

Мониторинг и некоторые возможности прогноза явления Эль-Ниньо с использованием глобальных радиотепловых полей Земли в микроволновом диапазоне

Н.М. Астафьева

*Институт космических исследований РАН
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32
E-mail: ast@iki.rssi.ru*

События Эль-Ниньо происходят в приэкваториальной зоне Тихого океана, однако оказывают воздействие на транспортные и диссипативные свойства атмосферы, нарушают нормальный цикл ее циркуляции и часто приводят к катастрофическим последствиям в довольно удаленных регионах. Это прослеживается на дальних связях и по территории и по времени (процесс телеконнекции). Возможно, события Эль-Ниньо являются причиной широкомасштабных аномалий всего климатического процесса. Неудивительно, что каждое событие Эль-Ниньо является предметом пристального внимания исследователей. Катастрофические для человеческих жизней и для экономики последствия Эль-Ниньо вызывают вполне естественное желание изучить это глобальное явление, чтобы иметь возможность его прогнозировать. Поиск закономерностей во временной динамике и сценариях Эль-Ниньо показал, что периодичность и сценарии ЮКЭН заметно меняются во времени. В настоящей работе изучаются проявления Эль-Ниньо в структуре глобального радиотеплового поля Земли на частотах, отражающих влаго- и водозапас тропосферы. Используются данные микроволнового спутникового мониторинга Земли (глобальные радиотепловые поля из электронной коллекции ИКИ РАН, GLOBAL-Field (<http://www.iki.rssi.ru/asp>), построенные на основе полосовых данных приборов SSM/I программы DMSP). Обсуждаются возможности прогноза событий Эль-Ниньо по данным микроволнового мониторинга. Выработан "влажностный критерий" прогноза развития Эль-Ниньо.

Ключевые слова: мониторинг и прогноз Эль-Ниньо, влагозапас тропосферы, дистанционное зондирование, радиотепловое поле Земли.

Введение

Термодинамический процесс глобального масштаба Южное Колебание – Эль-Ниньо (ЮКЭН) происходит в системе океан – атмосфера, характеризует энергетику и динамику атмосферы и оказывает заметное воздействие на ее транспортные и диссипативные свойства. События Эль-Ниньо нарушают нормальный цикл циркуляции в системе океан-атмосфера, оказывают заметное воздействие на погоду всего мира, усиливают амплитуду и частоту ураганов, часто приводят к катастрофическим для человеческих жизней последствиям, влияют на урожайность продовольственных культур и как следствие — на состояние мировой экономики. Каждое интенсивное Эль-Ниньо представляет собой наибольшее по мощности возмущение климата Земли (с характерным периодом повторяемости в 2–10 или 4–6 лет, по разным источникам), т.е. события Эль-Ниньо могут и могли быть причиной широкомасштабных аномалий всего климатического процесса планеты (по свидетельствам геологических и палеоклиматических исследований, описанный феномен существует на Земле уже не менее 100 тысяч лет).

Интерес к изучению Эль-Ниньо объясняется глобальным влиянием этого поистине планетарного явления и разрушительными последствиями сопровождающих его природных катастроф разного масштаба. Так, во время интенсивного Эль-Ниньо 1997-98 гг. на Землю обрушились пожары и наводнения, засухи и ураганы, принесшие колоссальный ущерб.

Крупномасштабные аномалии температуры и влажности воздуха были зарегистрированы во всем мире (так, например, ливни неоднократно прошли даже над отличающейся обычно особой сухостью чилийской пустыней Атакама).

О существовании Эль-Ниньо известно очень давно. В обычные годы вдоль тихоокеанского побережья Южной Америки температура поверхности океана колеблется от 15°C до 19°C (из-за подъема холодных глубинных вод, вызванного поверхностным холодным Перуанским течением). Во время Эль-Ниньо температура поверхности океана в прибрежной зоне повышается на 6-10°C; с периодами от 2 до 10 лет происходят колебания температуры от экстремально теплых к нейтральным или холодным (Ла-Нинья — холодная фаза явления). В верхней части рис. 1 показано изменение одной из характеристик Эль-Ниньо — индекса Niño 3.4, представляющего собой аномалии температуры поверхности океана (в °C) в симметричной относительно экватора области в центре Тихого океана, 5°с.ш.–5°ю.ш. и 170–120°з.д.

