

ологічних видів (V від 55,90 до 146,79 %) і забруднення та виснаження ґрунтів (V від 35,33 до 129,74 %).

Низький рівень узгодженості оцінок гостроти екологічної проблеми свідчить про недостатню обізнаність населення щодо її значення та наслідків. Отже, на проблеми втрати біорізноманіття, радіаційного забруднення, деградації ґрунтів необхідно звернути особливу увагу в процесі екологічного виховання та освіти населення загалом і студентської молоді зокрема.

Висновки. Опитування студентської молоді з різних міст України засвідчило, що в ряду соціальних, економічних і екологічних проблем України проблеми довкілля сприймаються як найбільш гострі. На цю оцінку практично не впливає стать, фах і місце проживання респондента. Натомість існують регіональні відмінності у сприйнятті гостроти різних екологічних проблем України та регіону свого проживання. Встановлено, що крім проблеми накопичення сміття і відходів, решта екологічних проблем вважаються респондентами більш важливими для України, ніж для свого регіону. Простежується залежність між оцінкою гостроти певної екологічної проблеми з формою її сприйняття: проблеми, які мають своє візуальне образне вираження, сприймаються як більш небезпечні. Натомість проблеми, які сприйма-

ються переважно на когнітивному рівні, недооцінюються.

ЛІТЕРАТУРА

1. Горб К. Н. Дикая природа в оценках населения Украины: общая концепция и первые результаты перцепционно-географического исследования / К. М. Горб, В. А. Сесин // Гуманитарный экологический журнал, спецвыпуск. — 2001. — Т. 3. — С. 45 — 61.
2. Європейська ландшафтна конвенція // Відомості Верховної Ради. — 2005. — № 51. — ст. 547.
3. Керівні принципи сталого просторового розвитку Європейського континенту, прийняті на 12-ій Сесії Європейської конференції міністрів, відповідальних за регіональне планування, 7 — 8 вересня 2000 р. в Гановері. — К.: Обрії, 2007. — 39 с.
4. Мезенцев К. В. Суспільно-географічне прогнозування регіонального розвитку / К. В. Мезенцев. — К.: ВПЦ “Київський університет”, 2005. — 253 с.
5. Паніна Н. В. Технологія соціологічного дослідження / Н. В. Паніна. — К.: Наук. думка, 1996. — 232 с.
6. Прохоров Б. Б. Условия жизни населения и общественное здоровье / Б. Б. Прохоров, И. В. Горшкова, Е. В. Тарасова. // Проблемы прогнозирования. — 2003. — №5. — С. 127 — 139.
7. Руденко Л. Г. Концепція збалансованості розвитку і якості життя населення / Л. Г. Руденко, І. В. Гукалова. // Укр. геогр. журн. — 2005. — № 2. — С. 44-50.
8. Хлобистов Є. В. Теоретичні аспекти соціально-економічного дослідження екологічної безпеки / Є. В. Хлобистов. // Економіка України. — 2002. — №6. — С. 70-76.

Надійшла до редколегії 24.10.2011

УДК 551.510.534:911.2

А. В. ХОЛОПЦЕВ, д. геогр. наук, М. П. НИКИФОРОВА

Севастопольский национальный технический университет

ОСОБЕННОСТИ ОТКЛИКОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА В ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ НА ИЗМЕНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ ЗОНЫ ТИХОГО ОКЕАНА

Основываясь на современных представлениях о факторах пространственно-временной изменчивости общего содержания озона в земной атмосфере, представляется вероятным, что причиной возникновения областей высокой корреляции, расположенных в восточном полушарии (над Индийским океаном и Африкой) может являться существование взаимосвязи между изменениями поверхностных температур в восточных секторах тропических зон Тихого и Атлантического океанов.

