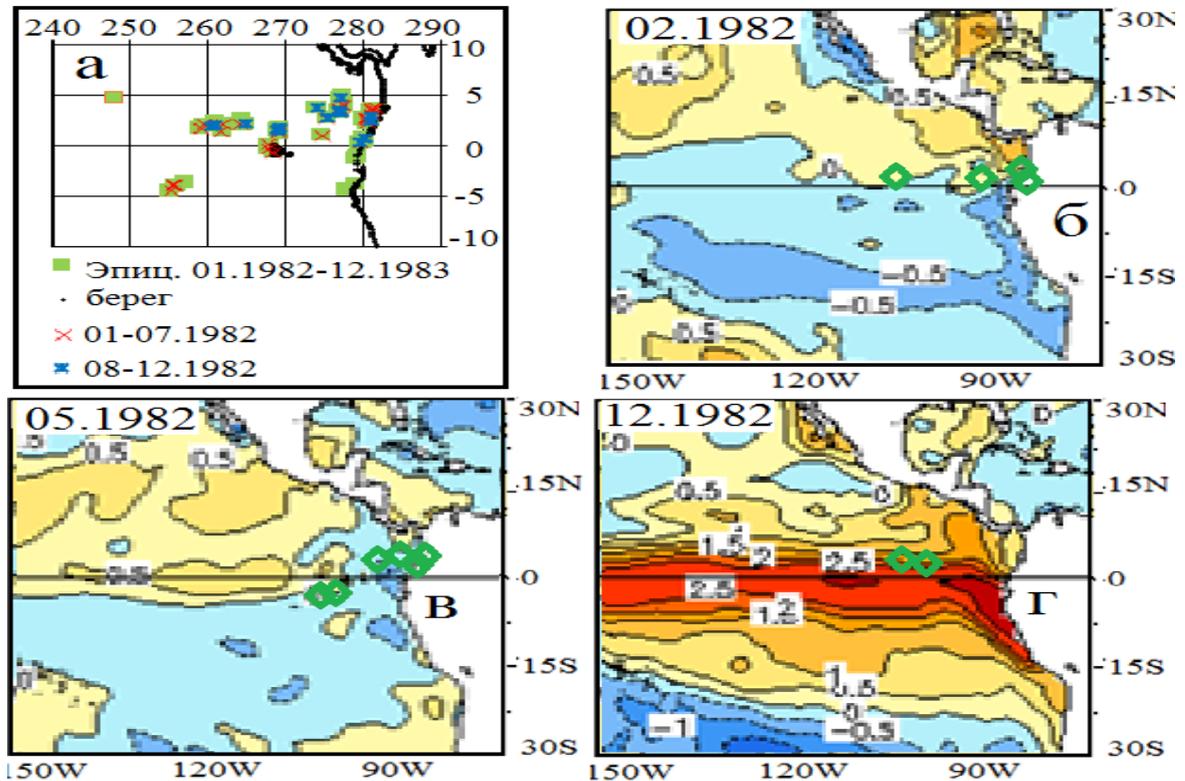
Сейсмодегазационный генезис стагнации Эль-Ниньо

В мае-начале июля 1979 на фоне нескольких землетрясений у Галапагос магнитудами (M) менее 5,6 в регионе не было значимых скоплений теплых вод. Образованию двух обширных скоплений теплых вод западнее Галапагос и вокруг них со второй декады июля по вторую декаду октября не препятствовала сейсмодегазация. Эти теплые воды разделяли очаги землетрясений ($M < 5,6$). К ноябрю восточная стагнировала на фоне серии землетрясений у Галапагос ($M < 5,6$)



а - среднесуточный ход числа и энергии землетрясений с апреля по ноябрь 1979; б-г на карты температурных аномалий на 5 м нанесены эпицентры землетрясений. В эллипсах - обсуждаемые явления.

