

Воспроизведение событий Эль-Ниньо и их типов в модели *GFDL CM2.1*

По данным о температуре поверхности океана и приземном атмосферном давлении, полученным с использованием модели *GFDL CM2.1* для периода 500 лет (доиндустриальный сценарий), рассчитаны индексы Эль-Ниньо и Южного колебания и проведено сравнение с восстановленными данными (массив *HadISST*). По этим данным выполнена классификация событий Эль-Ниньо, описаны основные особенности воспроизведения в рамках модели *GFDL CM2.1* событий Эль-Ниньо разных типов.

Ключевые слова: Эль-Ниньо, Южное колебание, модель *GFDL CM2.1*, температура поверхности океана.

Введение

Событие Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) является основным глобальным сигналом в системе океан – атмосфера на межгодовом масштабе, который оказывает воздействие на климат и погоду всех регионов Земли [1]. Исторически каноническое событие Эль-Ниньо (ЭН) связывают с периодическим появлением (1 раз в 2 – 7 лет) интенсивных положительных аномалий температуры поверхности океана (ТПО) у Перуанского побережья на востоке тропической зоны Тихого океана [2]. Исследования событий ЭН, проводимые в последнее десятилетие, свидетельствуют о том, что наряду с каноническими наблюдаются события ЭН другого типа, которые называют по-разному: *Modoki* [3], *Central Pacific* [4], *Warm pool* [5], Эль-Ниньо летне-осеннего типа [6]. Для неканонических событий ЭН характерно появление максимальных аномалий ТПО не на востоке, а в центре тропической зоны Тихого океана, в так называемом районе *Nino-3.4* (5° ю.ш. – 5° с.ш., $120 - 170^{\circ}$ з.д.). При этом реакция тропической атмосферы и характер влияния ЭН на климат и погоду внетропических широт существенно отличаются от воздействия канонических событий [3, 7 – 10].

Несмотря на теоретические исследования и обширный статистический материал, полученный с помощью наблюдательной системы, остаются нерешенными вопросы, касающиеся механизма, эволюции, предсказуемости событий ЭН, их дальних связей [11]. В последние годы для изучения событий ЭН широко привлекаются совместные глобальные модели общей циркуляции атмосферы и океана. Современные модели могут воспроизводить не только климатические поля и годовой цикл, но также межгодовую изменчивость гидрометеорологических характеристик в тропиках без коррекции потоков тепла и влаги на границе океан – атмосфера [12].

Модель *GFDL CM2.1*, разработанная в Геофизической лаборатории динамики жидкости Национального управления океанических и атмосферных исследований (*NOAA*) США, позволяет реалистично воспроизводить события

ЭН [12, 13], а также их типы [14]. Анализ полученных модельных данных продолжительностью до 500 лет дает возможность уточнить классификацию событий ЭН, выявить особенности эволюции событий ЭН разных типов и их дальние связи.

Целями настоящей работы являются: 1) анализ качества воспроизведения индексов Эль-Ниньо и Южного колебания (ЮК) по данным о ТПО и приземном атмосферном давлении, полученным по модели *GFDL CM2.1*; 2) проведение классификации событий ЭН по модельным индексам ЭН и ЮК; 3) оценка качества воспроизведения композитных характеристик разных типов событий ЭН.

Данные и методика

В работе использовались ежемесячные данные о ТПО и приземном атмосферном давлении за 500 лет, полученные в результате контрольного эксперимента по модели *GFDL CM2.1* для так называемого доиндустриального сценария. Термин «доиндустриальный» означает, что использовались фиксированные значения состава атмосферы, площади суши и инсоляции, соответствующие 1860 г. Подробное описание совместной глобальной модели *GFDL CM2.1* представлено в работе [15]. Атмосферная модель *AM2p13* имеет разрешение по пространству $2 \times 2,5^\circ$ и 24 уровня по вертикали. Океанический блок представлен моделью океана, основанной на модели *MOM4*. Данная модель имеет 50 уровней по вертикали; шаг по пространству в высоких и умеренных широтах составляет 1° , а в приэкваториальных районах уменьшается до $1/3^\circ$.

Для сравнения с модельными данными использовались глобальный массив восстановленных данных по ТПО *HadISST* Центра Гадлея (Великобритания) с шагом по пространству $5 \times 5^\circ$ за 1870 – 2009 гг. [16] и индекс ЮК, рассчитанный по данным *BOM* (Метеорологического бюро Австралии) за 1876 – 2009 гг.

