

УДК 551.242.23



Сывороткин В.Л.

О геологической позиции Эль-Ниньо

Сывороткин Владимир Леонидович, доктор геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник кафедры петрологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

E-mail: hlozon@mail.ru

Эль-Ниньо – комплекс аномальных событий, периодически (раз в несколько лет) происходящих в экваториальной части Восточной Пацифики. Явление развивается над самой активной тектонической структурой планеты – рифтовой зоной Восточно-Тихоокеанского поднятия на 10–20° южнее экватора. Причина Эль-Ниньо – усиление водородной дегазации из океанского рифта и разрушение озонового слоя над ним. Увеличенный под озоновой аномалией поток солнечного излучения нагревает океанскую воду и атмосферный воздух, что вызывает стихийные бедствия. Причина массовой гибели рыбы – продувка морской воды восстановленными газами.

Ключевые слова: Эль-Ниньо, Ла-Нинья, аномалии озона, погодные аномалии, глубинная дегазация, водород, Восточно-Тихоокеанское поднятие, рифт.

Эль-Ниньо – комплекс взаимообусловленных изменений термобарических и химических параметров океана и атмосферы, принимающих часто характер стихийных бедствий, происходящих квазипериодично в экваториальной части Восточной Пацифики.

В данном определении мы попытались учесть основные черты этого природного феномена, выявленные к настоящему времени. В справочной же литературе Эль-Ниньо определяется как теплое течение, возникающее иногда по неизвестным причинам у берегов Перу и Чили. По-испански Эль-Ниньо означает «Младенец» – название это дано перуанскими рыбаками-католиками, потому что потепление воды и одновременная массовая гибель рыбы обычно наблюдаются в конце декабря, т.е. совпадают по времени с Рождеством.

Нормальная ситуация. Чтобы понять аномальность природных процессов, называемых Эль-Ниньо, рассмотрим обычную (стандартную) климатическую ситуацию в этом регионе. Она своеобразна и определяется Перуанским (Гумбольдта) течением, которое несет холодные воды из Антарктики вдоль западных берегов Южной Америки до Галапагосских островов, лежащих на экваторе.

Пассаты, пересекая высокогорный барьер Анд, оставляют влагу на их восточных склонах, поэтому западное побережье представляет сухую каменистую пустыню. Дожди здесь чрезвычайно редкое событие, иногда они не выпадают годами. Далее пассаты вновь набирают влагу и приносят ее в избытке на западные берега Тихого океана. Эти ветры определяют и преобладающее западное направление поверхностных течений, вызывающих нагон воды в западной части Тихого океана. Нагон разгружается противопассатным течением Кромвелла. Оно развито в экваториальной зоне Пацифики, захватывает здесь полосу шириной 400 км и переносит обратно на восток огромные массы воды на глубинах 50–300 м со скоростью 0,5 м/с. Это одно из наиболее устойчивых течений Мирового океана.

Особый интерес вызывает колоссальная биологическая продуктивность прибрежных перуано-чилийских вод. На акватории, площадь которой составляет доли процента от площади Мирового океана, годовая добыча рыбы, в основном анчоуса, превышает 20% от общемировой. Обилие рыбы в прибрежных водах приводит к колоссальным скоплениям рыбоядных птиц: бакланов, олуш, пеликанов. В районах птичьих базаров накапливается огромное количество гуано (птичьего помета) – ценного азотно-фосфорного удобрения, залежи которого достигают мощности 50–100 м и являются объектом промышленной разработки и экспорта.

Эль-Ниньо. В годы Эль-Ниньо ситуация резко меняется. Температура воды повышается на несколько градусов. Начинается массовая гибель и уход рыбы и, как следствие, исчезновение птиц. Наступает кризис рыбной промышленности прибрежных стран. Падает атмосферное давление в восточной части Тихого океана, появляются облака, пассаты стихают, и воздушные потоки над всей экваториальной зоной океана меняют направление. Теперь они направлены с запада на восток. Они уносят влагу из стран Западно-Тихоокеанского региона и обрушивают ее на восточные берега океана, т.е. на западное побережье Америки. Особенно катастрофично события развиваются у подножья Анд, которые теперь преграждают путь западным ветрам и принимают на свои склоны всю влагу. В узкой полосе каменистых прибрежных пустынь бушуют паводки, сели, наводнения. В то же время от страшной засухи выгорают тропические леса в Индонезии, на Новой Гвинее. Резко снижается урожайность сельскохозяйственных культур в Австралии и других странах Западно-тихоокеанского региона.