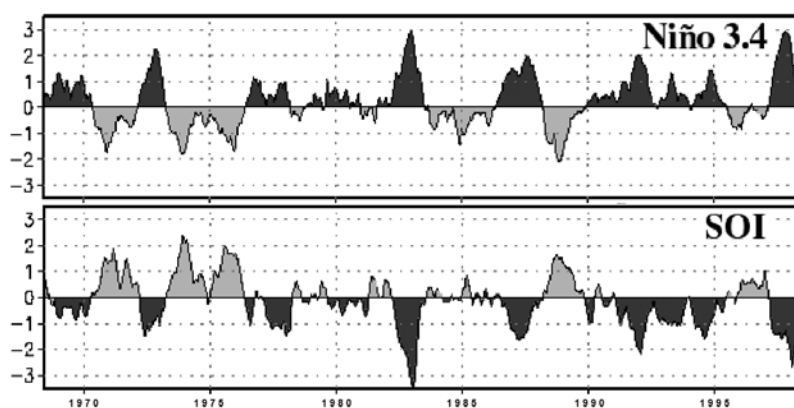


Рис. 1. Синхронные изменения индексов Niño 3.4 и SOI

Интерес к явлению заметно возрос, когда выяснилось, что оно является частью глобальной климатической аномалии, проявляющейся как в океане, так и в атмосфере. Аномалия Южное колебание — одновременное колебание давления, температуры и осадков над восточными и западными частями Тихого океана — открыта Гилбертом Уокером в 1924 г. Основное проявление Южного колебания — изменение разности давления между двумя крупномасштабными квазистационарными центрами действия атмосферы: Южно-Тихоокеанским субтропическим антициклоном и областью низкого давления, ложбиной, вытянувшейся от северной Австралии до Индонезии [1]. Чередование знаков аномалий приземного атмосферного давления напоминает гигантские качели, перекачивающие массы воздуха между восточным и западным полушариями. Вблизи центров действия Южного колебания противоположного знака находятся метеорологические станции на острове Таити (17°ю.ш., 150°з.д.) и в австралийском порту Дарвин (12°ю.ш., 150°в.д.). При Эль-Ниньо давление на Таити будет высоким, а в Дарвине низким; при Ла-Нинья — наоборот. Временной ряд нормализованных разностей давления этих станций, индекс Южного колебания или SOI (South Oscillations Index), является наиболее обоснованной характеристикой изменчивости Южного колебания (показан в нижней части рис. 1).

Связь между явлением Эль-Ниньо и аномалией Южное колебание была обнаружена Бьеркнесом [2], который считал очевидным тот факт, что океан играет ведущую роль в формировании климатической системы и обеспечивает устойчивость крупномасштабных атмосферных аномалий, сохраняющихся на протяжении нескольких месяцев или даже нескольких лет. Со времени работы Бьеркнеса проведено огромное количество наблюдений и теоретических исследований глобальной аномалии системы океан – атмосфера, известной теперь под именем ЮКЭН или ENSO (El-Niño – South Oscillation). Долгое время общепринятой являлась интерпретация связи между Эль-Ниньо и ЮК, основанная на гипотезе Виртки [3]. В настоящее

время существует значительно более сложное и подробное описание этого феномена. Поиск закономерностей во временной динамике и сценариях Эль-Ниньо показал, что периодичность, интенсивность и сценарии ЮКЭН заметно меняются во времени [4]. Тем не менее, изучение явления актуально и прогноз его развития до сих пор остается одной из нерешенных проблем.

В настоящей работе изучаются проявления Эль-Ниньо в структуре глобального радиотеплового поля Земли на частотах, отражающих влаго- и водозапас тропосферы. Используются данные микроволнового спутникового мониторинга Земли — поля радиояркостной температуры с глобальным покрытием Земли [5] из электронной коллекции ИКИ РАН, GLOBAL-Field (<http://www.iki.rssi.ru/asp>), построенные на основе полосовых данных приборов SSM/I (Special Sensor Microwave / Imager) в рамках программы DMSP (<http://dmsp.ngdc.noaa.gov/dmsp.html>, Defense Meteorological Satellite Program). Радиометрические приборы SSM/I регистрируют излучение, несущее информацию о разных физических объектах: на частоте 19,35 ГГц (1,58 см) — это видимая поверхность и наиболее плотные облачные структуры с жидкими осадками; 22,24 ГГц (1,35 см) — интегральный влагозапас (водяной пар) тропосферы; 37,00 ГГц (0,81 см) — интегральный водозапас тропосферы; 85,50 ГГц (0,35 см) — интегральный водозапас тропосферы, включая жидкие и кристаллические осадки. Пространственно-временное разрешение глобальных радиотепловых полей коллекции GLOBAL-Field (2 полных поля в сутки с разрешением по поверхности 0,5x0,5°, за период от 1995 до 2007 гг.) позволяет изучать структуру атмосферных процессов над Мировым океаном с масштабами от сотен километров до планетарных и от синоптических до внутри- и междугодовых.