Ключевые слова: общее содержание озона, изменение температуры, пространственно-временная изменчивость, экваториальная зона, Тихий океан

Холопцев О.В., Никифорова М. П. ОСОБЛИВОСТІ ВІДГУКІВ РОЗПОДІЛУ ЗАГАЛЬНОГО ВМІСТУ ОЗОНУ У ЗЕМНІЙ АТМОСФЕРІ НА ЗМІНИ ПОВЕРХНЕВИХ ТЕМПЕРАТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО СЕКТОРА ЕКВАТОРІАЛЬНОЇ ЗОНИ ТИХОГО ОКЕАНУ

Ґрунтуючись на сучасних уявленнях про фактори просторово-часової мінливості загального вмісту озону в земній атмосфері, представляється ймовірним, що причиною виникнення областей високої кореляції, розташованих в східній півкулі (над Індійським океаном і Африкою) може бути існування взаємозв'язку між змінами поверхневих температур в східних секторах тропічних зон Тихого і Атлантичного океанів.

Ключові слова: загальний вміст озону, зміна температури, просторово-часова мінливість, екваторіальна зона, Тихий океан

Holoptsev A., Nikiforova M. RESPONSE CHARACTERISTICS OF DISTRIBUTION OF TOTAL OZONE IN THE EARTH'S ATMOSPHERE TO CHANGE THE SURFACE TEMPERATURE OF THE CENTRAL EQUATORIAL SECTOR PACIFIC

Based on current understanding of the factors spatial and temporal variability of total ozone in the Earth's atmosphere, it seems likely that the cause of the high correlation of areas located in the eastern hemisphere (above the Indian Ocean and Africa Coy) may be the link between changes in surface temperatures in the eastern different sectors-tropical zones of the Pacific and Atlantic oceans.

Key words: total ozone, temperature variation, spatial-temporal variability instability, the equatorial zone, a quiet ocean

Особенности пространственно-временной изменчивости потоков ультрафиолетовой радиации, поступающих на поверхность нашей планеты и существенно влияющей на развитие биосферы, существенно зависят от распределения в ее атмосфере общего содержания озона (ОСО) [1]. Поэтому выявление факторов, обуславливающих изменения этого распределения, является актуальной проблемой физической географии и экологии.

Измерения ОСО в земной атмосфере впервые были осуществлены Добсоном (мл.) в п. Ароза (Швейцария), в 1926 г. Аналогичные измерения на территории СССР впервые были выполнены в 1933 г. в г. Купчино группой академика В.Г. Фесенко. Вместе с тем систематический мониторинг пространственно-временной изменчивости распределения ОСО над территорией СССР начался лишь в начале 60-х гг. XX в., после создания сети из 45 озонометрических станций. Две из них располагались вблизи Киева и Одессы. Систематические наблюдения за изменениями ОСО над Украиной впервые начались на них. Ныне здесь действуют озонометрические станции, расположенные также в Феодосии и Львове [1].

Качественно новый этап в развитии системы мониторинга пространственно-временной изменчивости озоносферы начался в 1979 г., после ввода в эксплуатацию системы глобального спутникового мо-

нитинга ОСО, а также Всемирного центра мониторинга ультрафиолетовой радиации и озона, обрабатывающих получаемую от нее информацию. Ныне данные о среднесуточных и среднемесячных значениях ОСО над любой точкой планеты, в т. ч. и Украиной, представлены в Интернете [2].

Согласно современным представлениям о факторах пространственно-временной изменчивости ОСО в земной атмосфере [3], к числу важнейших принято относить процессы, влияющие на расходную часть баланса озона. Это каталитические циклы разрушения озона: хлорный, водородный и азотный. Интенсивности этих процессов определяются реакционными потоками атомарного хлора, радикалов ОН, а также оксидов азота, которые образуются в основном в стратосфере. Указанные реагенты возникают в ней при фотолизе галогенсодержащих веществ и водяного пара, а также при окислении закиси азота. Поскольку упомянутые вещества поступают в стратосферу из тропосферы, а в нее – с подстилающей поверхности, пространственно-временная изменчивость ОСО в земной атмосфере во многом обусловлена процессами их образования и переноса в тропосфере [3, 4].

Одним из важнейших источников, поставляющих в атмосферу водяной пар и хлориды (в составе частиц океанических аэрозолей), является поверхность Мирового океана [4]. Поэтому особенности взаимо-

действия океана и атмосферы могут оказывать существенное влияние на пространственно-временную изменчивость ОСО. Наиболее мощная составляющая этого взаимодействия, обусловленная обменом теплом, веществом и механической энергией между поверхностным слоем Тихого океана и атмосферой – процесс Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК) [5].