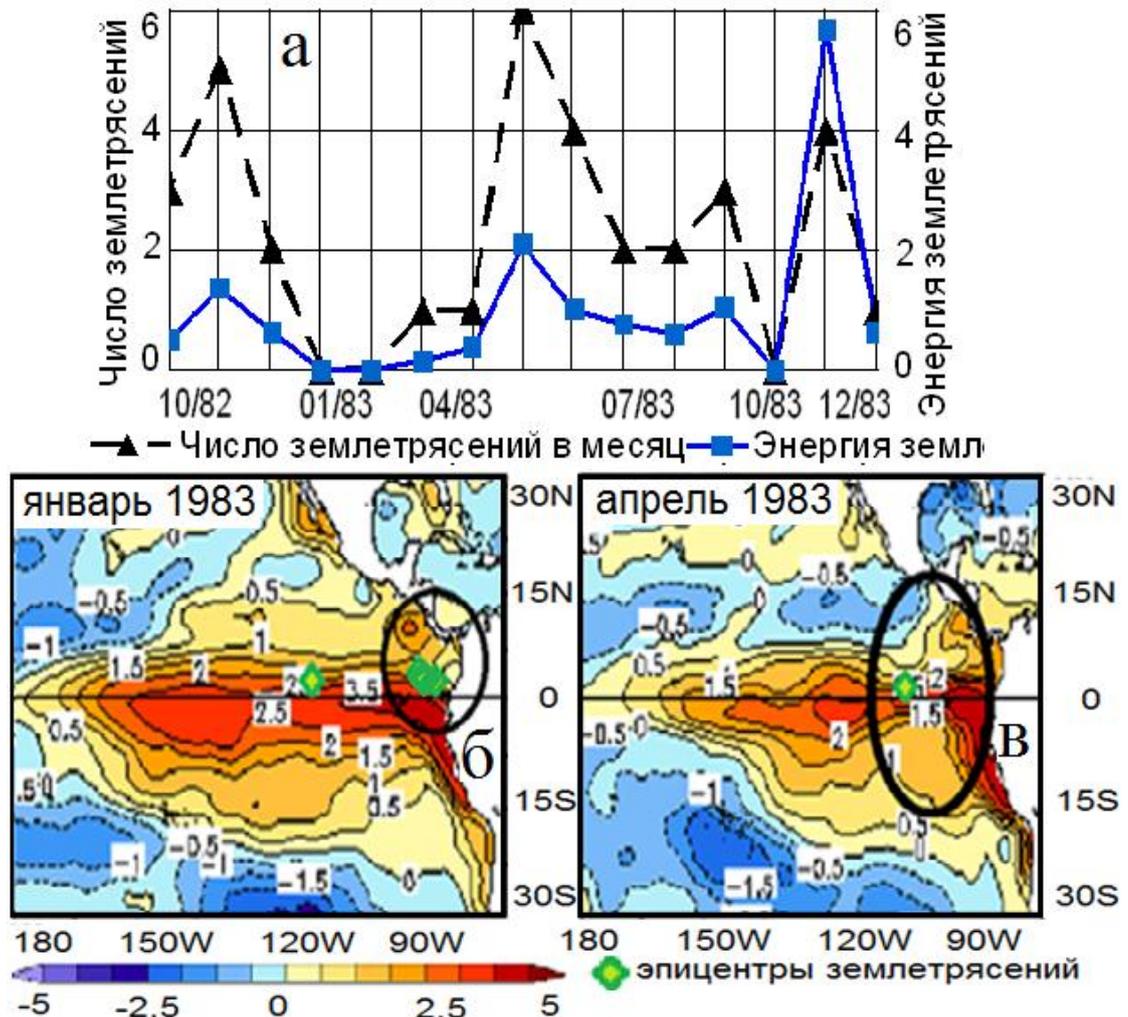
Развитию *Эль-Ниньо* в мористой части от Колумбии до Перу с февраля по август 1982 препятствовали землетрясения. С прекращением землетрясений к концу года там **развился *Эль-Ниньо***! Распространению его севернее 5N препятствовали землетрясения.



а – положение эпицентров землетрясений в 1982;
 б-г на карты температурных аномалий нанесены эпицентры землетрясений.

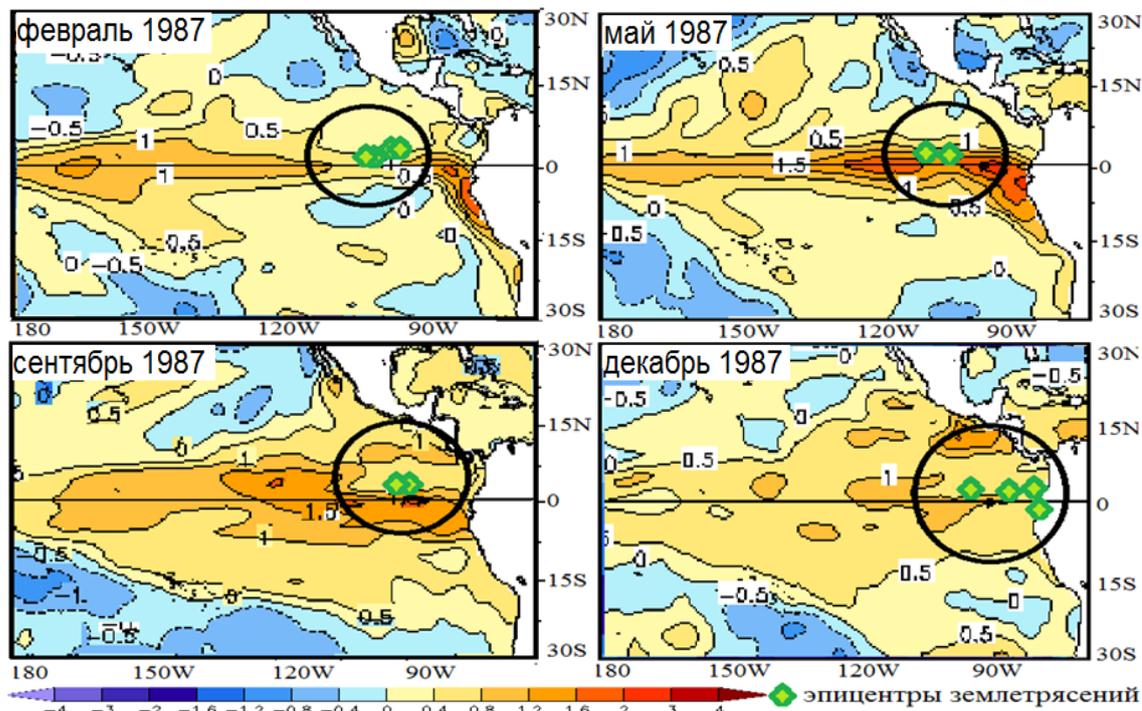
Дробление и стагнация водных температурных аномалий Эль-Ниньо мористой сейсмодегазацией

В январе 1983 *Эль-Ниньо* занимал восток тропиков. Теплые аномалии были у Мексики и Коста-Рики. От Эквадора теплые воды отделяли ноябрьские землетрясения 1982. К апрелю 1983 землетрясения прекратились и туда устремилось *Эль-Ниньо*. В марте восточнее Галапагос произошло землетрясение и к апрелю широкий язык теплых вод сжался у Галапагос.