В статье обсуждаются возможности прогноза событий Эль-Ниньо по данным микроволнового спутникового мониторинга. Предлагается "влажностный критерий", позволяющий прогнозировать развитие процесса — изменение интенсивности Эль-Ниньо. Такой критерий представляется чрезвычайно полезным, поскольку необходимы ответы как минимум на два вопроса: когда начнется катастрофа и насколько разрушительной она будет. На первый вопрос (о начале стадии Эль-Ниньо или Ла-Нинья) вполне адекватно отвечают изменения знака индекса Южного колебания (см. рис. 1). На второй — об интенсивности процесса — предлагаемый "влажностный критерий".

Общая циркуляция атмосферы, климатические тенденции и проявления Эль-Ниньо в структуре радиотеплового поля

Упрощенная схема общей циркуляции атмосферы, т.е. ее зональной и меридиональной структуры, включает в себя восточный и западный зональные потоки в низких и средних широтах, соответственно, и по три ячейки меридиональной циркуляции в каждом полушарии — ячейки Хедли, Ферреля и полярная. Ячейки Хедли, наиболее интенсивные, расположены в низких широтах; с восходящими потоками в районе экватора и нисходящими в тропиках и субтропиках ($\pm 25-30^\circ$ широты). Ячейки Ферреля, менее интенсивные, расположены в средних широтах; с восходящими потоками на $\pm 60^\circ$ широты и нисходящими в районе тропиков. Циркуляции ячеек Ферреля и Хедли противоположны по направлению. Полярные ячейки — самые слабые; с восходящими потоками вблизи $\pm 60^\circ$ широты и нисходящими в районе полюсов. Направление их циркуляции совпадает с направлением циркуляции ячеек Хедли.

Такое представление о зональной и меридиональной структуре общей циркуляции атмосферы очень упрощено, идеализировано и описанная выше структура значима только статистически — при значительном пространственно-временном усреднении. В действительности зональная структура общей циркуляции и основных геофизических полей (давление, температура и др.) нарушается расположением материков и океанов, вследствие того, что энергетический баланс во многом определяется термическим и динамическим взаимодействием атмосферы с подстилающей поверхностью с заметно различающимися свойствами (океан, прибрежная зона, суша, лес, пашня, горы и др.). Кроме того, циркуляция атмосферы находится в непрерывном изменении в связи как с сезонными вариациями в

распределении источников и стоков тепла на земной поверхности и в атмосфере, так и с распространением волн и вихрей разной природы и разных масштабов, формирующихся в результате различных неустойчивостей во всей толще атмосферы. Циклоническая деятельность — образование и перемещение в атмосфере циклонов и антициклонов самых разных пространственно-временных масштабов — едва ли не самая характерная черта земной атмосферы: это крупномасштабные квазистационарные центры действия атмосферы (сравнимые с масштабами океанов и континентов), макротурбулентные вихри умеренных широт (~6000 км), тропические циклоны (300–1000 км) и т.п.

Различные элементы общей циркуляции осуществляют перенос массы, тепла, углового момента и определяют структуру глобальных полей давления, температуры, влажности и других геофизических параметров, что делает общую циркуляцию атмосферы важным элементом климатической системы. В ячейке Хедли восходящие потоки в районе экватора и перенос воздуха в более высокие широты в верхней тропосфере приводят к усилению ветра, вихревых движений, конвекции и дождей; обратно воздух переносится пассатами у поверхности Земли, приводя к уменьшению влажности и ослаблению ветра в субтропиках. Четкие границы географических Северного и Южного тропиков — тропиков Рака и Козерога — определяются наклоном оси вращения Земли и проходят по параллелям 23,5° северной и южной широты, соответственно. Для климатических же поясов таких точных границ не существует. Одним из признаков, по которым метеорологи определяют границы тропиков, является атмосферная циркуляция: меняется по каким-либо причинам атмосферная циркуляция, в частности, циркуляция Хедли, — и вместе с нею перемещается граница тропиков.

Зону тропического климата ограничивают на севере и на юге районы, в которых средняя температура самого холодного месяца не ниже 18°C. Внутри этой климатической зоны лежит один из перманентных центров действия атмосферы — экваториальная депрессия — пояс пониженного давления, созданный внутритропической зоной конвергенции и охватывающий земной шар вблизи экватора. Внутритропическая зона конвергенции отличается ослаблением скоростей ветра, усиленной конвекцией и интенсивным развитием конвективных облаков, из которых выпадают обильные осадки.