В довершение всего от чилийских берегов и до Калифорнии развиваются так называемые «красные приливы», вызванные бурным развитием микроскопических водорослей-жгутиконосцев. Некоторые из них в процессе жизнедеятельности выделяют крайне ядовитые вещества, например, сакситоксин, который в 80 раз сильнее яда кобры. Водоросли накапливаются на фильтрах моллюсков, которые сами не погибают, но их мясо становится ядовитым³. Токсины устойчивы к температурным воздействиям и остаются опасными даже при консервировании и кулинарной обработке.

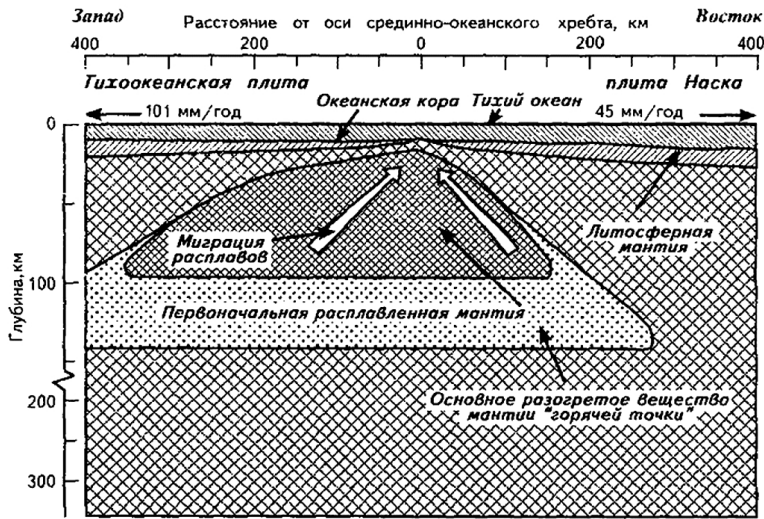


Рис. 1. Схематический разрез верхней мантии под Восточно-Тихоокеанским поднятием¹ в районе зарождения Эль-Ниньо.

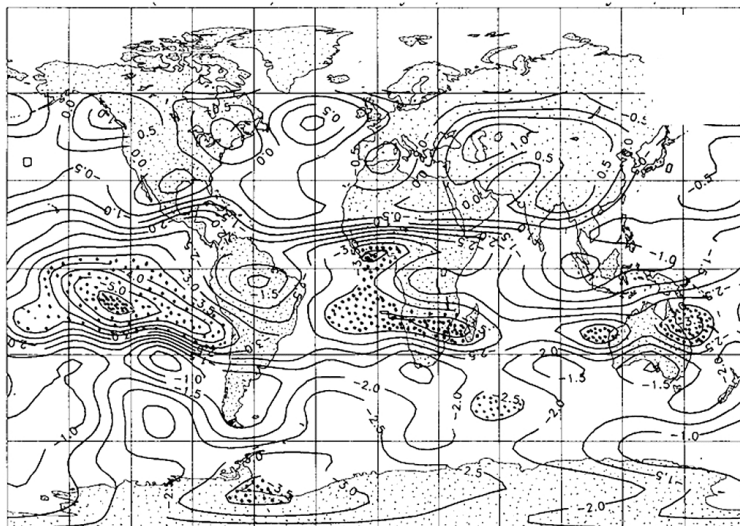


Рис. 2. Области аномально низкого содержания озона в экваториальной зоне в январе 1998 г.² (Крестом показаны области отрицательных аномалий ОСО; линии с цифрами – отклонение ОСО от среднемесячной нормы в единицах стандартного отклонения).

Кориолиса. Электромагнитные исследования установили электропроводность мантии до глубин 180–200 км.