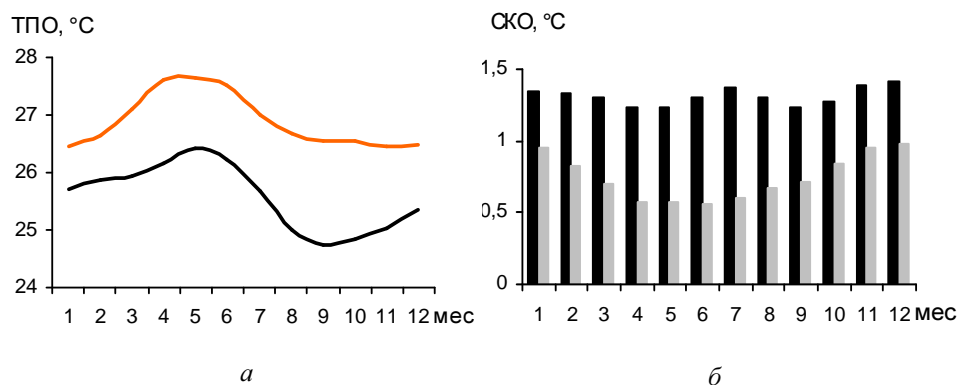
События ЭН были выделены по величине аномалии ТПО в центральном районе экваториальной зоны Тихого океана с использованием методики, подробно описанной в работе [6]. Классификация событий ЭН проводилась с помощью кластерного анализа методом *k*-средних [17] по двум параметрам – индексам ЭН и ЮК.

Результаты и обсуждение

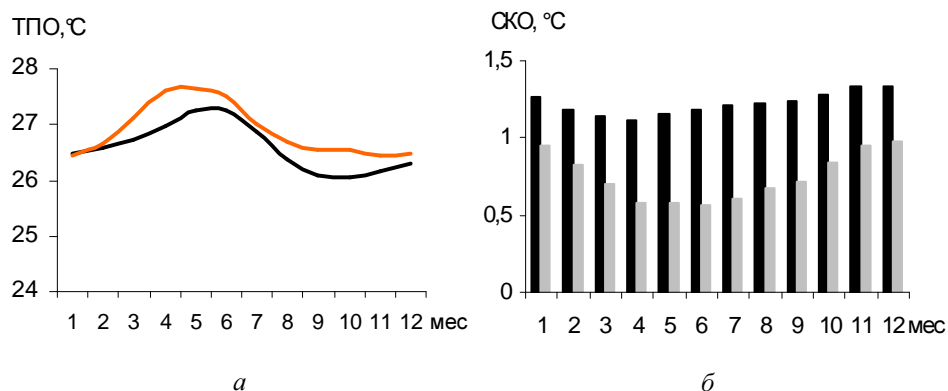
Индекс Эль-Ниньо. В современной научной литературе событие ЭН идентифицируется на основании индекса, который представляет собой осредненную по центральному району Тихого океана, иначе называемому *Nino-3.4* (5° ю.ш. – 5° с.ш., $120 - 170^\circ$ з.д.), аномалию ТПО [2]. Когда эта аномалия превышает некоторую пороговую величину и наблюдается на протяжении пяти и более месяцев, то считается, что развивается событие ЭН. Выбор порогового значения непосредственно зависит от величины среднеквадратического отклонения (СКО) ряда ТПО в районе *Nino-3.4* [2].

Вначале с использованием модельных и восстановленных данных оценивались среднемесячные величины ТПО и их СКО в районе *Nino-3.4*. Анализ графиков, представленных на рис. 1, показал, что модельные среднемесячные величины ТПО для района *Nino-3.4* на $1 - 2^\circ\text{C}$ меньше, чем восстановленные.

Действительно, по сведениям ряда исследователей [12 – 14 и др.], модель *GFDL CM2.1* имеет ряд недостатков, из-за которых область относительно низких значений ТПО в экваториальной зоне Тихого океана (так называемый холодный язык) распространяется западнее, чем это следует из данных наблюдений. Учитывая указанную особенность модели *GFDL CM2.1*, авторы работы [14] для более корректной идентификации событий Эль-Ниньо предложили вместо района *Nino-3.4* использовать район *Nino-3.4m* (5° ю.ш. – 5° с.ш., 170° в.д. – 140° з.д.), расположенный на 20° западнее *Nino-3.4*. Как показано на рис. 2, а, различия модельных многолетних среднемесячных температур (район *Nino-3.4m*) и восстановленных данных массива *HadISST* не превышают $0,5^{\circ}\text{C}$ (за исключением апреля).