Внутритропическая зона конвергенции испытывает сезонные смещения на несколько сотен километров в летнее полушарие и характеризуется высокими температурами воздуха. Положение внутритропической зоны конвергенции меняется также изо дня в день, и на отдельных ее участках — значительно. Нередко внутритропическая зона конвергенции обостряется в один узкий тропический фронт, проходящий по оси экваториальной депрессии. При хорошо выраженной сходимости ветра тропические фронты плохо различимы в поле температуры, которая в обоих пассатах довольно близка, но хорошо выражены в поле влажности, что очень важно для нашего исследования. Хорошая выраженность тропических фронтов в поле влажности позволит использовать глобальные радиотепловые поля Земли в соответствующих диапазонах частоты, чтобы изучить перемещения внутритропической зоны конвергенции и циркуляции Хедли (напомним, что пассаты внутритропической зоны конвергенции — это восходящие ветви ячеек Хедли).

Согласно некоторым исследованиям, зона циркуляции Хедли увеличилась за последние три десятилетия, в результате чего климатические зоны тропиков продвинулись на 2–4,8 градуса (220–530 км) в более высокие широты. Полагают, что возможной причиной увеличения тропической зоны является глобальное потепление, однако, полностью объяснить наблюдаемые величины глобальным потеплением не удастся — возможно, эффект потепления недооценен. Но не исключено также, что существенное влияние на изменение структуры общей циркуляции и, в частности, циркуляции Хедли оказывают другие факторы, например, явление Эль-Ниньо.

Эль-Ниньо в структуре радиотеплового поля

Исследования последних 50 лет установили, что процесс ЮКЭН более значителен, чем согласованные колебания приземного атмосферного давления (Южное колебание) и температуры поверхности воды в приэкваториальной зоне Тихого океана (явление Эль-Ниньо), как считалось

ранее. Процесс ЮКЭН представляет собой крупномасштабные изменения циркуляции атмосферы и температуры океана, структуры конвекции воздуха и осадков над тропической частью Тихого океана, интенсивности и расположения нескольких крупномасштабных квазистационарных центров действия атмосферы, а также интенсивности глобального тропического циклогенеза над акваториями Тихого и Атлантического океанов. Таким образом, Эль-Ниньо и Ла-Нинья — теплая и холодная фазы процесса ЮКЭН — являются ярко выраженными проявлениями межгодовой климатической изменчивости.

На рис. 2 представлены глобальные радиотепловые поля из электронной коллекции GLOBAL-Field на частоте 22,24 ГГц, содержащие информацию об интегральном влагозапасе (количестве водяного пара в столбе) тропосферы. Поля построены с месячным усреднением — за январь месяц — во время Эль-Ниньо и в ближайшие годы до него и после. Для того, чтобы изолинии влагозапаса были более четкими, поля представлены с малым количеством градаций цвета — всего с двадцатью (обычно глобальные радиотепловые поля содержат 100 градаций цвета).