В 1994 г. здесь была найдена самая мощная в мире действующая парогидротермальная система⁸. В этой же зоне

Как было сказано выше, в начале этой цепи катастрофических событий отмечается заметное (первые градусы) потепление поверхностных вод в восточной части Тихого океана. Однако причина разогрева океанской воды, т.е. первопричина самого Эль-Ниньо, до сих пор остается неизвестной. Океанологи объясняют появление теплой воды к югу от экватора изменением направления преобладающих ветров (действительно, пассаты в это время стихают). Метеорологи же смену ветров объясняют разогревом воды. Круг замыкается.

Геологическая позиция Эль-Ниньо. Для того, чтобы приблизиться к пониманию генезиса Эль-Ниньо, необходимо обратить внимание на ряд обстоятельств, которые ускользают от внимания специалистов – климатологов, океанологов и биологов. Для геолога же очевиден факт, что Эль-Ниньо развивается над одним из наиболее активных участков Мировой рифтовой системы – Восточно-Тихоокеанским поднятием (ВТП). В его осевой части фиксируется аномально высокий (даже для срединно-океанских хребтов) тепловой поток⁴. Здесь же инструментально измерена самая высокая скорость спрединга (раздвига рифтовых бортов), достигающая 12–15 см/г⁵. Это район очень высокой сейсмической активности⁶. Геофизические исследования⁷ обнаружили здесь зону аномально низких скоростей сейсмических волн, которая распространяется до глубин 150–200 км и указывает на огромный магматический резервуар, который прослеживается на запад от хребта на 250 км и на восток на 100 км (рис. 1).

Самые низкие скорости наблюдаются не точно на оси хребта, а несколько западнее его. Возможно, что такое смещение мантийного магматического очага от оси рифта вызвано действием сил

¹ Строев П.А. Эксперимент Большой MELT. Обширный геофизический проект по изучению электромагнетизма и томографии мантии под южной частью Восточно-Тихоокеанского поднятия // Геологическое изучение недр и водопользование. Экспресс-информация (справочно-информационный сборник). М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. Вып. 5, 6. С. 39–42.

² Воздействие явления Эль-Ниньо 1997–1998 гг. на озоновый слой Земли / А.А. Черников, Ю.А. Борисов, А.М. Звягинцев, Г.М. Крученицкий, С.П. Перов, Н.С. Сидоренков, О.В. Стасюк // Метеорология и гидрология. 1998. № 3. С. 104–110.

³ Эрхард Ж.П., Сежен Ж. Планктон. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 255 с.

⁴ Гордеев В.В., Демина Л.Л. Прямые наблюдения за гидротермами на дне Тихого океана. (Галапагосская активная зона, депрессия Хесса) // Геохимия. 1979. № 6. С. 17–28.

⁵ Лисицин А.П. Биокосная система океанских гидротерм (поступление эндогенного вещества) // Биогехимия океана. М.: Наука, 1983. С. 60–71.

⁶ Walker D.A. More evidence indicates link between El Niños and seismicity // EOS Trans. AGU. 1995. Vol. 76. № 4. P. 33–34.

⁷ Forsyth D.W. The Big MELT. The Mantle Electromagnetic and Tomography Experiment was the largest seafloor geophysical experiment ever mounted // Oceanus. 1998. Vol. 41. № 2. P. 27–31.

⁸ Largest hydrothermal plume on Earth discovered // STA Today. 1994. № 3. P. 7

в 15–20 градусах южнее экватора на дне океана еще в 1979 г. были обнаружены 9 водородных источников¹. Очень высокие ($n \times 10^5$) отношения изотопов гелия в газовых эманациях указывают на их глубинный источник².

На рис. 2 центр мощной озоновой аномалии (левый край рисунка), где среднемесячный дефицит ОСО достигал в январе 1998 г. 30%, абсолютно точно расположился над вышеописанной зоной аномальной эндогенной активности ВТП, что не может быть случайностью. Тем более, что авторская дегазационная модель Эль-Ниньо (рис. 3) к этому времени была уже опубликована³.