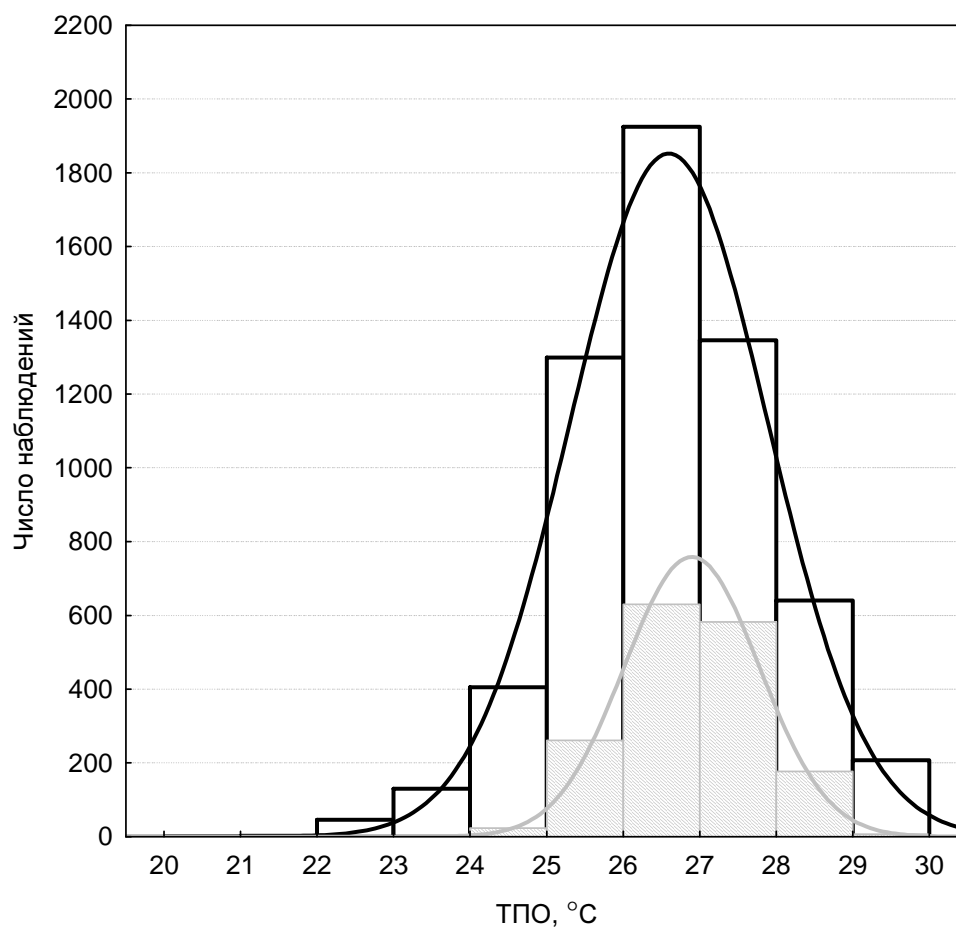
Р и с. 1. Средний многолетний годовой ход ТПО (а) и среднеквадратического отклонения ТПО (б) в районе *Nino-3.4* по данным модели *GFDL CM2.1* (черный цвет) и массива *HadISST* (серый цвет)



Р и с. 2. Средний многолетний годовой ход ТПО (а) и среднеквадратического отклонения ТПО (б) в районе *Nino-3.4m* по данным модели *GFDL CM2.1* (черный цвет) и в районе *Nino-3.4* по данным массива *HadISST* (серый цвет)

Межгодовая изменчивость ТПО по модельным данным, приведенная на рис. 1, б и 2, б, выше, чем по восстановленным данным, особенно в теплую половину года. Подобный результат показан ранее в работе [12]. Это может быть связано как с недостатками модели *GFDL CM2.1*, так и с различием в длине анализируемых рядов (500 и 140 лет). Величина СКО рядов ТПО для районов *Nino-3.4* и *Nino-3.4m*, рассчитанная по 140-летним скользящим временным отрезкам, изменялась в пределах 1,23 – 1,41°C и 1,12 – 1,34°C соответственно. Следовательно, пороговое значение индекса ЭН должно составлять около 1°C (или 3/4 СКО).