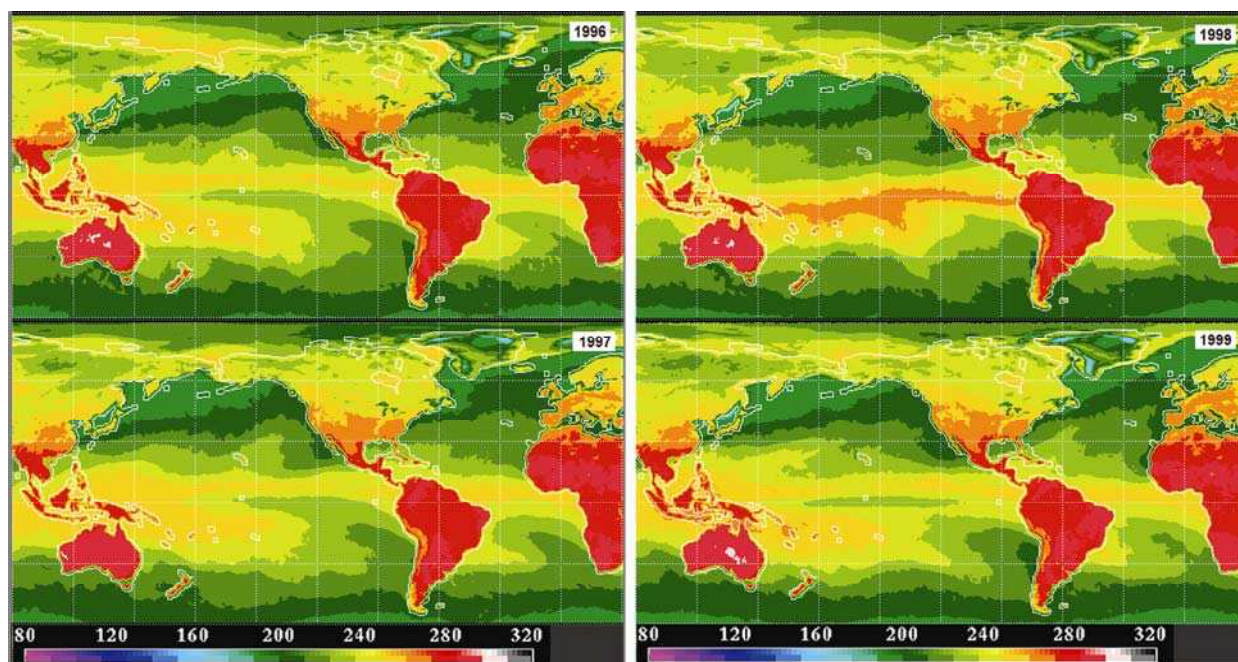


Рис. 2. Изменения глобального радиотеплового поля, связанные с Эль-Ниньо 1997–98 гг

Известно, что амплитуда Эль-Ниньо 1997–98 гг. была беспрецедентно велика. В середине 1997 был зафиксирован перегрев экваториальных тихоокеанских вод на 2.5°C , доселе невиданный. Максимальные зарегистрированные отклонения температуры поверхности океана происходили в 1972 и 1987 гг. (перегрев) и в 1970 и 1988 гг. (переохлаждение), но тогда амплитуда не превышала 1.6°C . Поэтому Эль-Ниньо 1997–98 гг. названо возмущением века.

Рис. 2 демонстрирует изменения, происходящие в структуре глобального радиотеплового поля Земли (в распределении влагозапаса) зимой 1996–99 гг., т.е. за год до начала и через год после окончания этого интенсивного Эль-Ниньо. Легко видеть, что наиболее резкие изменения происходят в тропической зоне и, в частности, связаны с перемещением и изменением интенсивности внутритропической зоны конвергенции в центральной и восточной частях Тихого океана. Это связано с перегревом поверхности океана, интенсификацией конвекции и резким ростом количества водяного пара в атмосфере (см. на рис. 2 изменения в тихоокеанских тропиках в 1998 г.).

Главные события, связанные с Эль-Ниньо, происходят в тропической зоне, однако посредством телеконнекции (дальних пространственно-временных связей) они тесно связаны с процессами, происходящими в других, заметно отдаленных регионах Земного шара. Так,

например, в годы Эль-Ниньо ослаблены Гонолульский и Азиатский антициклоны и больше, чем обычно развита зимняя Алеутская и Исландская депрессии. Перечисленные антициклоны и депрессии — это крупномасштабные квазистационарные центры действия атмосферы, расположенные над очень удаленными друг от друга регионами: Гонолульский (Гавайский) максимум и Алеутский минимум располагаются над северной частью Тихого океана (к северу от Гавайских и вблизи Алеутских островов, соответственно), Азиатский максимум — над Монгольским плато, а Исландская депрессия — над северной Атлантикой.

В годы Эль-Ниньо увеличивается перенос энергии в тропосферу тропических и умеренных широт. Это приводит к увеличению термических контрастов между тропическими и полярными широтами и к активизации циклонической деятельности в умеренных широтах. Так, например, изучение циклонической деятельности над Тихим океаном показало (данные ДВНИИГМИ, <http://www.primpogoda.ru>), что циклонов в полосе 40-60°с.ш. и антициклонов в полосе 25-40°с.ш. образуется в последующие зимы после Эль-Ниньо больше, чем в предыдущие, т.е. зимние месяцы после Эль-Ниньо характеризуются большей циклонической активностью.

Тропический циклогенез также испытывает влияние Эль-Ниньо, причем не только над акваторией Тихого океана, но и над Атлантикой. Изменяя направление и интенсивность ветров в верхних и нижних слоях атмосферы, Эль-Ниньо влияет на интенсивность и места формирования ураганов. Во время холодной фазы явления, Ла-Нинья, в Атлантике снижается сила ветров, которые обычно прерывают круговое движение урагана, но в восточной части Тихого океана во время Ла-Нинья сила этих ветров, как правило, возрастает. В результате облегчается процесс формирования ураганов над Атлантикой и затрудняется их образование в восточной части Тихого океана — тем самым Ла-Нинья повышает активность ураганов в Атлантическом океане и снижает ураганную активность в Тихом. Замечено также, что во время Ла-Нинья большее число, около 60%, атлантических тропических штормов и ураганов образуется в глубоких тропиках под воздействием африканских восточных волн (эти длинные волны в тропической атмосфере между 5 и 15°с.ш. берут свое начало над Африкой и движутся в восточном зональном потоке через Атлантический океан).