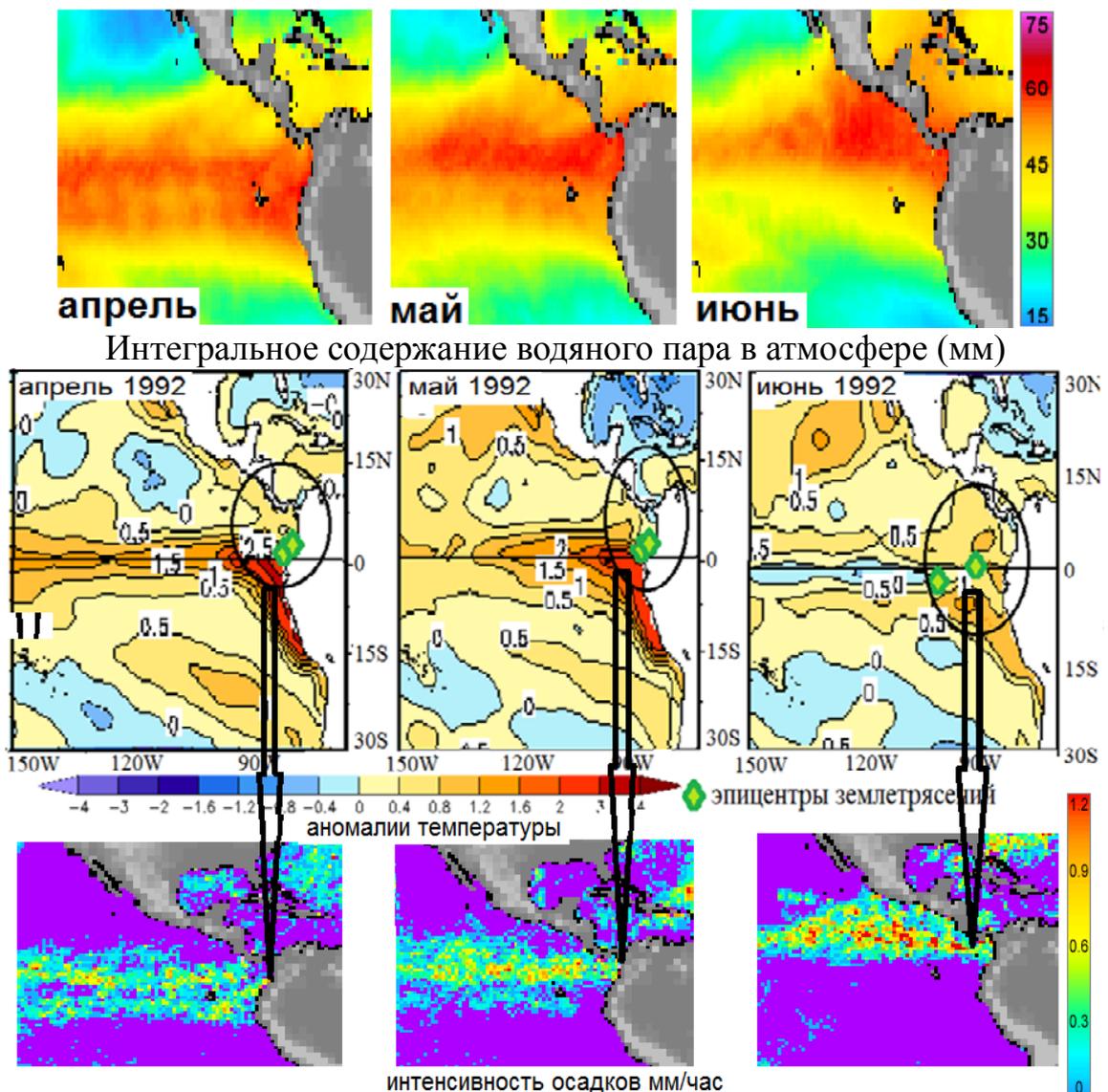
a – временной ход числа землетрясений с 10.1982 по 12.1983; *б, в* - на карты температурных аномалий нанесены эпицентры землетрясений, на январскую карту – ноябрьские и декабрьские 1982, на апрельскую 1983 – мартовского 1983, (единственного с начала года).

Эль-Ниньо в феврале-июле 1987 развивался отдельно. Западнее Галапагос и у Эквадора-Перу. Разделяла их прохладная сейсмоактивная область ($M=4,2-5,6$). К сентябрю оба фрагмента тепла сомкнулись не по экватору, а в 100-500 км южнее в сейсмспокойных водах. К концу 1987 у Эквадора **начались землетрясения и эквадорские воды остыли.**



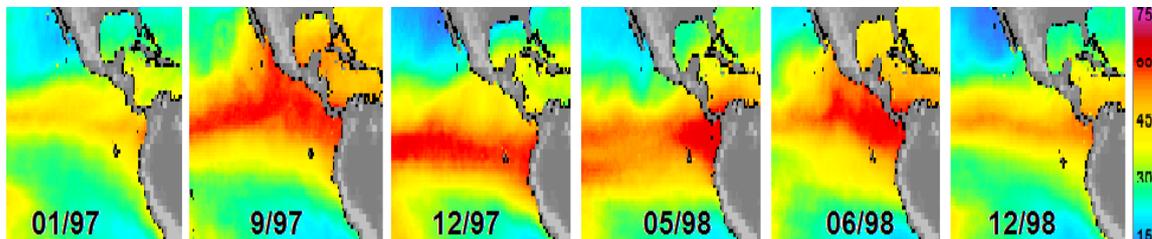
На карты температурных аномалий в 1987 нанесены эпицентры землетрясений.