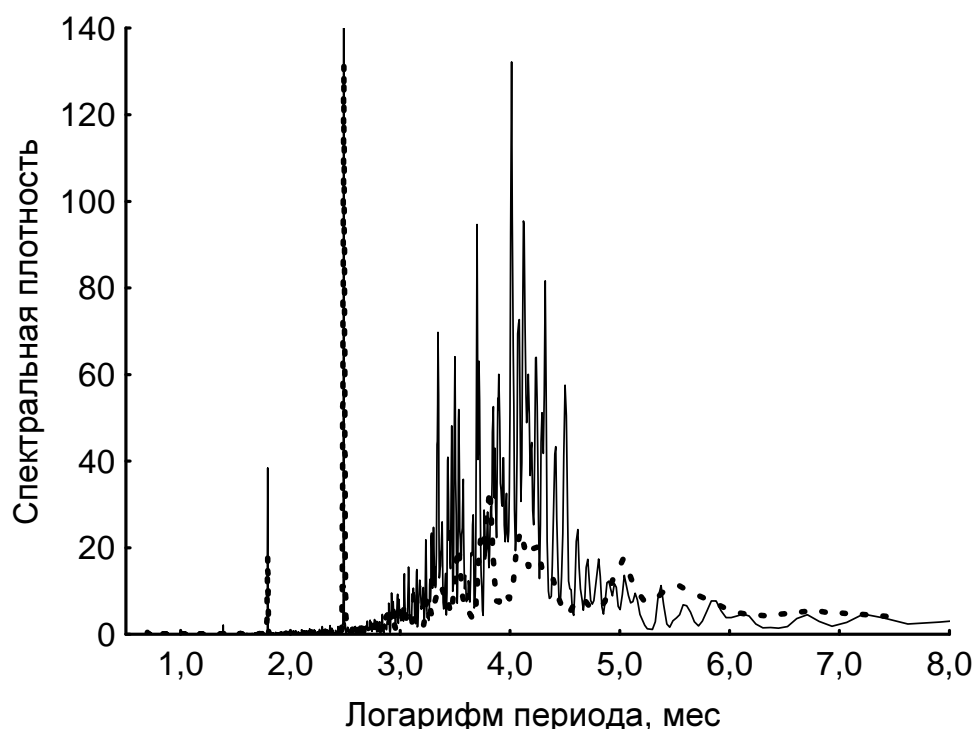
Гистограммы распределения величин ТПО, приведенные на рис. 3, показывают, что модельные данные изменяются в более широком диапазоне: от 22 до 30°C, тогда как данные *HadISST* – от 24 до 29°C. При этом само распределение в обоих случаях близко к нормальному.



Р и с. 3. Гистограммы распределения ТПО по данным модели *GFDL CM2.1* (*Nino-3.4m*, белый цвет) и массива *HadISST* (*Nino-3.4*, серый цвет) (черная и серая линии – кривые теоретического нормального распределения)

В спектре модельной ТПО (район *Nino-3.4m*) в интервале от 2 до 7 лет наиболее мощные пики соответствуют периодам 3,4; 4,7 и 6,2 года, а в спектре

ряда *HadISST* – периодам 3,1; 3,7 и 6,8 года (рис. 4). Хорошо выражены также годовая и полугодовая гармоники. Амплитуда последней по данным модели *GFDL CM2.1* несколько завышена [12, 13], что приводит к искажению формы годового хода ТПО, характеризуемого появлением второго максимума. Данная особенность модели *GFDL CM2.1* также отмечалась в работе [14].

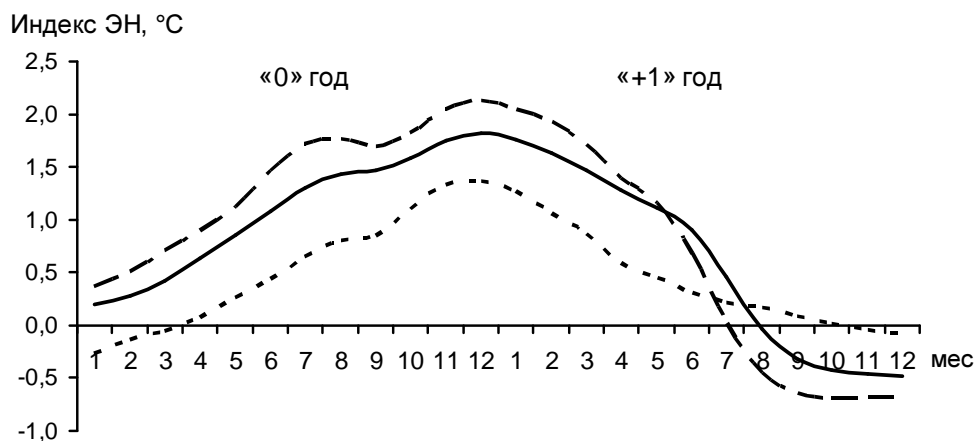


Р и с. 4. Спектры рядов ТПО, построенные по данным модели *GFDL CM2.1* (*Nino-3.4m*, сплошная линия) и массива *HadISST* (*Nino-3.4*, штриховая)

Для выделения событий ЭН в настоящей работе использовался следующий критерий: аномалия ТПО в районах *Nino-3.4* или *Nino-3.4m* превышала 1°C и наблюдалась на протяжении пяти и более месяцев подряд. Всего по данным *GFDL CM2.1* за 500 лет в районах *Nino-3.4* и *Nino-3.4m* было выделено соответственно 91 и 85 событий ЭН, а по данным *HadISST* за 140 лет (с использованием порогового значения $0,6^{\circ}\text{C}$) – 29 событий ЭН.