Впервые ЭНЮК, было описано в 1923 г. Гилбертом Томасом Уолкером, который ввел термины Южная осцилляция, Эль-Ниньо и Ла-Нинья, а также описал зональную конвекционную циркуляцию в атмосфере в приэкваториальной зоне Тихого океана, носящую теперь его имя. Ныне установлено, что среди многочисленных явлений в атмосфере и гидросфере, обусловленных ЭНЮК, присутствуют и изменения распределения в тропосфере над всеми (за исключением Арктического и Антарктического) климатическими поясами нашей планеты водяного пара [5]. Последнее существенно влияет на интенсивность происходящего в соответствующих сегментах тропосферы вертикального обмена веществ, что позволяет допускать возможность существования ощутимых откликов озоносферы на изменения состояния ЭНЮК. К числу подобных откликов может относиться образование в ней сегментов, в которых межгодовые изменения ОСО, а также средних значений поверхностной температуры тех или иных секторов тропической зоны Тихого океана. Существование таких откликов не противоречит современным представлениям о факторах пространственно-временной изменчивости ОСО, и, тем не менее, до сих пор не подтверждено.

Как известно [6], наиболее существенные изменения поверхностной температуры Тихого океана, а также потоков водяного пара, поступающих с его поверхности в тропосферу в экстремальных фазах ЭНЮК, наблюдаются над его сектором, в котором несет свои воды Межпассатное противотечение, уносящие их из теплого тропического бассейна к берегам Мексики. Указанный центральный сектор экваториальной зоны Тихого океана, расположен в квадрате меж-

ду параллелями 5°N и 5°S, а также меридианами 150°W и 90°W. Поэтому, как одну из количественных характеристик состояния ЭНЮК зачастую используют глобальный климатический индекс Nino-3, который оценивается как среднемесячное значение средней температуры поверхности указанной акватории [7].

Межгодовые изменения поверхностной температуры рассматриваемой акватории Тихого океана наиболее ярко выражены с января по март. В фазе Эль-Ниньо значения Nino-3 максимальны, а в фазе Ла-Нинья – минимальны.

Учитывая это, представляется вероятным, что аналогичные особенности могут быть свойственны и откликам распределения ОСО в земной атмосфере на изменения значений Nino-3. Их учет при моделировании пространственно-временной изменчивости ОСО, а также потоков ультрафиолетовой радиации, поступающих на поверхность планеты, мог бы существенно повысить их эффективность. Тем не менее, особенности откликов озоносферы на межгодовые изменения Nino-3 ныне изучены недостаточно.

Учитывая изложенное, объектом исследования в данной работе является межгодовая изменчивость распределения в земной атмосфере среднемесячных значений ОСО, проявляющаяся в различные месяцы.

Предметом исследования были избраны особенности рассматриваемых откликов распределения ОСО в земной атмосфере на изменения поверхностной температуры центрального сектора экваториальной зоны Тихого океана (Nino-3).

Целью данной работы является проверка адекватности гипотезы о существовании подобных откликов озоносферы на межгодовые изменения индекса Nino-3, а также выявление условий, при которых межгодовые изменения ОСО над некоторыми регионами планеты связаны с ними значимо.

Для достижения данной цели исследованы статистические связи межгодовых изменений среднемесячных значений ОСО во всех сегментах земной атмосферы в различные месяцы и временных рядов индекса Nino-3 в месяцы, совпадающие по времени, а также предшествующие им.

Фактический материал и методика исследования

Информация о распределении в земной атмосфере среднемесячных значений ОСО, соответствующих каждому месяцу, начиная с января 1979 г. по декабрь 2010 г., представлена на сайте [2]. Эта информация упорядочена по квадратам размерами $1 \times 1^\circ$ град., что позволило преобразовать ее во временные ряды, соответствующие каждому такому квадрату и каждому месяцу года. Временные ряды среднемесячных значений индекса Nino-3 для различных месяцев получены с сайта [7].

Для достижения цели, поставленной в работе, решены следующие задачи.

1. Анализ статистических связей межгодовых изменений индекса Nino-3 в различные месяцы, а также среднемесячных значений ОСО в каждом сегменте земной атмосферы, соответствующем квадрату указанных размеров, при значениях запаздывания по времени на 0-12 мес.