В апреле 1992 феномен *Эль-Ниньо* был ярок вдоль экватора и особенно у Перу, температура выше нормы на 2-3°C, однако осадки были лишь севернее Перу. Атмосфера была влажной в 10 градусной вдоль экваториальной полосе, у Латинской Америки в 2-3 раза шире - от севера Мексики до юга Перу. К маю на фоне прекращения осадков у Эквадора теплые воды ушли в еще более сухой юг. В эти месяцы теплые воды были «отстранены» от берега Эквадора вдоль береговой сейсмодегазации. В июне произошла полная стагнация *Эль-Ниньо* на фоне 2-х региональных землетрясений с $M=4,7$ и $M=5,1$, включая Галапагосское, и спаду важности воздуха. Отметим, что стагнация тепла западнее Галапагос с запада на восток наблюдалась на фоне уменьшения относительной влажности воздуха $\approx 10\%$ и усиления скорости ветра на 2-3 м/сек, особенно от мая к июню.

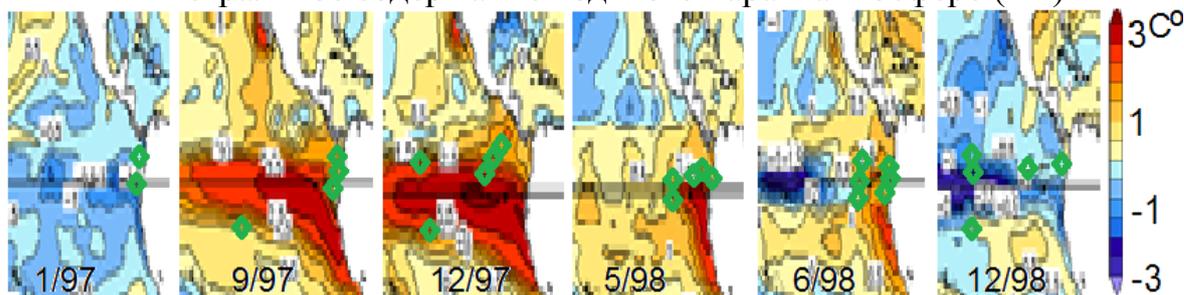


Бытует мнение, что для активного развития *Эль-Ниньо* необходимы осадки.

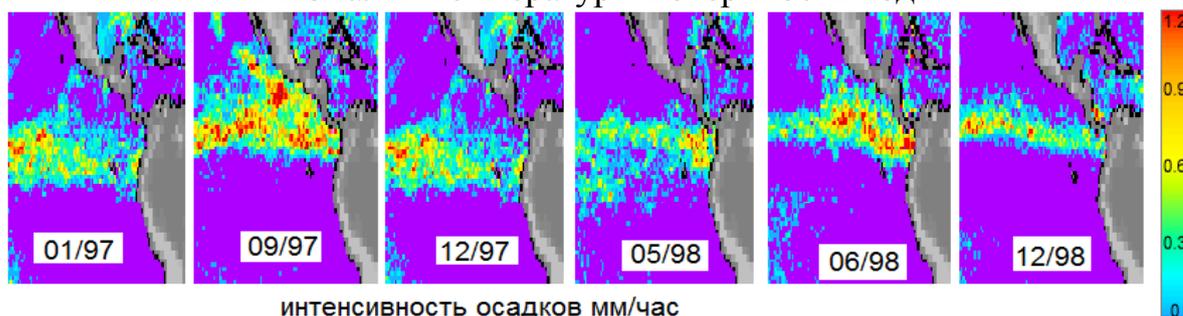
В январе 1997 было нормальное состояние системы, величины аномалий температур поверхности воды были ниже $0,5^{\circ}\text{C}$, слабые осадки и умеренная влажность воздуха между Галапагосами и Америкой. К сентябрю 97 развился мощнейший *Эль-Ниньо* от Таити до Перу, аномально теплая вода была и у севера Мексики, однако не было тепла у Эквадора. Вдоль экваториальной полосы шириной ≈ 1000 км, а также у Америки от Калифорнии до Перу шли осадки интенсивностью $\geq 0,8$ мм/час. Очаги землетрясений были лишь у «прохладного» Эквадора. К концу года прогрев повсеместно усилился. Эпицентр его находился у Галапагос, однако над ними осадки и влажность воздуха уменьшились. К маю 98 активизировавшаяся сейсмика «оттеснила» *Эль-Ниньо* к мокрой Колумбии и к влажным, но без осадков берегам Эквадора и Перу. В мае 98 несмотря на интенсивнейшие осадки от Галапагос до Колумбии *Эль-Ниньо* ушло от региональных землетрясений из от дождей под безоблачную атмосферу сейсмоспокойных Эквадора-Перу. К концу года интенсивность осадков и влажность воздуха спали вдвое, от аномально теплой воды не осталось и следа. Из приведенного анализа следует, что осадки, по крайней мере от Галапагос до Перу, не столь критичны как сейсмодегазация для развития *Эль-Ниньо*.