Временной ход композитного индекса ЭН во время событий ЭН показан на рис. 5. Видно, что данные модели *GFDL CM2.1* на $0,5 - 1,0^{\circ}\text{C}$ превышают данные *HadISST* на протяжении «0» года и первой половины «+1» года. Частично этот факт объясняется разной величиной порогового значения для модельных (1°C) и восстановленных ($0,6^{\circ}\text{C}$) данных при идентификации событий ЭН. Другой характерной особенностью модельных данных является слишком быстрое затухание события ЭН: с июня по август «+1» года величина аномалий ТПО уменьшается примерно на 1°C , тогда как по восстановлен-

ным данным – всего на 0,3°C. Заметим, что на графиках, построенных по модельным данным, хорошо выражен двойной максимум в годовом ходе ТПО.



Р и с. 5. Временной ход композитного индекса Эль-Ниньо, построенного по данным модели *GFDL CM2.1* (районы *Nino-3.4* (штриховая линия) и *Nino-3.4m* (сплошная линия)) и массива *HadISST* (район *Nino-3.4*, пунктирная линия)

Некоторые сравнительные характеристики ТПО в районах *Nino-3.4* и *Nino-3.4m* и событий ЭН по модельным и восстановленным данным представлены в табл. 1. Обращает на себя внимание тот факт, что максимальная интенсивность модельных событий ЭН на 1 – 2°C больше, чем выделенных по восстановленным данным, а средняя продолжительность – на 1 мес больше.

Т а б л и ц а 1

Сравнительные характеристики ТПО и событий Эль-Ниньо в районах *Nino-3.4* и *Nino-3.4m* по модельным и восстановленным данным

Характеристики	<i>GFDL CM2.1</i>		<i>HadISST</i>
	<i>Nino-3.4</i>	<i>Nino-3.4m</i>	<i>Nino-3.4</i>
Средняя многолетняя ТПО, °C	25,6	26,6	26,9
Среднеквадратическое отклонение ТПО, °C	1,42	1,29	0,88
Амплитуда годового хода ТПО, °C	1,7	1,2	1,2
Количество ЭН / период наблюдений, лет	91/500	85/500	29/140
Частота событий ЭН, лет	5,5	5,9	4,8
Средняя продолжительность ЭН, мес	13	13	12
Максимальная интенсивность ЭН, °C	4,73	3,61	2,57

Частота событий ЭН может служить дополнительным критерием контроля правильности выбора порогового значения аномалий ТПО при их идентификации [11]. Согласно восстановленным данным события ЭН наблюдаются в среднем 1 раз в 4,8 года, а по данным моделирования – 1 раз в 5,5 или 5,9 года (табл. 1). Для сравнения авторы работы [14], используя пороговое значение 0,5°C для аномалий ТПО в районе *Nino-3.4m*, выделили 205 событий ЭН за 500 лет. Таким образом, по сведениям этих авторов, ЭН наблюдаются в

среднем 1 раз в 2,5 года. Это заметно отличается от данных наблюдений, следовательно, пороговое значение $0,5^{\circ}\text{C}$ является явно заниженным для идентификации событий ЭН.

Индекс Южного колебания. Индекс ЮК определяется как нормированная разность приземного атмосферного давления на о. Таити и в п. Дарвин (Австралия). Индексы ЮК, рассчитанные по модели *GFDL CM2.1* и данным *BOM*, плохо соответствовали друг другу. Величины коэффициентов корреляции индексов ЮК по месяцам находились в пределах от $-0,2$ до $0,3$ (при разных сдвигах по времени). Для всего многолетнего ряда коэффициент корреляции составил менее $0,2$ (сдвиг по времени не привел к улучшению корреляционной связи). Однако, несмотря на это, согласование полей ТПО и приземного атмосферного давления в модели *GFDL CM2.1* в период событий ЭН хорошо выражено, так как коэффициент корреляции модельных индексов ЭН и ЮК составил $-0,71$. Для сравнения приведем, что коэффициент корреляции этих же индексов, рассчитанный по данным *HadISST* и *BOM* за 140 лет, составляет $-0,83$.

Типизация событий Эль-Ниньо. Большинство современных исследователей выделяют два типа событий ЭН – канонические и неканонические. Однако в работах [6, 18] было показано, что неканонические события можно также разделить на два типа: короткоживущие (5 – 9 мес) и продолжительные (20 – 30 мес). При этом отклики гидрометеорологических полей Атлантико-Европейского региона на короткоживущие и продолжительные события ЭН существенно отличаются друг от друга [9]. Поэтому при проведении кластерного анализа по индексам ЭН и ЮК с целью классификации событий ЭН был сделан вывод о необходимости поиска решения, содержащего 3 кластера.