Дегазационная модель Эль-Ниньо. Водород, поднимаясь со дна океана из рифтовой долины на своде ВТП (на рисунке СОХ – срединно-океанский хребет), где его источники реально обнаружены, достигает поверхностных вод и вступает в реакцию с кислородом, в результате чего выделяется тепловая энергия, которая и начинает разогрев воды. Для реакций окисления условия здесь весьма благоприятные. Поверхностный слой воды в океане обогащается кислородом при волновом взаимодействии с атмосферой. Следует учитывать, что при попадании воздуха в океанскую воду его компонентный состав сохраняется, но объемные пропорции газов существенно меняются. За счет снижения до 62,6% содержания азота возрастают до 34,9% содержание кислорода и до 2,5% содержание CO_2 . Температура поверхностных вод в этой части океана заметно понижена из-за действия холодного Перуанского течения. Поскольку растворимость кислорода в воде обратно пропорциональна ее температуре, поверхностные воды экваториальной Восточной Пацифики богаче кислородом, сравнительно с другими экваториальными районами Мирового океана⁴. Окислению водорода и метана должно способствовать возможное присутствие в газовых струях катализаторов – соединений металлов переменной валентности, в первую очередь железа, марганца, меди⁵.

В стратосфере под воздействием водорода образуется озоновая дыра и в нее «проваливается» ультрафиолетовое излучение, которое усиливает начавшийся за счет окисления водорода разогрев поверхностной воды и воздуха в нижней части атмосферы. Разогрев океанской воды приводит к снижению растворимости CO_2 и выбросу его в атмосферу. Так, во время Эль-Ниньо 1982–1983 гг. в воздух дополнительно попало 6000 Тг углекислого газа⁶. Из-за разогрева воды усиливается ее испарение, и над восточной частью Тихого океана появляются облака и выпадают обильные дожди. И пары воды, и углекислый газ – парниковые газы. Они способны поглощать тепловое излучение и становятся прекрасным аккумулятором для дополнительной энергии, пришедшей через озоновую дыру.

Разогрев воздуха приводит к сбросу давления – над восточной частью Тихого океана образуется циклоническая область. Именно она ломает стандартную пассатную схему атмосферной динамики в этом районе и «засасывает» воздух из западной части Тихого океана. Вслед за стиханием пассатов уменьшается нагон воды у западных берегов, и прекращает действовать противотечение Кромвелла.

Из-за аномального прогрева воды зарождаются тайфуны, что в обычные годы происходит крайне редко из-за охлаждающего влияния Перуанского течения. С 1980 по 1989 гг., т.е. за 10 лет, здесь зародилось всего десять тайфунов, из них семь – в момент Эль-Ниньо 1982–1983 гг.

Аномальная биологическая продуктивность. На некоторых участках прибрежных южноамериканских вод Тихого океана она равна продуктивности обильно удобряемых рыболовных прудов Азии и в 50000 раз выше продуктивности других частей океана, если считать по количеству добываемой рыбы⁷. Традиционное объяснение этому феномену – апвеллинг, т.е. ветровой сгон воды от берега, заставляющий подниматься с глубины более холодную и обогащенную питательными компонентами, в основном азотом и фосфором воду. Механизм этот, однако, весьма уязвим для критики при попытке реализовать его в реальных природных условиях⁸.

По нашим представлениям, аномальная биологическая продуктивность здесь, а также и в некоторых других районах Мирового океана определяется глубинной дегазацией. Дело в том, что не вся полоса прибрежных вод одинаково продуктивна, как должно было бы быть в случае климатического апвеллинга. Обособлены два пятна максимальной биопродуктивности. Контролируется их положение тектоническими факторами. Северное пятно расположено над мощным окраинно-океанским разломом, уходящим из океана на Южно-Американский континент южнее разлома Мендана и параллельно ему. Южное, несколько меньшее, пятно находится чуть севернее хребта Наска.