Интегральное содержание водяного пара в атмосфере (мм)



Аномалии температуры поверхности воды

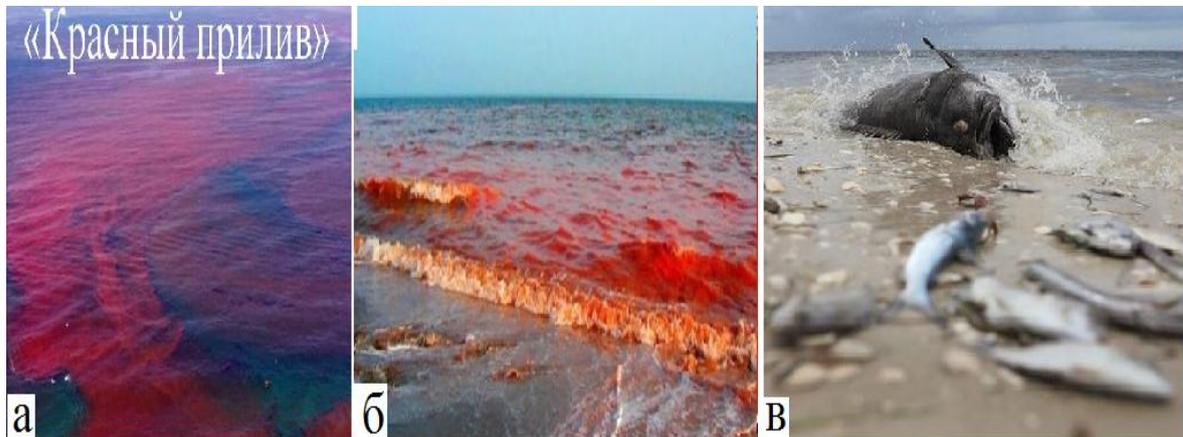


интенсивность осадков мм/час

Чем обусловлен разогрев воды, что ему способствует?

В воде присутствуют водоросли из группы динофлагеллят, в богатых фосфором водах они слабо токсичны. С ослаблением перемешивания из фотического слоя гравитационно оседают тяжелые биогены с соединениями кремния и фосфора, растет стратификация, образуются "запирающие" слои толщиной см-метры, протяженностью км.

Эти "ловушки" для фитопланктона могут существовать месяцами. С наступлением **дефицита фосфора** и других биогенов водоросли массово производят ихтиотоксины, "химоружие" для уничтожения других существ "съедающих" фосфор, включая водорослей и рыбу, и начинают **делиться в огромных масштабах, цвести**. Цвет варьируется от зелёного до коричнево-красного, может казаться обесцвеченным или мутным, фотический слой сокращается, растет температура.

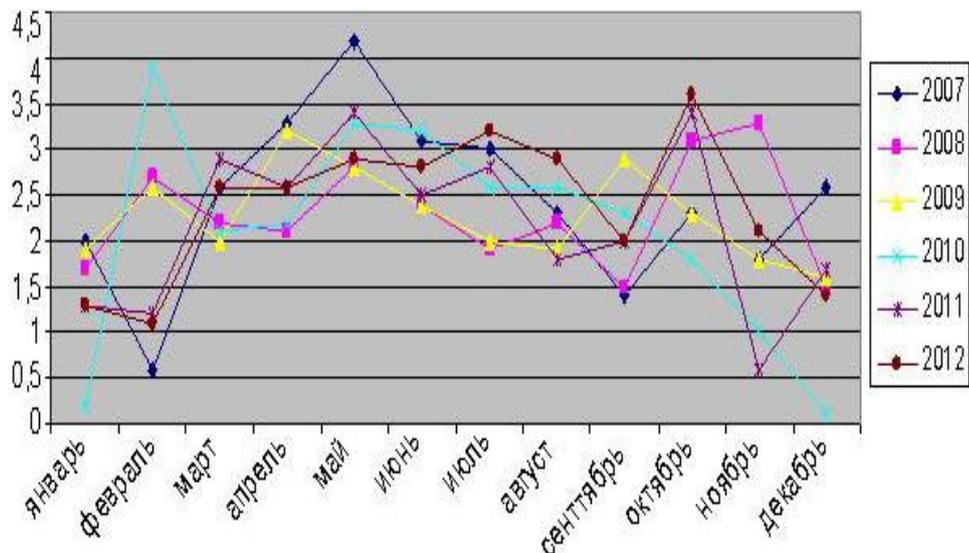


Красный прилив

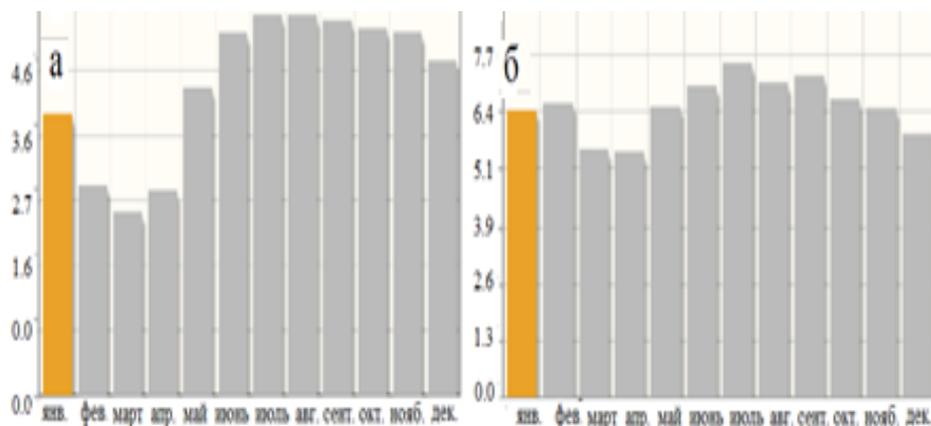
Для возникновения **Красных приливов** в регионе *Эль-Ниньо* имеется богатая питательная среда (апвеллинг, перуанское течение) и периодическое ослабление перемешивания фотического слоя.

