

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Железновой Ирины Владимировны «Отклик в системе океан-атмосфера на каноническое Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модоки», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – метеорология, климатология, агрометеорология.

Диссертация Железновой И.В. посвящена исследованию различий в отклике глобальной климатической системы на два типа явления Эль-Ниньо, каноническое и, так называемое, Эль-Ниньо «Модоки». Явление Эль-Ниньо представляет собой положительную фазу квазипериодических межгодовых колебаний температуры поверхности экваториального Тихого океана, сопровождающихся аномалиями нагрева атмосферы, региональной и глобальной циркуляции, получивших название Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНЮК). Аномалии температуры в обширной области экваториального Тихого океана, превышающие в течение нескольких месяцев 2-3 °С, оказывают значительное воздействие не только на региональный, но и на глобальный климат. ЭНЮК – ведущая мода глобальной естественной межгодовой изменчивости климата. Достаточно сказать, что аномалия среднегодовой глобальной приземной температуры, связанная с Эль-Ниньо 1997/1998 гг. составила почти 0.2 °С. Хотя существенные отличия между явлениями Эль-Ниньо отмечались давно, статистически обоснованное разделение явлений Эль-Ниньо на канонический тип и тип Модоки было сделано буквально несколько лет назад (в 2007 г.). Это связано с тем, что лишь в последние два десятилетия (за период инструментальных наблюдений) Эль-Ниньо типа Модоки стали происходить значительно чаще, чем раньше. Такие изменения в динамике экваториального Тихого океана и тропической атмосферы сразу привлекли большое внимание, еще более подогревое исследованиями, указывающими на связь участвовавших Эль-Ниньо Модоки с глобальным потеплением. Если, несмотря на беспрецедентные усилия как в теоретических исследованиях, так и в создании уникальной сети мониторинга, механизмы динамики Эль-Ниньо и ее связи с изменениями среднего состояния системы, до сих пор окончательно не определены, то в области определения воздействия различных типов Эль-Ниньо на глобальный климат неопределенность еще значительней. Поэтому тематика диссертации, безусловно, относится к самой передовой области климатических и метеорологических исследований. Предмет исследований также имеет непосредственное отношения к погодно-климатическим процессам на территории России. В конце 1990-х гг., в ИФА им. А.М. Обухова РАН была выявлена связь между Эль-Ниньо и колебаниями уровня Каспийского моря (работы Semenov et al. 1998; Арпе и др. 1999; Арпе et al. 2000). В ряде работ отмечалась возможная связь между Эль-Ниньо и аномальной жарой 2010 г. (напр., Мохов 2011), а также Северо-атлантическим колебанием

(Mokhov and Smirnov 2006). Ранее проведенные исследования не разделяли Эль-Ниньо на явления различных типов. Таким образом, результаты диссертационной работы могут иметь важное практическое значение, особенно в свете возможного преобладания Эль-Ниньо Модоки в будущем. Насколько мне известно, в диссертации Железновой И.В. впервые детально описан отклик атмосферной циркуляции на два типа Эль-Ниньо во всех основных центрах действия атмосферы. При этом, также описаны особенности аномалий вертикальной циркуляции (как зональной, так и меридиональной), что важно для понимания механизмов передачи сигнала в удаленные регионы. Важным результатом являются составленные диссертантом карты аномалий температуры и осадков, характерных для Эль-Ниньо двух типов. Отмечу и анализ данных численных экспериментов с климатической моделью. Такой анализ не только дополнил работу оценкой возможных изменений анализируемых связей, но и свидетельствует об умении диссертанта грамотно работать с современными климатическими моделями. Это очень важный навык в настоящее время, когда климатические модели являются главным инструментом диагностики и прогнозирования динамики погоды и климата.

Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения.

Во введении определяется цель исследования, обосновывается актуальность работы, формулируются цель и задачи, приводятся основные результаты, их научная новизна и практическая ценность. Как замечание, можно отметить, что введение содержит лишь краткую формальную характеристику работы – фактически, идентичную соответствующей части автореферата. Следовало бы больше внимания уделить актуальности исследования и практическому применению результатов, в том числе для диагностики погодно-климатических аномалий на территории России. Поскольку оценки влияния двух типов Эль-Ниньо на аномалии температурно-влажностного режима делались и ранее, следовало бы сделать акцент на описание новизны выносимых на защиту результатов.