Это косые (диагональные) структуры, идущие от ВТП в сторону Южной Америки. Они являются зонами

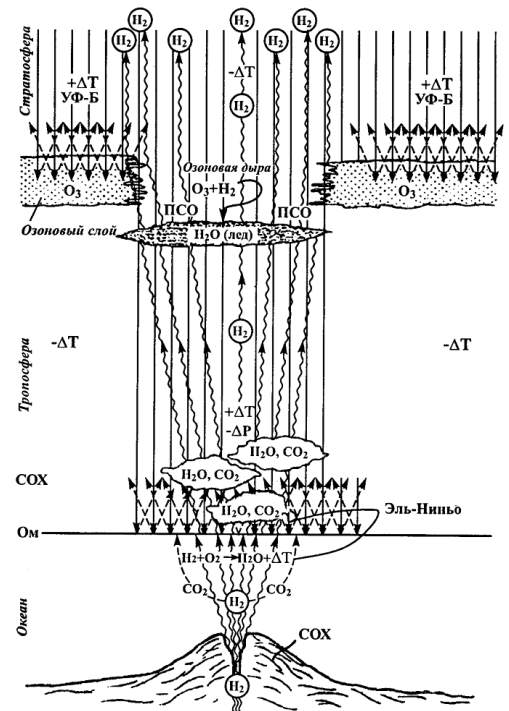


Рис. 3. Модель воздействия глубинного водорода на океан и атмосферу (пояснения см. в тексте).

¹ Welham J., Graig H. Methane and hydrogen in East Pacific rise hydrothermal fluids // Geophys. Res. Lett. 1989. Vol. 6. № 11. P. 829–831.
² Поляк Б.Г., Толстихин И.Н., Якудени В.П. Изотопный состав гелия и тепловой поток – геохимический и геофизический аспекты тектогенеза // Геотектоника. 1979. № 5. С. 3–23.
³ Сывороткин В.Л. Дегазация Земли разрушает озоносферу // Земля и Вселенная. 1998. № 1. С. 21–27.
⁴ Чернякова А.М. Распределение кислорода в водах Тихого океана. // Природа. 1976. № 11. С. 70–73.
⁵ Гордеев В.В., Демина Л.Л. Указ. соч.
⁶ Монин А.С., Шишков Ю.А. Дилеммы потепления в XX веке // Человек и стихия. СПб.: Гидрометеоздат, 1991. С. 47–49.
⁷ Пинчот Г.Б. Морское фермерство // Наука об океане. М.: Прогресс, 1981. С. 295–308.
⁸ Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и глобальные катастрофы. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. 250 с.

дегазации, по которым на дно океана и в толщу океанской воды поступает огромное количество химических соединений, в том числе и элементов жизни – азота и фосфора. В достатке здесь и микроэлементы, особенно марганец. Основной объем газов составляют восстановленные газы: метан, сероводород, водород, аммиак, поэтому содержание кислорода в основной толще прибрежных перуано-чилийских вод минимальное для всего Мирового океана¹. Но самый поверхностный холодный слой (20–30 м) аномально богат кислородом из-за своего антарктического происхождения. В этом слое над разломными зонами – источниками питательных веществ эндогенной природы и создаются уникальные условия для развития жизни. Бурно развивается фитопланктон. Им питаются анчоусы, удивительная продуктивность которых обусловлена предельно короткой пищевой цепью. Потери энергии в ней минимальны. Анчоусов поедают птицы, в результате жизнедеятельности которых питательные элементы, вынесенные газами из недр Земли, переходят в залежи гуано. Но эта потеря для данной экосистемы не страшна, так как источник поступления слишком мощный.

Эль-Ниньо – массовая гибель гидробионтов. В годы Эль-Ниньо, когда происходит усиление дегазации, тонкий, насыщенный кислородом и кишачный жизнью поверхностный слой воды продувается восстановленными газами. Кислород исчезает, начинается массовая гибель биоты. Со дна моря в это время тралы поднимают огромное количество костей крупных рыб. На Галапагосских островах дохнут тюлени. Их травят ядовитые газы. Смерть наступает внезапно и настигает все сообщество: от фитопланктона до позвоночных. Вот птицы действительно гибнут от голода, в основном птенцы. Взрослые особи улетают, хотя в самые последние годы мы узнали, что выбросы глубинных газов убивают и птиц².