Почему перуанский феномен – рождественский младенец?

На северном берегу Перу с ноября по февраль характерны квазиштилевые условия (штиль - 0,5м/с и тихий ветер - 0,5÷1,7м/с)



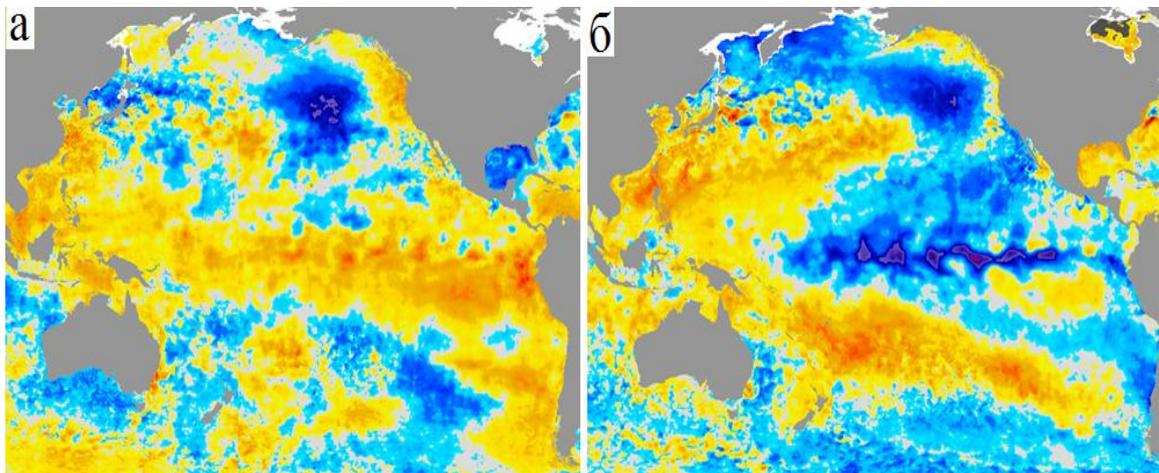
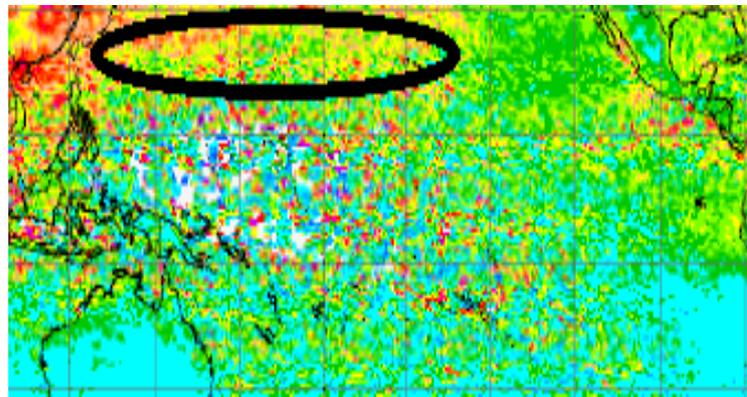
На мористом северо-западе Перу (г. Чиклайо) минимальная среднесуточная скорость ветра за 2007-2012.



Средние скорости ветра по месяцам. а – Баия (Галапагосы); б – Таити

Почему мористая струя *Эль-Ниньо* преимущественно смещена на 100÷300км к югу от Экватора?