В первой главе рассматриваются объекты и предметы исследования: явление Эль-Ниньо, связанные с ним аномалии атмосферной циркуляции и дальние связи. Подробно описываются различные концепции физического описания этого явления. Приведенный обзор демонстрирует определенную широту познаний диссертанта в данной области и способность ясно изложить эволюцию представлений о механизмах формирования Эль-Ниньо. В то же время замечу, что механизмы собственно возникновения Эль-Ниньо не связаны напрямую с тематикой работы и этот раздел можно было бы существенно сократить. Также я не согласен с утверждением, что «до настоящего времени не существует единой гипотезы, объясняющей природу Эль-Ниньо» (стр. 14). Со времен работы Бьеркнеса (1969), понятно, что Эль-Ниньо сопровождается уменьшением наклона термоклина, распространением теплых вод из региона «теплого бассейна» на западе экваториального Тихого океана и ослаблением пассатов. Период инициации связан с западной аномалией ветра и рядом положительных обратных связей, развитие сопровождается распространением океанических волн, что, в совокупности с теми же

обратными связями приводит к затуханию явления. Некоторые представленные различные механизмы, скорее отражают разные типы физико-математической формализации явления Эль-Ниньо. А значительная неопределенность связана с механизмами инициализации явления и детальным описанием обратных связей. Индекс Южного Колебания на стр. 32 определен несколько странно. Обычно он формулируется как разница давления Таити-Дарвин, нормализованная на стандартное отклонение этой разности. К тому же такой индекс (ф. 1.1, стр. 32) является размерным. При обсуждении механизмов удаленного отклика (стр. 43) следовало бы подробнее остановиться на результатах работы Trenberth et al. (1998) «Progress during TOGA in understanding and modeling global teleconnections associated with tropical sea surface temperatures», поскольку удаленный отклик в средних широтах во многом связан именно с волновым механизмом. В диссертации цитируются работы Е.И. Воскресенской. В ее группе также была выполнена классификация событий Эль-Ниньо (диссертация Н.В. Михайловой) с выделением трех типов событий: весенние, летне-осенние продолжительные и летне-осенние короткоживущие. Известно ли диссертанту о такой классификации и как она отличается от рассматриваемых в работе двух типов Эль-Ниньо?

Во второй главе описаны используемые данные и методика исследований. К методике есть несколько вопросов. В работе используются региональные индексы циркуляции по 31 контуру в различных регионах Земного шара (в целом соответствующим центрам действия атмосферы) (раздел 2.2). В чем преимущество этого метода по сравнению с использованием, скажем, аномалий полей геопотенциала или завихренности (интеграл которой по площади, собственно, равен циркуляции)? Ведь границы центров действия также могут смещаться при воздействии Эль-Ниньо. В разделе 2.4 приведены пороги значимости для анализируемых корреляций (таблица 2.2, при этом не указано, каков, собственно, этот порог). Эти значения, как правило, равны 0.2-0.3. Такие величины (при уровне значимости 0.1) соответствуют примерно 50-40 независимым наблюдениям. Откуда может быть такое количество независимых значений, учитывая, что композиты состояли из 6-8 явлений и применялось 13-месячное скользящее сглаживание? Каков радиус автокорреляции рядов, который упоминается на стр. 57? В разделе описания модели (2.7) не приведено ни одной ссылки на модель и ее применение. В формулах 4 и 5 (стр. 55) опечатки. В обоих выражениях, для уравнения Пуассона (4) и дивергенции (5) справа написана дивергенция с обратным знаком.