2. Анализ статистических связей межгодовых изменений среднемесячных значений ОСО в каждом рассматриваемом сегменте атмосферы в различные месяцы, а также изменений индекса Nino-3, при их опережениях на 0-12 мес.

При оценке значимости статистических связей между рассматриваемыми процессами использовался критерий Стьюдента [8].

Значение порога значимой корреляции, соответствующие некоторой достоверности статистического вывода о наличии связи между изучаемыми процессами, рассчитывалось по стандартной методике, с учетом числа их степеней свободы. При этом было установлено, что значения этого порога, соответствующие достоверности 95% и 99% составляют 0,35 и 0,4.

Все результаты корреляционного анализа отображались на контурной карте Мира в проекции [8] в виде изолиний с параметрами -0,5, -0,4, -0,35, 0,35, 0,4 и 0,5.

Результаты и их анализ

При решении первой задачи для каждого месяца выявлены особенности распределения в земной атмосфере ее сегментов, в которых статистические связи межгодовых изменений индекса Nino-3 в различные месяцы, а также ОСО, запаздывающих по от-

ношению к ним на 0-12 мес., являлись значимыми. Установлено, что вид подобных распределений существенно зависит от месяца, которому соответствует рассматриваемый временной ряд Nino-3, а также значения запаздывания по отношению к нему рядов ОСО. Как и ожидалось, весьма мощные отклики озоносферы на изменения Nino-3 выявлены в месяцы с декабря по март. При этом наиболее ярко выраженными они являются для изменений Nino-3 в январе. Особенности выявленных при этом распределений в земной атмосфере сегментов, в которых статистические связи изменений рассматриваемого индекса в январе и ОСО с запаздыванием 0, 3, 6 и 8 мес. приведены на рис. 1А-Г.

Из рис. 1А-Г видно, что обширные сегменты озоносферы, в пределах которых межгодовые изменения ОСО и индекса Nino-3 между собой значимо статистически связаны, существуют при условии, что временные ряды ОСО запаздывают по отношению к рядам Nino-3 не более чем на 10 мес. Достоверность подобного вывода, оцененная по критерию Стьюдента, существенно превосходит 0,99 (значение 99% порога равно 0,4).

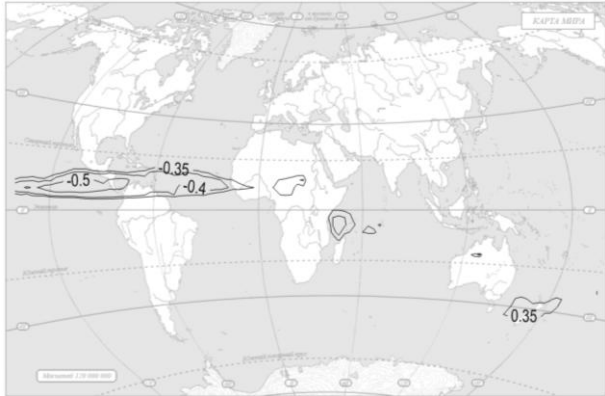
Расположение и размеры этих сегментов существенно зависят от месяца, которому соответствует рассматриваемый ряд Nino-3. Особенности рассматриваемых откликов озоносферы существенно зависят от величины временного сдвига между рядами Nino-3, а также ОСО.

Как следует из рис. 1А, при отсутствии запаздывания (временные ряды ОСО также соответствуют январю) сегменты озоносферы, в которых имеет место значимая корреляция изменений ОСО с изменениями средних температур поверхности Тихого океана в центральном секторе его экваториальной зоны (Nino-3), расположены как в тропической зоне планеты, так и за ее пределами.