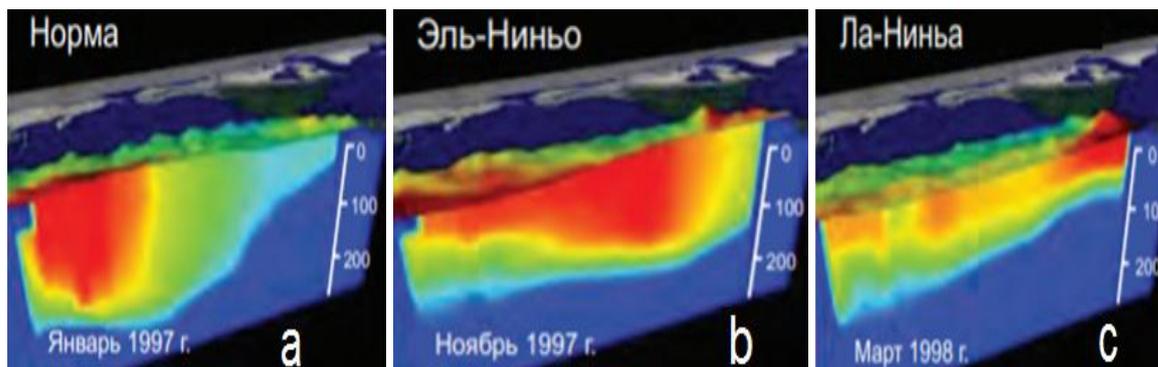
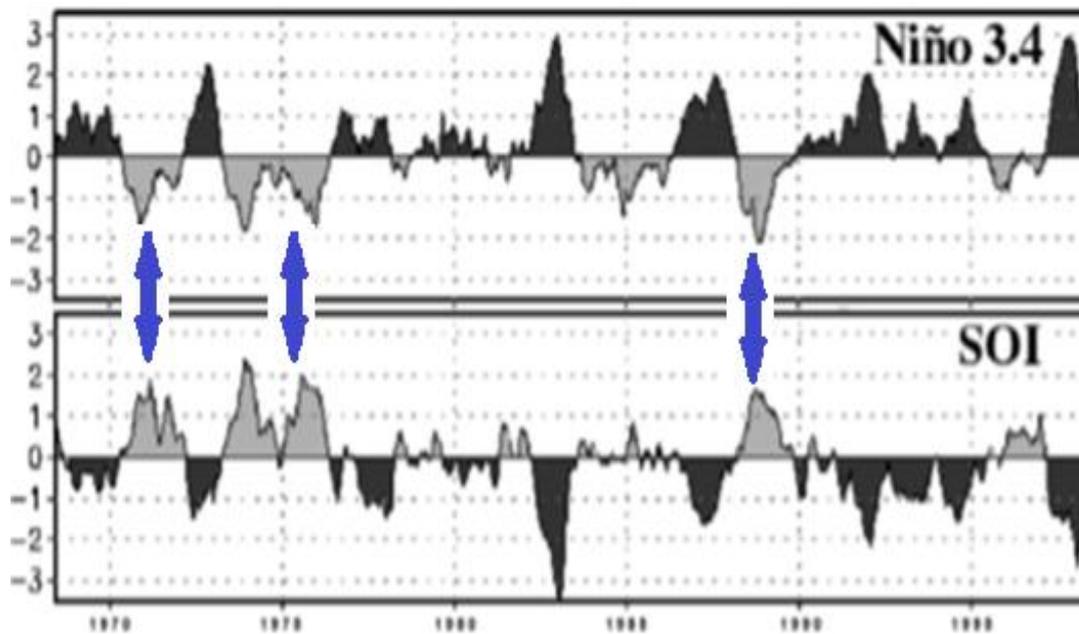
С севера *Эль-Ниньо* «отгоняет» дегазация *СО*. Вдоль экватора в зоне шириной $\approx 300\div 500$ км перемешивание осуществляется волнами Россби. Чем западнее, тем слабее температурные контрасты от этих волн. Обусловлено это увеличением с востока на запад толщины верхнего квазиоднородного слоя. При *Эль-Ниньо* волны Россби лишь на время перемешивают прогретые воды, не устраняя причину перегрева, не внося достаточно биогенов для прекращения агрессивного размножения водорослей.



a – спутниковые карты ТПВ 1.12.1987, *б* – 1.12.1998

Тропическая конвекция, осолонение

Приуроченность экваториального *Эль-Ниньо* – к циклоническим условиям. *Ла-Нинья*, солевая конвекция - к антициклоническим.



Профили температуры на экваторе для нормальных условий (а), *Эль-Ниньо* (б) и *Ла-Нинья* (в)

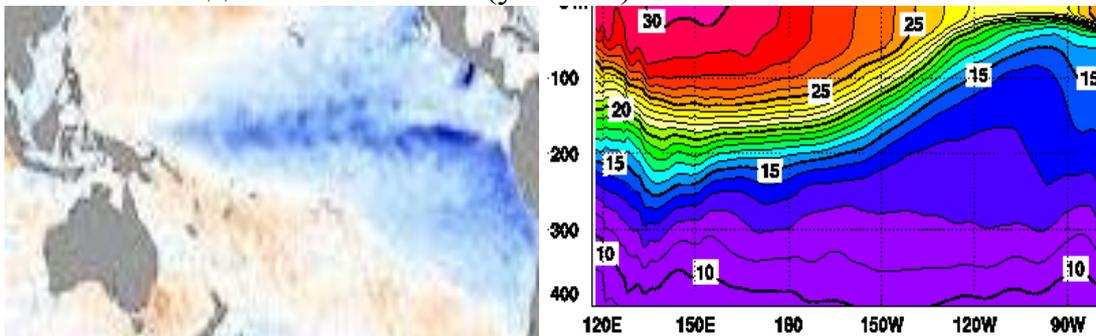
Ла-Нинья. Тропическая конвекция, осолонение

Испарение обуславливает рост $S\%$, плотности воды, конвекцию – перемешивание поверхностных теплых соленых вод с глубинной прохладной водой. Происходит это тогда, когда солевая составляющая ($\beta\Delta S$) плотностного градиента плотности воды превышает температурную ($\alpha\Delta T$) составляющую $\beta\Delta S > \alpha\Delta T$.

Испаряемость по Иванову

$Em = 0,0018(25+t)^2 * (100-f)$ мм/мес при температуре $t=25^\circ\text{C}$ и относительной влажности $f=60\%$ $Em=180$ мм/мес.