В третьей главе обобщены особенности удаленного отклика на два типа Эль-Ниньо в полях приземной температур и осадков. Результаты представлены в виде карт. Данный результат я считаю весьма важным, поскольку составление таких карт требует не только проведения статистического анализа, но и высокого уровня экспертизы полученных статистических результатов в сопоставлении с ранее известными закономерностями и оценкой их значимости. Как указывается, полученные карты существенно отличаются от сделанных ранее оценок (стр. 68). Следовало бы более подробно остановиться на этих различиях. В качестве главного замечания отмечу излишнее количество текста,

посвященного описанию особенностей отклика, представленного на картах (стр.72-81). Вместо избыточно детального описания, следовало бы более подробно рассказать о методике регрессионного анализа (стр. 69) и объяснить, например, почему невозможно однозначно разделить Ла-Нинья на два типа, как утверждается на стр. 70.

Четвертая глава посвящена композитно-корреляционному анализу особенностей связей между Эль-Ниньо двух типов и аномалиями атмосферной циркуляции. Достоинством проведенной работы является совместный анализ вертикальных ячеек экваториальной зональной циркуляции, меридиональной циркуляции Гадлея, которые, помимо переноса сигнала в удаленные регионы, важны для эволюции самого явления Эль-Ниньо, а также глобальной зональной циркуляции и циркуляции в выбранных центрах действия атмосферы на разных уровнях. Выявлен ряд статистически значимых связей, в том числе новых, а также существенные различия в отклике на каноническое Эль-Ниньо и Эль-Ниньо Модоки. Важным, с моей точки зрения, является отмеченное полушарно-асимметричное распространение сигнала в высокие широты для Эль-Ниньо Модоки (контрастирующее с симметричным откликом для канонического Эль-Ниньо), а также различие в отклике Тихоокеанско-Североамериканской моды изменчивости атмосферной циркуляции. Следует отметить большой объем квалифицированно проведенного анализа и скрупулезное описание полученных результатов. Главным замечанием, пожалуй, является достаточно формальный подход к интерпретации результатов статистического анализа. Как я понимаю, использовалось 13-месячное осреднение исходных рядов. В этом случае связь в пределах радиуса декорреляции, ее убывание или нарастание, могут являться артефактом скользящего осреднения, а не свидетельством инициации некоего физического процесса. Неоднократно описываются отклики с задержкой/опережением на полтора-два года (напр. стр. 130, 141). Во-первых, если, в среднем, Эль-Ниньо случается раз в 4 года, то при таких сроках непонятно, это двухгодичный сигнал от рассматриваемого Эль-Ниньо, или сигнал, предшествующий следующему явлению? А поскольку часто за Эль-Ниньо следует Ла-Нинья, то, возможно, это уже эффект Ла-Нинья? Во-вторых, непонятно, какой механизм может объяснить отклик с задержкой в 1.5-2 года (не говоря об опережении на такие же сроки). На стр. 121 отмечается, что знак корреляции (указывающий на причинно-следственную связь) между циркуляцией и индексом Эль-Ниньо меняется в различных регионах. Таблица 4.3.2а говорит о том, что такое изменение знака случается даже в соседних регионах. Т.е. ряд полученных связей физически невозможен, или, точнее, свидетельствует не о связи между Эль-Ниньо и циркуляцией, а об их связи с некоторым третьим фактором. На стр. 86 говорится о распространении сигнала со скоростью 1-2° широты в месяц. Это, наверное, опечатка? На рисунках с вертикальной циркуляцией не указаны масштаб векторов и расшифровка используемой цветовой гаммы. Неплохо было бы показать статистическую значимость аномалий. В таблице 4.3.1 не указана размерность.

В пятой главе рассматриваются отличия характеристик циклонической активности в периоды явлений Эль-Ниньо двух типов. Главным образом, исследуются

характеристики тропических циклонов. Выявлен ряд статистически значимых отличий характеристик (число, продолжительность, дат начала и окончания сезона) тропических циклонов для различных типов Эль-Ниньо. Отмечу обнаруженное важное (в том числе с практической точки зрения) различие, связанное с ослаблением циклогенеза в Северной Атлантике во время Эль-Ниньо Модоки. В этой главе также анализируется динамика Перуанского струйного течения (ПСТ). Сама диагностика этого явления, сделанная в работе является интересной и позволяет глубже понять механизмы формирования ПСТ. Далее делаются выводы о влиянии двух типов Эль-Ниньо на синоптический механизм формирования ПСТ. Замечу, что при этом анализируется лишь по одному явлению Эль-Ниньо каждого типа, причем в качестве канонического Эль-Ниньо выбрано явление 1997/1998 гг., самое сильное с начала XX века, так называемое «супер Эль-Ниньо», которое само существенно отличается от среднестатистического канонического Эль-Ниньо. Поэтому я бы не обобщал результаты такого анализа на рассматриваемые типы Эль-Ниньо.