С использованием данных модели *GFDL CM2.1*, массивов *HadISST* и *BOM* был проведен кластерный анализ методом *k*-средних по двум параметрам – индексу ЭН и индексу ЮК. Полученные композитные характеристики событий ЭН трех разных типов приведены на рис. 6 и в табл. 2.

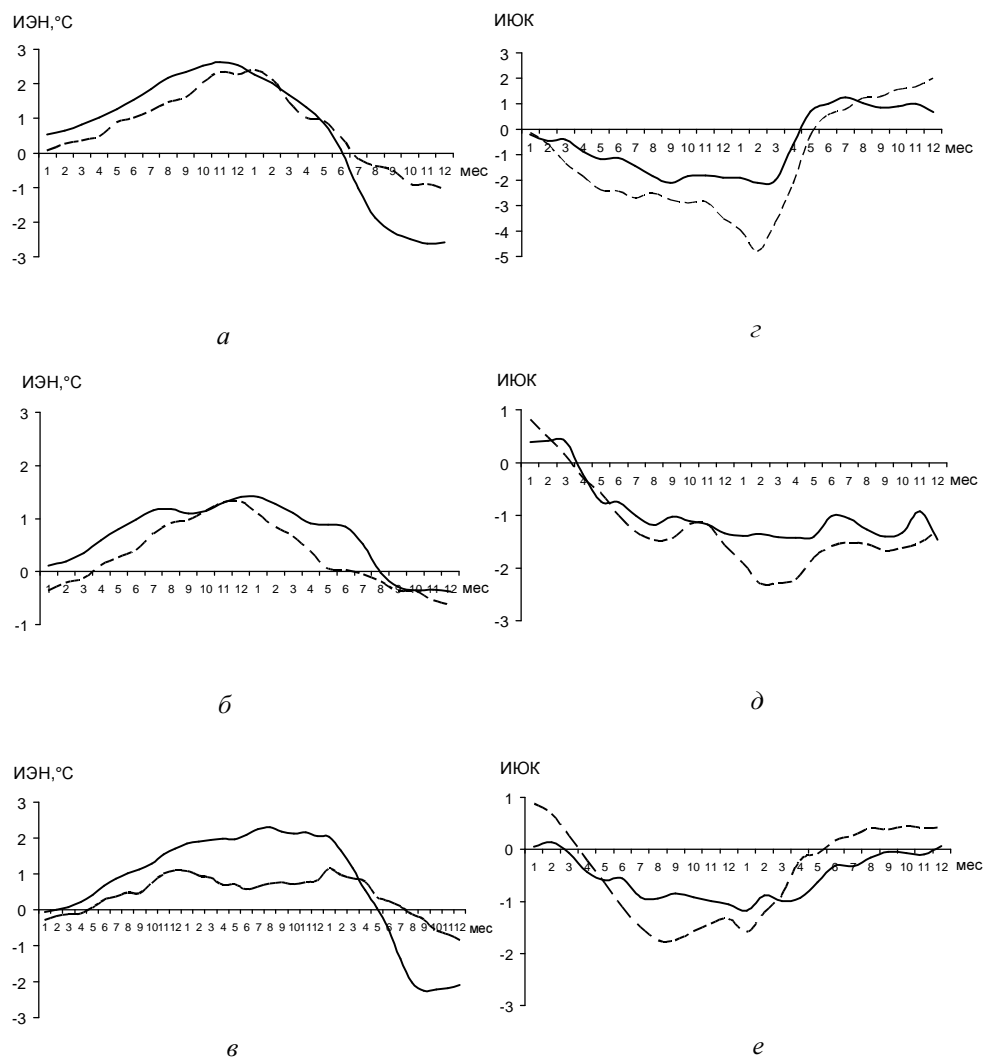
Т а б л и ц а 2

Сравнительные характеристики типов событий Эль-Ниньо по модельным и восстановленным данным

Характеристики	Весенние		Летне-осенние короткоживущие		Летне-осенние продолжительные	
	<i>GFDL</i>	<i>HadISST</i>	<i>GFDL</i>	<i>HadISST</i>	<i>GFDL</i>	<i>HadISST</i>
Время начала, мес	апрель	май	июль	август	сентябрь	октябрь
Средняя интенсивность, $^{\circ}\text{C}$	2,63	2,40	1,42	1,31	2,25	1,10
Средняя продолжительность, мес	13	13	9	7	19	18
Количество событий ЭН данного типа к общему количеству событий ЭН, %	43	38	38	41	19	21

Из трех типов событий ЭН в модели *GFDL CM2.1* лучше всего воспроизводятся весенние (канонические) ЭН. В «0» год различия модельных и восстановленных данных не превышают $0,5^{\circ}\text{C}$, а с января по июль «+1» года –

0,2°C (рис. 6, а). В случае летне-осенних короткоживущих событий очень хорошее совпадение наблюдается с сентября по декабрь «0» года, до сентября и после декабря «0» года различия в величинах модельных и восстановленных аномалий ТПО составляют 0,5 – 0,7°C. На рис. 6, б, в также видно, что по модельным данным значительно завышена амплитуда полугодичного хода ТПО. Это приводит к большим различиям между модельными и восстановленными данными (более 1,0°C), особенно летом «+1» года летне-осенних продолжительных событий. Для этого типа событий ЭН временной ход ТПО воспроизводится хуже, чем для двух других типов.