Перемещения внутритропической зоны конвергенции, связанные с Эль-Ниньо

Перемещения зоны внутритропической конвергенции, которая хорошо выражена в поле влажности (см. рис. 2), изучаются на основе анализа результатов микроволнового спутникового мониторинга Земли — глобальных радиотепловых полей из электронной коллекции GLOBAL-Field, несущих информацию об интегральном влагосодержании тропосферы за период 1995–2007 гг. (2 поля в сутки с разрешением 0,5x0,5° по поверхности Земли).

На радиотепловом поле в верхней части рис. 3 отмечены меридианы 30°з.д. в Атлантике и 150°з.д. в центральной части Тихого океана. Перемещение внутритропической зоны конвергенции по широте вдоль этих меридианов в течение 1996 – 2004 гг. показано в средней части рисунка; в нижней его части для сравнения представлено изменение индекса Южного колебания (SOI) за тот же период времени. Перемещение внутритропической зоны конвергенции фиксируется по перемещениям изолиний влагозапаса (соответствие показано на графике для Атлантики изогнутыми линиями).

Легко видеть, что ситуация над Атлантикой более стабильна — перемещения интенсивной области внутритропической зоны конвергенции от года к году не такие значительные, как в Тихом океане. Проявления Эль-Ниньо, в основном, связаны с кратковременным изменением интенсивности в первой половине 1998 г.

Изменения в тихоокеанской части внутритропической зоны конвергенции гораздо более значительны и явно коррелируют с событиями Эль-Ниньо: сильный отклик с заметными перемещениями и изменением интенсивности во время сильнейшего Эль-Ниньо 1997–98 гг. и слабый отклик во время слабого Эль-Ниньо 2002–03 гг.

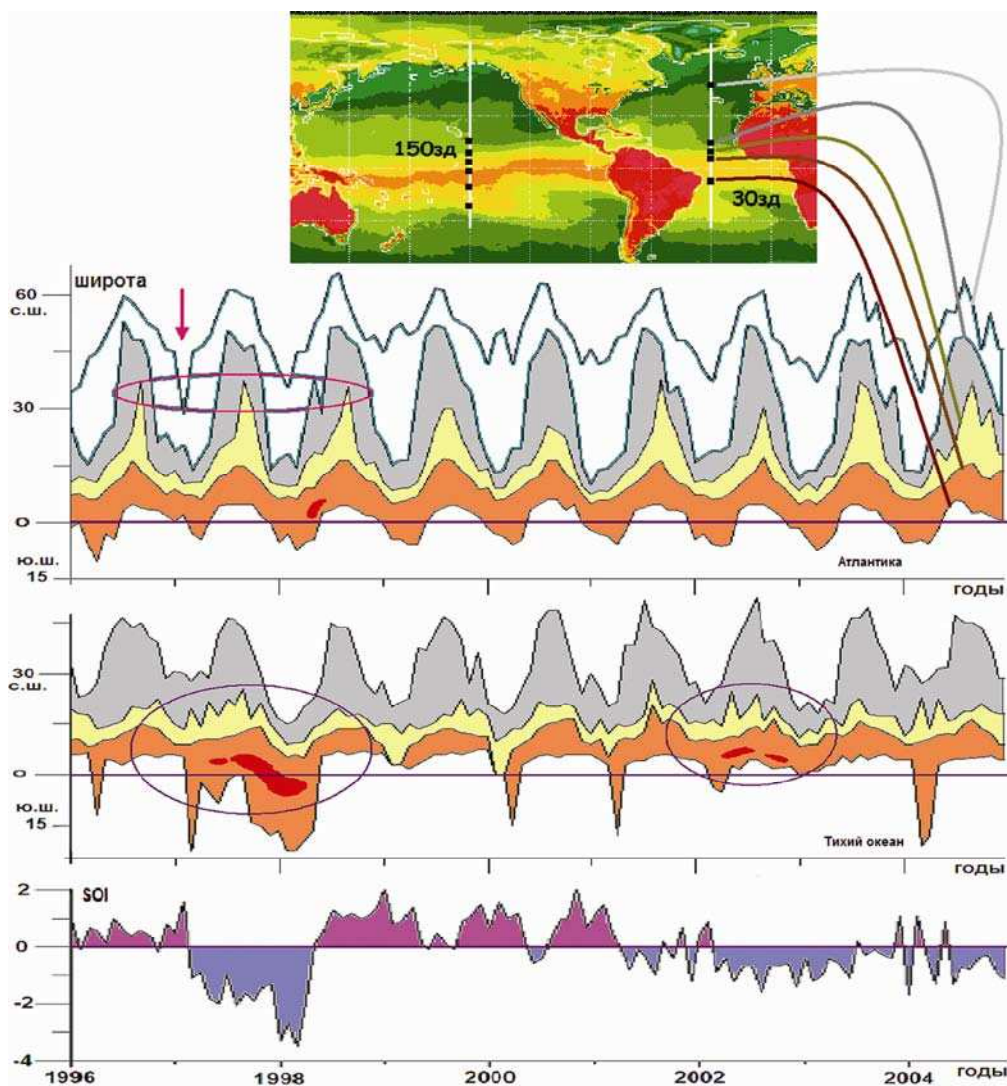


Рис. 3. Перемещение внутритропической зоны конвергенции над акваториями Атлантического (30°з.д.) и Тихого (150°з.д.) океанов