Красные приливы. После массовой гибели аэробной биоты удивительное буйство жизни у латиноамериканских берегов не прекращается. В лишенных кислорода, продуваемых ядовитыми газами водах начинается бурное развитие одноклеточных водорослей – динофлагеллят. Океан как бы возвращается в геологическое, «докислородное», прошлое. Само название «красный прилив» возникло из-за того, что в этих условиях хорошо себя чувствуют только интенсивно окрашенные водоросли, которые при массовом развитии изменяют цвет морской воды. Окраска водорослей – защита от ультрафиолета, и приобрели они ее еще в протерозое, когда не было озонового слоя и поверхность водоемов подвергалась интенсивному ультрафиолетовому облучению³.

Подтверждение авторской модели Эль-Ниньо. Приведем ряд фактов, подтверждающих реальность нашей модели. В годы Эль-Ниньо резко усиливается сейсмичность ВТП. Вывод этот сделан американским исследователем Д. Уокером⁴ на основе анализа рядов наблюдений с 1964 по 1992 гг. на участке хребта, между 20-м и 40-м градусами южной широты.

Давно уже установлено, что сейсмические события часто сопровождаются усилением дегазации. В годы Эль-Ниньо прибрежные воды буквально бурлят от выделения газов. Корпуса кораблей покрываются черными пятнами, поэтому явление получило название «Эль-Пинтор», что означает «маляр». Зловонный запах сероводорода наполняет окрестности⁵.

Следует отметить, что при выделении глубинных газов из разломных зон в океанскую воду происходит их сепарация за счет резко различной (в несколько порядков) растворимости⁶. Для водорода и гелия она составляет 0,0181 и 0,0138 см³ в 1 см³ воды (при 20°C под давлением 0,1 МПа), а для сероводорода и аммиака эта величина составляет 2,6 и 700 см³ в 1 см³. В силу этой физической особенности и происходит резкое обогащение последними двумя газами океанской воды над зонами дегазации.

Ла-Нинья (девочка, исп.). Такое экзотическое и созвучное Эль-Ниньо название носит заключительная фаза этого стихийного бедствия, а именно резкое похолодание воды в восточной части Тихого океана, когда на несколько месяцев ее температура опускается на первые градусы ниже нормы. Объяснение этому мы видим в одновременном разрушении озонового слоя и над экватором и над Антарктидой (рис. 2). Если в первом случае это приводит к разогреву воды в океане (Эль-Ниньо), то во втором – к усилению таяния льда у берегов Антарктиды и усилению притока холодной воды в приантарктические воды. Резко увеличивается температурный градиент между экваториальной и южной частями Тихого океана и усиливается холодное Перуанское течение. Оно переохлаждает экваториальные воды после ослабления дегазации и восстановления озонового слоя. Так «в недрах» Эль-Ниньо зарождается Ла-Нинья.

Необходимо отметить, что автор не одинок в эндогенной интерпретации явления Эль-Ниньо. Кроме вышеупомянутого американского исследователя Д. Уокера, на приуроченность Эль-Ниньо к тектонически активной зоне обратил внимание американец Б.А. Лейборн⁷. В России об этом писал Г.Г. Кочемасов⁸.

Социальные аспекты Эль-Ниньо. Колоссальное негативное воздействие Эль-Ниньо на экологическую систему южной части тихоокеанского региона имеет также негативные социальные последствия, проявляющиеся даже в других регионах планеты. Считается, что Эль-Ниньо может быть связано с цикличностью войн и возникновением гражданских конфликтов⁹. По мнению авторов указанных исследований, Эль-Ниньо приводит

¹ Чернякова А.М. Указ. соч.

² Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и природные катаклизмы в 2011 году: летняя жара и лесные пожары; массовая гибель биоты // *Пространство и Время*. 2011. № 3(5). С. 162–169.

³ Белинский В.А. Ультрафиолетовая радиация Солнца и неба // *Человек и стихия*. Л.: Гидрометеиздат, 1971. С. 73–74.

⁴ Walker D.A. Op. cit.

⁵ Айдиэлл С.П. Анчоусовый кризис // *Наука об океане*. М.: Прогресс, 1981. С. 279–294.

⁶ Чайлдс У. Физические постоянные. М.: Физико-математ. литература, 1961. 94с.

⁷ Leyborne B.A. Can El Niño be controlled by Tectonic vortex structures and explained with surge Tectonics? // *New Concepts in Global Tectonics*. 1998. P. 5–6.