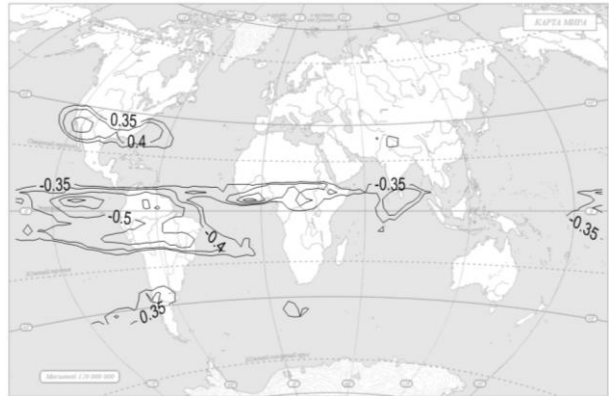
В тропической зоне первая область расположена в Северном полушарии, между меридианами 150°W и 0°W и параллелями 5°N и 15°N , над северной частью экваториальной зоны Тихого и Атлантического океанов, а также северными регионами Южной Америки. Вторая область расположена в пределах той же зоны на терри-

тории Африки. Третья область расположена в южной части западного сектора тропической зоны Индийского океана (практически симметрично относительно плоскости Гринвичского меридиана). Во всех этих областях корреляция изучаемых процессов

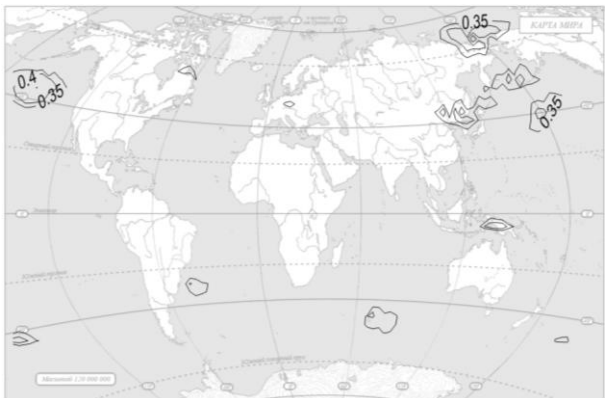
отрицательна, а вывод о наличии статистической связи может быть сделан с достоверностью не ниже 0,99. За пределами тропиков расположена еще одна область значимой положительной корреляции, расположенная в районе Новой Зеландии.



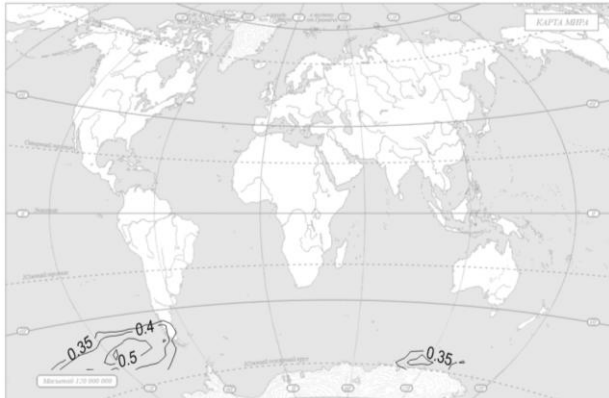
А)



Б)



В)



Г)

А – ОСО январь, Б – ОСО апрель, В – ОСО июль, Г – ОСО сентябрь

Рис. 1 – Распределения значений коэффициента корреляции межгодовых изменений ГКИ Nino-3 в январе, а также среднемесячных значений ОСО за ряд месяцев

При увеличении значения запаздывания временных рядов ОСО до 3 мес. все области высокой отрицательной корреляции рассматриваемых процессов, расположенные в тропической зоне, сливаются в единую, простирающуюся между меридианами 180°W и 90°E.

Появляются и новые области значимой корреляции, расположенные вне этой зоны. В этом нетрудно убедиться из рис. 1Б, из которого следует, что при запаздывании 3 мес. три области значимой корреляции временных рядов ОСО и индекса Nino-3 располагаются вне тропиков. За пределами тропической

зоны значимая статистическая связь изменений рассматриваемого индекса и ОСО в апреле отмечается в двух областях, расположенных над тропическими зонами конвергенции, симметрично относительно экватора между 35° и 40° параллелями Северного и Южного полушарий, а также меридианами 60°W и 130°W. Области значимой положительной корреляции выявлены также над Гималаями и над океаном, к югу от южной оконечности Африки. В этих областях значения коэффициента корреляции временных рядов ОСО и индекса Nino-3 и

существенно превышают уровень 99% порога по критерию Стьюдента.