Полученные в результате анализа глобальных радиотепловых полей данные о перемещении по широте и об изменении интенсивности внутритропической зоны конвергенции, часть которых показана на рис. 3, согласуются с изменениями индекса Южного колебания, SOI. Представленные характеристики хорошо отслеживают начало события Эль-Ниньо — так же хорошо, как SOI и индекс Niño 3.4, показанный на рис. 1. Однако ни один из этих параметров не позволяет предсказать "сценарий" развития Эль-Ниньо — будет ли оно катастрофически интенсивным, как в 1997–98 гг. и слабым, как в 2002–03 гг.

Анализ серии глобальных радиотепловых полей показал, что Южном полушарии над акваториями Тихого и Атлантического океанов существуют две области холодного сухого воздуха. В обоих океанах они тесно связаны с квазистационарными атмосферными центрами действия — Южно-Атлантическим максимумом (антициклон острова Святой Елены) и Южно-Тихоокеанским антициклоном (расположен вблизи острова Пасхи). Эти центры действия представляют собой постоянные области повышенного атмосферного давления в субтропических широтах соответствующих океанов и проявляются на средних картах распределения давления в течение всего года, особенно зимой.

Массы холодного сухого воздуха из Антарктики внедряются через эти центры действия в тропические широты обоих океанов. Как показал анализ радиотепловых полей, обычно "языки"

сухого холодного воздуха внедряются глубоко в тропики, особенно над Тихим океаном, где северная часть "языка" достигает экватора и переходит в Северное полушарие, а западная — ~180°з.д. в западной части Тихого океана. Однако в годы Эль-Ниньо Южно-Тихоокеанский центр действия прижимается к западному побережью Южной Америки и "язык" холодного сухого воздуха над Тихим океаном практически исчезает (см. рис. 2).

На рис. 4 представлены графики, показывающие долготу и широту внедрения "языка" сухого холодного воздуха в тихоокеанские тропики на запад и на север, соответственно (показано стрелками на фрагменте радиотеплового поля в верхней части рис. 4). Годовой цикл колебаний долготы и широты внедрения "языка" согласуется с изменениями индекса Южного колебания. Ослабление колебаний совпадает с Эль-Ниньо. Причем глубина внедрения "языка" — форма кривой — уже в начале 1997 г. свидетельствовала о небывалой интенсивности Эль-Ниньо в 1998 г. (отмечено стрелками на рис. 4). Следы Эль-Ниньо 2002–03 гг. также присутствуют на обоих графиках, однако они слабые и свидетельствуют о низкой интенсивности явления.