⁸ Кочемасов Г.Г. Эль-Ниньо и секторная тектоника Земли // *Регулярности и симметрия в строении Земли*. М.: РОСТ, 1997. С. 133–141.

⁹ Hsiang S.M., Meng K.C. & Cane M.A. (2011). Civil conflicts are associated with the global climate. *Nature* 476: 438–441; Schiermeier Q. (2011). Climate cycles drive civil war. *Nature* 476: 406–407.

к вражде в бедных тропических странах. Во время же действия Ла-Нинья наступают более мирные времена. Утверждается, что с 1950 по 2004 гг. Эль-Ниньо повлияло на 48 из 234 конфликтов. В качестве примера приводятся конфликты в Чаде, Конго, Эритрее, Руанде, Мьянме и Нигере в 1997 г., когда это явление было особенно сильным. Авторы исследования вычислили, что ежегодный риск возникновения конфликта во время действия Эль-Ниньо в подверженных ему странах равен 6%. Во время фазы Ла-Нинья этот показатель составляет 3%. Для стран, находящихся вне зоны действия Эль-Ниньо, этот показатель стабильно равен 2%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айдилл С.П. Анчоусовый кризис // Наука об океане. М.: Прогресс, 1981. С. 279–294.
Aidill S.P. Anchousovyi krizis. Nauka ob okeane. Progress. Moskva. 1981. P. 279–294.
2. Белинский В.А. Ультрафиолетовая радиация Солнца и неба // Человек и стихия. Л.: Гидрометеиздат, 1971. С. 73–74.
Belinskii V.A. Ul'trafiolietovaya radiatsiya Solntsa i neba. Chelovek i stikhiya. Gidrometeoizdat. Leningrad. 1971. P. 73–74.
3. Воздействие явления Эль-Ниньо 1997–1998 гг. на озоновый слой Земли / А.А. Черников, Ю.А. Борисов, А.М. Звягинцев, Г.М. Крученицкий, С.П. Перов, Н.С. Сидоренков, О.В. Стасюк // Метеорология и гидрология. 1998. № 3. С. 104–110.
Chernikov A.A., Borisov Yu.A., Zvyagintsev A.M., Kruchenitskii G.M., Perov S.P., Sidorenkov N.S., Stasyuk O.V. Vozeidstvie yavleniya El'-Nin'o 1997–1998 gg. na ozonovyi sloi Zemli. Meteorologiya i gidrologiya. 1998. N 3. P. 104–110.
4. Гордеев В.В., Демина Л.Л. Прямые наблюдения за гидротермами на дне Тихого океана (Галапагосская активная зона, депрессия Хесса) // Геохимия. 1979. № 6. С. 17–28.
Gordeev V.V., Demina L.L. Pryamyie nablyudeniya za gidrotermami na dne Tikhogo okeana (Galapagosskaya aktivnaya zona, depressiya Khessa). Geokhimiya. 1979. N 6. P. 17–28.
5. Кочемасов Г.Г. Эль-Ниньо и секторная тектоника Земли // Регулярности и симметрия в строении Земли. М.: РОСТ, 1997. С. 133–141.
Kochemasov G.G. El'-Nin'o i sektornaya tektonika Zemli. Regulyarnosti i simmetriya v stroenii Zemli. ROST. Moskva. 1997. P. 133–141.
6. Лисицин А.П. Биокосная система океанских гидротерм (поступление эндогенного вещества) // Биогехимия океана. М.: Наука, 1983. С. 60–71.
Lisitsin A.P. Biokosnaya sistema okeanskikh gidroterm (postuplenie endogenного veshchestva). Biogekhimiya okeana. Nauka. Moskva. 1983. P. 60–71.
7. Монин А.С., Шишков Ю.А. Дилеммы потепления в XX веке // Человек и стихия. СПб.: Гидрометеиздат, 1991. С. 47–49.
Monin A.S., Shishkov Yu.A. Dilemmy potepleniya v XX veke. Chelovek i stikhiya. Gidrometeoizdat. Sankt-Peterburg. 1991. P. 47–49.
8. Пинчот Г.Б. Морское фермерство // Наука об океане. М.: Прогресс, 1981. С. 295–308.
Pinchot G.B. Morskoe fermerstvo. Nauka ob okeane. Progress. Moskva. 1981. P. 295–308.