Р и с. 6. Композитные индексы Эль-Ниньо (ИЭН) (а – в) и Южного колебания (ИЮК) (з – е), рассчитанные по данным модели *GFDL CM2.1* (сплошная линия) и массивов *HadISST* и *BOM* (штриховая линия), для трех типов событий ЭН: весенних (а, з), летне-осенних короткоживущих (б, д) и летне-осенних продолжительных (в, е) (первые 12 мес относятся к «0» году, следующие 12 мес – к «+1» году)

Известно, что события ЭН развиваются на фоне отрицательной фазы ЮК. Временной ход индекса ЮК в период эволюции всех трех типов событий ЭН хорошо воспроизводится в рамках модели *GFDL CM2.1*, хотя по сравнению с данными *ВОМ* величина модельного индекса ЮК по абсолютной величине несколько меньше (рис. б, г, д, е).

Данные табл. 2 позволяют сделать вывод о том, что независимо от типа все модельные события ЭН начинаются на 1 мес раньше. В связи с этим продолжительность неканонических событий ЭН оказывается на 1 – 2 мес больше. Интенсивность воспроизведенных по модели *GFDL CM2.1* весенних и летне-осенних короткоживущих событий весьма незначительно отличается от данных *HadISST*, но для летне-осенних продолжительных событий ее величина завышена более чем на 1°C. Частота повторяемости модельных событий ЭН разных типов приблизительно соответствует данным наблюдений: $\approx 40\%$ – весенние события, $\approx 40\%$ – летне-осенние короткоживущие и $\approx 20\%$ – летне-осенние продолжительные. Незначительные отклонения состоят в том, что в модели *GFDL CM2.1* генерируется на 5% больше весенних событий и на 3 и 2% меньше летне-осенних короткоживущих и летне-осенних продолжительных событий соответственно.

Заключение

Анализ результатов контрольного численного эксперимента для периода 500 лет (доиндустриальный сценарий) по модели *GFDL CM2.1* показал, что события ЭН воспроизводятся достаточно хорошо. Однако обнаружены определенные особенности, которые следует учитывать при интерпретации данных моделирования и проведении дальнейших численных экспериментов с использованием этой модели:

- область относительно низких ТПО в экваториальной зоне Тихого океана сдвинута на запад на 20 – 30° по долготе. Поэтому для идентификации событий ЭН по модельным данным целесообразно использовать район *Nino-3.4m* (5° ю.ш. – 5° с.ш., 170° в.д. – 140° з.д.);

- оценка СКО рядов ТПО для района *Nino-3.4m* завышена в 1,5 раза, в связи с чем для идентификации событий ЭН необходимо использовать пороговые величины аномалий ТПО 0,9 – 1,0°C;

- амплитуда полугодовой гармоника в модельных данных завышена, что приводит к неоправданно высоким величинам аномалий ТПО в летнее время для всех типов событий ЭН;

- средние из максимальных величин аномалий ТПО в центральном районе Тихого океана по данным моделирования завышены на 0,5 – 0,7°C, а максимальная по абсолютной величине аномалия ТПО – на 1,0°C;

- продолжительность модельных событий ЭН в среднем на 1 мес больше, чем наблюдавшихся, так как модельные события ЭН начинаются на 1 мес раньше;

– величина индекса ЮК в период эволюции события ЭН в модели *GFDL CM2.1* ниже, чем по данным наблюдений (атмосферный отклик на события ЭН слабее), хотя согласование полей ТПО и атмосферного давления хорошее.