В шестой главе анализируются результаты расчетов с глобальной климатической моделью с целью исследования изменений отклика на явления Эль-Ниньо при глобальном потеплении. Это важная часть работы, не только, и даже не столько потому, что такой анализ позволяет оценить возможные изменения погодно-климатических аномалий, связанных с Эль-Ниньо при продолжающемся глобальном потеплении, но еще и потому, (как я уже отмечал выше), что демонстрирует умение диссертанта квалифицированно анализировать данные модельных расчетов. Это очень важное качество для специалиста в области метеорологии и климатологии. Дело в том, что климатические модели демонстрируют сильный разброс как в характеристиках Эль-Ниньо для современного климата, так и очень большую неопределенность в эволюции этих характеристик при глобальном потеплении (напр. Guilyardi, E. et al., 2012: A first look at ENSO in CMIP5. CLIVAR Exchanges No. 58, 17, No.1). Отмечу также, что хотя практически все модели во второй половине XX воспроизводят уменьшение зонального градиента температуры, наблюдения говорят об обратном (Meng et al. 2012; Solomon and Newman 2012; L'Heureux et al. 2013; Sohn et al. 2013). Главным выводом, полученным в результате анализа модельных данных, является ослабление (не столь ярко выраженное для Эль-Ниньо Модоки) влияния Эль-Ниньо на зональную и региональную циркуляцию. В качестве замечания отмечу не относящееся напрямую к тематике главы описание валидации модели на предмет воспроизведения внутри-тропической изменчивости.

Сделанные критические замечания не умаляют достижений диссертанта, а скорее свидетельствуют об актуальности проблемы.

Ряд важных и новых результатов диссертации отмечен выше при обсуждении содержания отдельных глав. Достоверность результатов исследования и корректность сформулированных обобщений и выводов не вызывает сомнений. Они обеспечиваются большим объемом обработанных данных наблюдений и реанализов, обоснованным

применением методов статистического анализа, комплексным исследованием различных типов 3-х мерной циркуляции атмосферы.

Работа прошла апробацию на международных и отечественных конференциях и семинарах, по теме диссертации опубликовано 7 работ, в том числе 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК. Публикации отражают основное содержание диссертации. Выводы по результатам работы обоснованы, полностью соответствуют ее целям и положениям, выносимым на защиту. Диссертационная работа хорошо структурирована и иллюстрирована, написана грамотным и ясным языком. Автореферат работы полностью отражает ее основное содержание, научную новизну, практическую значимость и выводы. По объему выполненных исследований, научной новизне и практической значимости работа отвечает всем требованиям ВАК Минобрнауки РФ.

Результаты работы могут найти практическое применение в научных учреждениях Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России и Российской академии наук, занимающихся диагностикой и моделированием погоды и климата.

Оценивая диссертацию Железновой И.В. в целом, можно заключить, что она является законченным научным исследованием и по своему содержанию, актуальности, научной новизне, достоверности и практическому значению полученных результатов соответствует требованиям 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842), а ее автор - Железнова Ирина Владимировна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.30 – «метеорология, климатология, агрометеорология».

Официальный оппонент:

Ведущий научный сотрудник Лаборатории теории климата
ФГБУН Института физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН

Доктор физико-математических наук

Владимир Анатольевич Семенов

Подпись официального оппонента заверяю

Зав. Отдела кадров и делопроизводства

ФГБУН Институт физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН

30 апреля 2015г.



Наталья Викторовна Шнипко