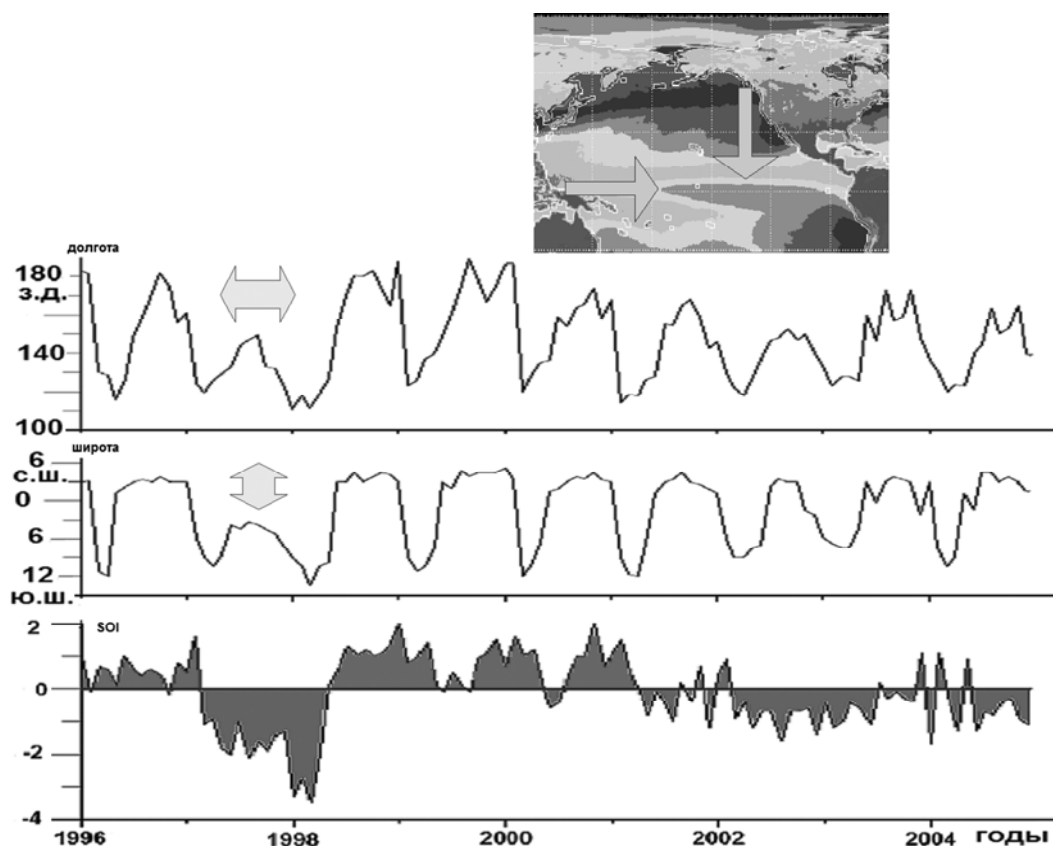


Рис. 4. Долгота и широта внедрения "языка" сухого холодного воздуха в тихоокеанские тропики на запад и на север, соответственно

Таким образом, представлены некоторые результаты изучения проявлений Эль-Ниньо в структуре глобального радиотеплового поля Земли на частотах, отражающих влаго- и водозапас тропосферы. Используются данные микроволнового спутникового мониторинга Земли (глобальные радиотепловые поля из электронной коллекции ИКИ РАН, GLOBAL-Field, построенные на основе полосовых данных приборов SSM/I программы DMSP). Обсуждаются возможности прогноза событий Эль-Ниньо по данным микроволнового мониторинга. Выработан "влажностный критерий" прогноза развития "сценария" развития Эль-Ниньо. Анализ показал, что в качестве предиктора интенсивности Эль-Ниньо более предпочтительным параметром является глубина внедрения "языка" на север, а не на запад.

Литература

1. *Rasmusson M.E., Carpenter T.N.* Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with Southern Oscillation / El Nino // *Mon. Wea. Rev.* 1982. V. 110. P. 354–384.
2. *Bjerknes J.* Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific // *Mon. Wea. Rev.* 1969. V. 97. P. 163–172.
3. *Wyrski K.* (1975) El Nino — the dynamic response of the equatorial Pacific ocean to atmospheric forcing // *J. Phys. Oceanogr.* 1975. V. 5. P. 572–584.
4. *Астафьева Н.М.* Анализ долговременной структуры индекса Южного Колебания и событий Эль-Ниньо // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана*, 1997. Т. 33. № 6. С. 850–859.
5. *Астафьева Н.М., Раев М.Д., Шарков Е.А.* Глобальное радиотепловое поле системы океан – атмосфера по данным микроволновых космических комплексов // *Исследования Земли из космоса*, 2006. № 3. С.64–69.

Monitoring and some possibilities of the phenomenon the El-Nino prediction on the basis of global microwave radio thermal fields of the Earth

N.M. Astafieva

Space Research Institute of RAS

El-Nino events occur in near equator zone of Pacific ocean, however affect on transport and dissipative properties of atmosphere, break a normal cycle of its circulation and often lead to catastrophic consequences in enough remote regions. It is traced on distant communications both on territory and on time (teleconnection process). Probably, El-Nino events are the reason of large-scale anomalies of all climatic process. It is no wonder, that each El-Nino event is a subject of steadfast attention of researchers. Catastrophic for human lives and for economy consequence of an El-Nino cause quite natural desire to study this global phenomenon for it prediction. Search of laws in time dynamics and scenarios El-Nino has shown, that periodicity and scenarios considerably vary in time. In the present work the El-Nino displays in structure of a global radio thermal field of the Earth are investigate on the frequencies containing the information on a troposphere moisture and water stock. Data of microwave remote sensing of the Earth (global radio thermal fields from electronic collection IKI RAS, GLOBAL-Field, <http://www.iki.rssi.ru/asp>, constructed on the basis of strip data SSM/I) are used. Possibilities of the prediction of the development El-Nino events on the basis of microwave monitoring data are discussed. The "moisture criterion" work out for the El-Nino event development's prediction.

Keywords: El-Nino, monitoring and predictions, troposphere moisture, remote sensing, radio thermal field of the Earth.