9. Поляк Б.Г., Толстихин И.Н., Якуцени В.П. Изотопный состав гелия и тепловой поток – геохимический и геофизический аспекты тектогенеза // Геотектоника. 1979. № 5. С. 3–23.
Polyak B.G., Tolstikhin I.N., Yakutseni V.P. Izotopnyi sostav geliya i teplovoi potok – geokhimicheskii i geofizicheskii aspekty tektogeneza. Geotektonika. 1979. N 5. P. 3–23.
10. Строев П.А. Эксперимент Большой MELT. Обширный геофизический проект по изучению электромагнетизма и томографии мантии под южной частью Восточно-Тихоокеанского поднятия // Геологическое изучение недр и водопользование. Экспресс-информация (справочно-информационный сборник). М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. Вып. 5, 6. С. 39–42.
Stroev P.A. Eksperiment Bol'shoi MELT. Obshirnyi geofizicheskii proekt po izucheniyu elektromagnetizma i tomografii mantii pod yuzhnoi chast'yu Vostochno-Tikhookeanskogo podnyatiya. Geologicheskoe izuchenie neдр i vodopol'zovanie. Ekspress-informatsiya (spravochno-informatsionnyi sbornik). ZAO «Geoinformmark». Moskva. 2000. Vyp. 5, 6. P. 39–42.
11. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и природные катаклизмы в 2011 году: летняя жара и лесные пожары; массовая гибель биоты // Пространство и Время. 2011. № 3(5). С. 162–169.
Syvorotkin V.L. Glubinnaya degazatsiya i prirodnye kataklizmy v 2011 godu: letnyaya zhara i lesnye pozhary; massovaya gibel' bioty. Prostranstvo i Vremya. 2011. N 3(5). P. 162–169.
12. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и глобальные катастрофы. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. 250 с.
Syvorotkin V.L. Glubinnaya degazatsiya i global'nye katastrofy. ZAO «Geoinformmark». Moskva. 2002. 250 p.
13. Сывороткин В.Л. Дегазация Земли разрушает озоносферу // Земля и Вселенная. 1998. № 1. С. 21–27.
Syvorotkin V.L. Degazatsiya Zemli razrushaet ozonosferu. Zemlya i Vselennaya. 1998. N 1. P. 21–27.
14. Чайлдс У. Физические постоянные. М.: Физико-математ. литература, 1961. 94 с.
Chailds U. Fizicheskie postoyannye. Fiziko-matemat. literatura. Moskva. 1961. 94 p.
15. Чернякова А.М. Распределение кислорода в водах Тихого океана // Природа. 1976. № 11. С. 70–73.
Chernyakova A.M. Raspreделение kisloroda v vodakh Tikhogo okeana. Priroda. 1976. N 11. P. 70–73.
16. Эрхард Ж.П., Сежен Ж. Планктон. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 255 с.
Erkhard Zh.P., Sezhen Zh. Plankton. Gidrometeoizdat. Leningrad. 1984. 255 p.
17. Hsiang S.M., Meng K.C. & Cane M.A. (2011). Civil conflicts are associated with the global climate. Nature 476: 438–441.
18. Forsyth D.W. The Big MELT. The Mantle Electromagnetic and Tomography Experiment was the largest seafloor geophysical experiment ever mounted // Oceanus. 1998. Vol. 41. № 2. P. 27–31
19. Largest hydrothermal plume on Earth discovered // STA Today. 1994. № 3. P. 7
20. Leyborne B.A. Can El Niño be controlled by Tectonic vortex structures and explained with surge Tectonics? // New Concepts in Global Tectonics. 1998. P. 5–6.
21. Schiermeier Q. (2011). Climate cycles drive civil war. Nature 476: 406–407.
22. Walker D.A. More evidence indicates link between El Niño and seismicity // EOS Trans. AGU. 1995. Vol. 76. № 4. P. 33–34.
23. Welham J., Graig H. Methane and hydrogen in East Pacific rise hydrothermal fluids // Geophys. Res. Lett. 1989. Vol. 6. № 11. P. 829–831.