Тем не менее данные численного моделирования позволяют выделить три типа событий ЭН, композитные характеристики которых (за исключением летне-осенних продолжительных событий) в целом хорошо соответствуют восстановленным данным. Модель *GFDL CM2.1* также воспроизводит различия между типами событий ЭН, поэтому с ее помощью можно исследовать механизм событий ЭН разных типов и их дальние связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alexander M.A., Blade I., Newman M. et al. The atmospheric bridge: the influence of ENSO teleconnections on air–sea interaction over the global oceans // *J. Clim.* – 2002. – 15. – P. 2205 – 2231.
2. Trenberth K.E. The definition of El Niño // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* – 1997. – 78. – P. 2771 – 2777.
3. Ashok K., Behera S.K., Rao S.A. et al. El Niño Modoki and its possible teleconnection // *J. Geophys. Res.* – 2007. – 112. – C11007.
4. Kao H.Y., Yu J.Y. Contrasting Eastern Pacific and Central Pacific types of ENSO // *J. Clim.* – 2009. – 22. – P. 615 – 632.
5. Kug J.S., Jin F.F., An S.I. Two types of El Niño events: Cold tongue El Niño and Warm pool El Niño // *Ibid.* – 2009. – 22. – P. 1499 – 1515.
6. Воскресенская Е.Н., Михайлова Н.В. Классификация событий Эль-Ниньо и погодно-климатические аномалии в Черноморском регионе // *Доп. НАН України.* – 2010. – № 3. – С. 120 – 124.
7. Di Lorenzo E., Cobb K.M., Furtado J. et al. Central Pacific El Niño and decadal climate change in the North Pacific // *Nat. Geosci.* – 2010. – 3. – P. 762 – 765.
8. Mo K.C. Interdecadal modulation of the impact of ENSO on precipitation and temperature over the United States // *J. Clim.* – 2010. – 23. – P. 3639 – 3656.
9. Михайлова Н.В., Воскресенская Е.Н. Атлантико-Европейские проявления событий Эль-Ниньо разных типов // *Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.* – Севастополь: МГИ НАН Украины, 2010. – Вып. 23. – С. 354 – 363.
10. Yu J.-Y., Kim S.T. Relationships between extratropical sea level pressure variations and the Central Pacific and Eastern Pacific types of ENSO // *J. Clim.* – 2011. – 24. – P. 708 – 720.
11. Guilyardi E., Wittenberg A., Fedorov A. et al. Understanding El Niño in Ocean – Atmosphere General Circulation Models: Progress and Challenges // *Bull. Amer. Meteor. Soc.* – 2009. – 90. – P. 325 – 340.
12. Wittenberg A., Rosati A., Lau N. et al. GFDL’s CM2 Global Coupled Climate Models. Part III: Tropical Pacific climate and ENSO // *J. Clim.* – 2006. – 19. – P. 698 – 722.
13. Van Oldenborgh G.J., Philip S.Y., Collins M. El Niño in a changing climate: A multi-model study // *Ocean Sci.* – 2005. – 1. – P. 81 – 95.
14. Kug J.-S., Choi J., An S.-I. et al. Warm pool and Cold tongue El Niño events as simulated by the GFDL 2.1 Coupled GCM // *J. Clim.* – 2010. – 23. – P. 1226 – 1239.
15. Delworth T.L., Broccoli A.J., Rosati A. et al. GFDL’s CM2 Global Coupled Climate Models. Part I: Formulation and simulation characteristics // *Ibid.* – 2006. – 19. – P. 643 – 674.
16. Rayner N.A., Parker D.E., Horton E.B. et al. Global analyses of seasurface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century // *J. Geophys. Res.* – 2003. – 108. – P. 4407 – 4432.

17. Ким Дж.-О., Мюллер Ч.У., Клекка У.Р. и др. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
18. Horii T., Hanawa K. A relationship between timing of El Nino onset and subsequent evolution // Geophys. Res. Let. – 2004. – 31. – P. 1634 – 1648.

* Морской гидрофизический институт НАН Украины,
Севастополь

E-mail: elena_voskr@mail.ru ,
Nataly.Mikhailova@mail.ru

** Лаборатория геофизических и океанографических исследований,
CNES / CNRS / IRD,
г. Тулуза, Франция

Материал поступил
в редакцию 15.12.11

АНОТАЦІЯ За даними про температуру поверхні океану та приземний атмосферний тиск, отриманими з використанням моделі *GFDL CM2.1* для періоду 500 років (доіндустріальний сценарій), розраховані індекси Ель-Ніньо та Південного коливання та проведено порівняння з відновленими даними (масив *HadISST*). За цими даними виконана класифікація явищ Ель-Ніньо, описані основні особливості відтворення в рамках моделі *GFDL CM2.1* явищ Ель-Ніньо різних типів.

Ключові слова: Ель-Ніньо, Південне коливання, модель *GFDL CM2.1*, температура поверхні океану.

ABSTRACT Using the data on sea surface temperature and sea level pressure resulted from the model *GFDL CM2.1* for the 500-year period (pre-industrial scenario), the indexes of El Nino and the Southern oscillation are calculated and compared with the reconstructed data (*HadISST* array). Based on these data the El Nino events are classified and the basic features of simulation of the El Nino events of different types by the model *GFDL CM2.1* are described.

Keywords: El Nino, Southern oscillation, model *GFDL CM2.1*, sea surface temperature.