При значениях запаздывания временных рядов ОСО по отношению к изменениям Nino-3 в январе от 3 до 6 мес. статистическая связь между этими процессами повсеместно ослабевает. Как видно из рис. 1В, все описанные области постепенно ликвидируются и появляются новые. Из них области, в которых статистическая связь между рассматриваемыми процессами с достоверностью не ниже 0,99 может быть признана значимой, расположены над Чукоткой, Алеутскими островами, Приморским краем России, в северо-восточной части Тихого океана и над о. Новая Гвинея. Во всех упомянутых областях, кроме последней, расположенной почти на экваторе, корреляция положительна.

Небольшие области положительной корреляции, где связь между рассматриваемыми процессами может быть признана значимой с достоверностью выше 0,95, но менее 0,99, выявлены также над южной частью Индийского океана, над Атлантикой к востоку от залива Ла Плата, над Тихим океаном, к востоку от Новой Зеландии, над Чехией и северными побережьями полуострова Лабрадор.

При запаздываниях от 6 до 9 мес. области значимой положительной корреляции, расположенные над прибрежными водами Антарктики в Тихом и Индийском океанах, ощутимо увеличиваются в размерах. Все прочие области пропадают. Как видно из рис. 1Г, наибольшими размерами обладает область высокой корреляции, расположенная в южной части Тихого океана, к западу от пролива Дрейка. Для обеих областей вывод о значимости связи между изучаемыми процессами обладает достоверностью не менее 0,99.

При решении второй задачи установлено, что наиболее существенная и устойчивая статистическая связь временных рядов межгодовых изменений ОСО с опережающими их по времени временными рядами индекса Nino-3 существует при условии, что ряды ОСО соответствуют апрелю, а значения их опережений составляют от 2 до 11 мес.

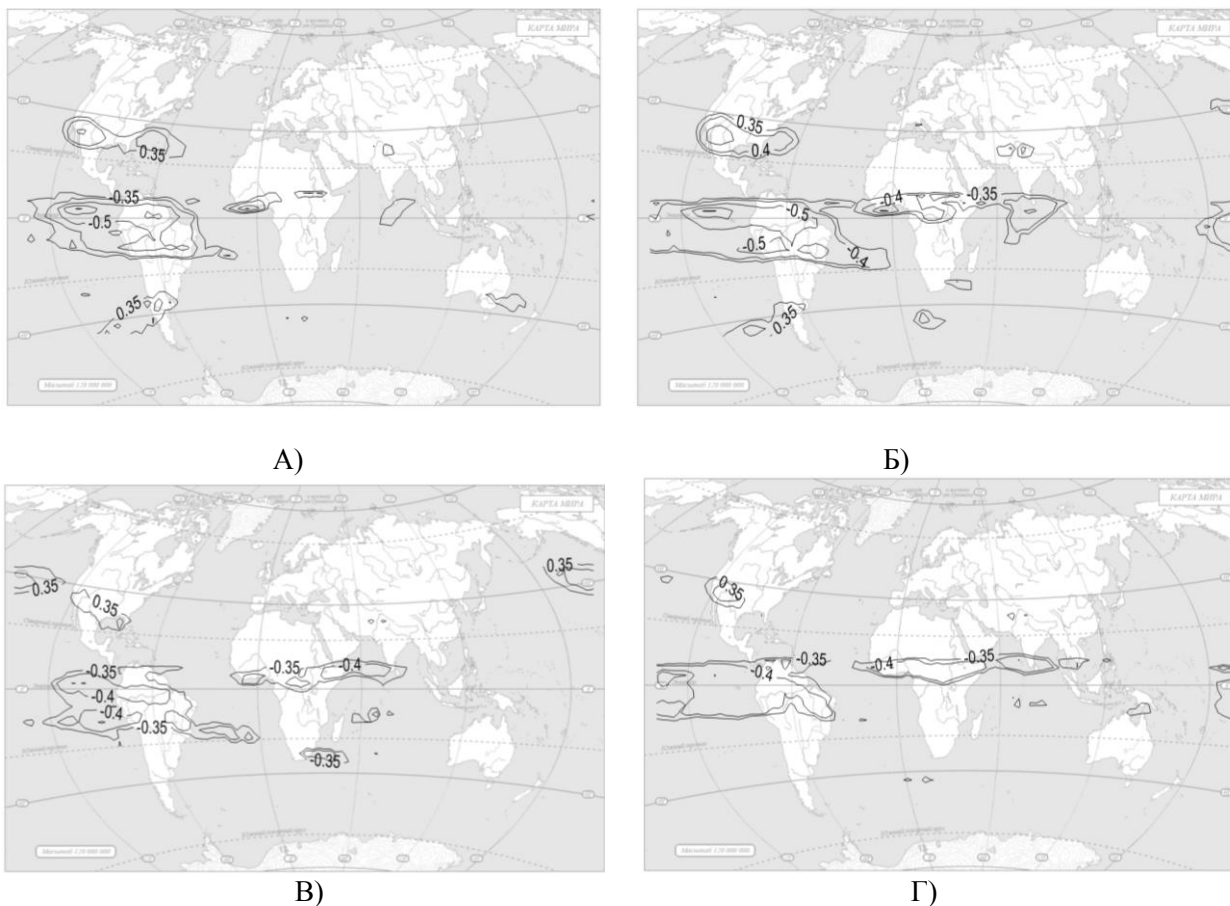
В качестве примеров, на рис. 2А-Г приведены схемы распределения в земной атмосфере областей значимой корреляции рассматриваемых процессов, при условии, что значения опережений составляют 2, 4, 8 и 10 мес.