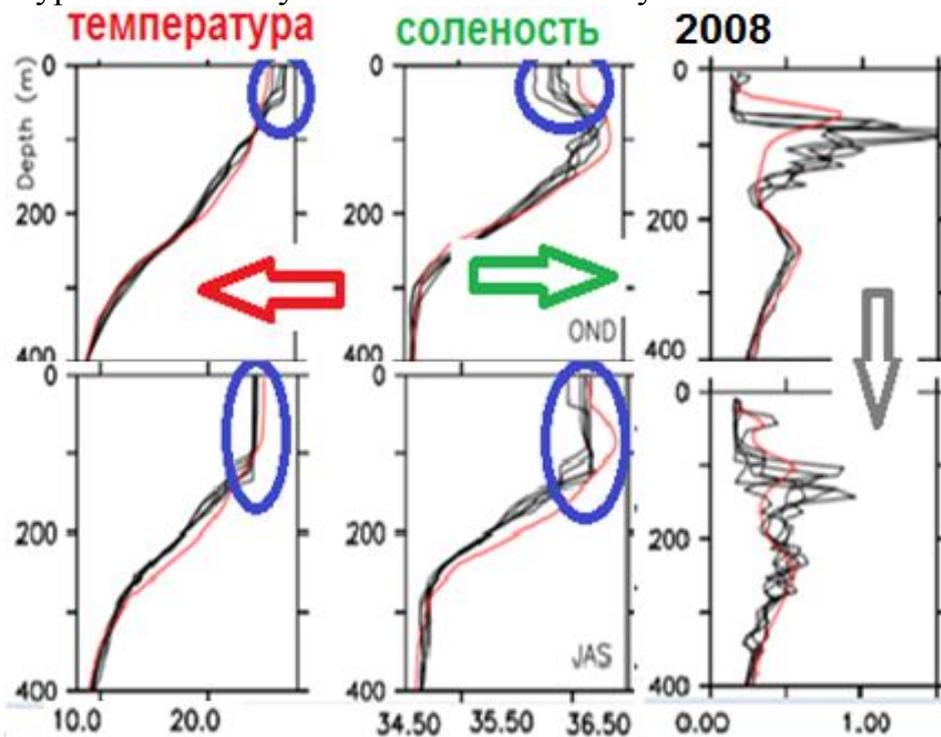
С поправкой на ветер (Океанографические таблицы 1968) испарение выше в 2-8 раз. Используя среднее значение (5), получаем толщину слоя испарения пресной воды ≈ 1 м/мес. Для конвекции в однородном по плотности слое воды достаточно изменение $S\% \leq 0,5\%$. За месяц глубина перемешивания $\approx 30-50$ м - глубина залегания слоя скачка у Перу, за 3-4 мес. перемешивание достигает ≈ 200 м (у Таити).



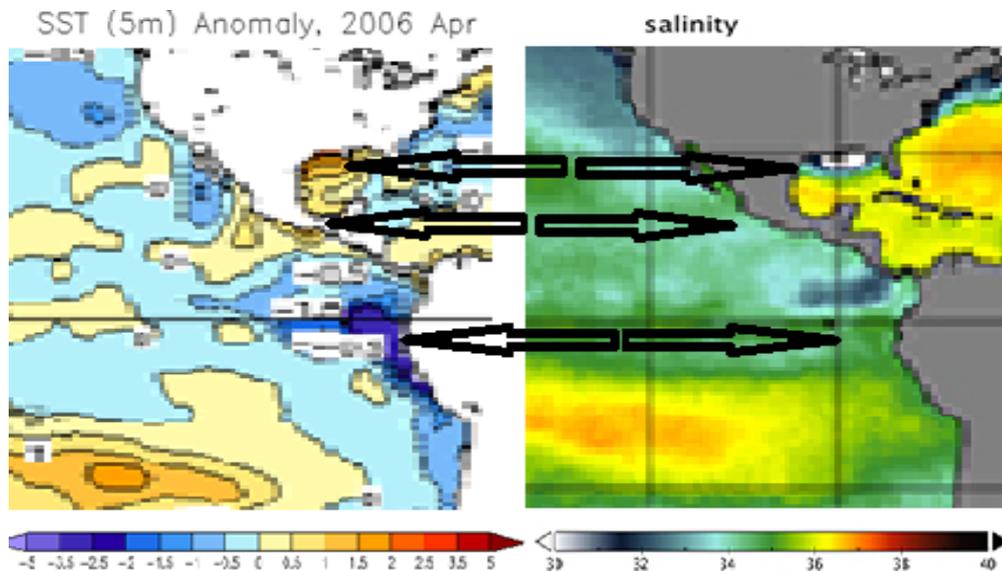
Профили температуры на экваторе в норме

Тропическая конвекция

На вертикальных и горизонтальных профилях локальным максимумам температуры соответствуют локальные минимумы солености и наоборот



Переход от Эль-Ниньо к Ла-Ниньо - профили температуры и солености на экваторе в норме



там, где на поверхности аномалия тепла, там локальный минимум солености и наоборот

Выводы

Феномен перуанского младенца *Эль-Ниньо* – приурочен к католическому рождеству. Связано это с местным **ослаблением ветра** к рождеству и **влажной атмосферой**. Все это не способствует конвекции, а ведет к росту плотностной стратификации, уменьшению концентрации фосфора, в борьбе за который водоросли массово делятся. Вода мутнеет, цветет, и прогревается. **Ряска в теплой воде характерна для стоячих вод**. После схода снега вода насыщена биогенами. С возникновением их дефицита возникает ряска. У родников, мест массовой дегазации и ручьев с биогенами **ряски нет**. Прогрев прекращается **при стагнации цветения** - уменьшении температуры ниже критической (увеличивается растворимость биогенов), интенсификации плотностной стратификации и течений, чьи воды обогащены биогенами, а также **при активизации сейсмодегазации, что привносит в фотический слой прохладные биогены**.

Таитянский *Эль-Ниньо* обусловлен распреснением поверхностных вод **массовыми осадками**. Для перуанского *Эль-Ниньо* осадки не критичны.

Феномен *Ла-Ниньо* вызван эффективной **солевой конвекцией** характерной при низкой антициклонической влажности.