Из рис. 2А видно, что статистическая связь межгодовых изменений ОСО в апреле, а также среднемесячных значений Nino-3 в феврале (при опережении на 2 мес.) является значимой над несколькими областями, расположенными как в тропической зоне планеты, так и вне ее.

В тропической зоне находится наиболее обширная область значимой корреляции, расположенная в восточном секторе Тихого океана, над Южной Америкой и Атлантикой, между параллелями 10°N и 20°S, а также меридианами 130°W и 15°W. В той же зоне расположены области сильной корреляции над северным побережьем Гвинейского залива, субэкваториальными регионами Африки, а также северной частью Индийским океаном вблизи о. Шриланка. Во всех этих областях корреляция отрицательна, а ее значения по модулю превышают 95% порог по критерию Стьюдента.

За пределами тропической зоны присутствуют области значимой положительной корреляции, которые расположены симметрично относительно экватора, над участками тропических зон конвергенции Северного и Южного полушарий, между меридианами 50°W и 125°W, над Гималаями, а также в Тихом океане к востоку от южной оконечности Австралии.

При опережении временного ряда Nino-3 на 4 мес. расположение областей значимой статистической связи между ним и временным рядом ОСО в апреле практически аналогично, представленному на рис. 1Б и соответствующему опережению на 3 мес. Размеры областей высокой корреляции в тропической зоне планеты максимальны, равно как и соответствующие им значения коэффициента корреляции, существенно превосходящие уровень 99% порога по критерию Стьюдента. Практически таким же остается их расположение и для значений опережения 5 – 8 мес.



А – Nino-3 февраль, Б – Nino-3 декабрь, В – Nino-3 октябрь, Г – Nino-3 август

Рис. 2 – Распределения значений коэффициента корреляции межгодовых изменений ОСО в апреле, а также среднемесячных значений Nino-3 за ряд месяцев

Расположение областей достоверной корреляции рассматриваемых процессов, при условии, что ряд Nino-3 соответствует августу (опережение 9 мес.) отчасти подобно расположению, для опережения на 2 мес. В тропической зоне находится наиболее обширная область значимой корреляции, расположенная над восточным сектором Тихого океана, над Южной Америкой и Атлантикой, между параллелями 10°N и 30°S , а также меридианами 130°W и 0°W . В той же зоне еще одна обширная область расположена субширотно, от северного побережья Гвинейского залива, над субэкваториальными регионами Африки и акваториями Индийского океана до о. Шриланка. В отличие от распределения, отображенного на рис. 2А, вне тропической зоны при рассматриваемом значении опережения две области значимой положительной корреля-

ции располагаются в Северном полушарии, на участке тропической зоны конвергенции между меридианами 170°W и 80°W и одна область в Южном полушарии – к востоку от Южной оконечности Африки. Во всех этих областях корреляция отрицательна, а ее значения по модулю превышают 95% порог по критерию Стьюдента.

Во многом таким же, как следует из рис. 2Г, являются расположения областей высокой корреляции, соответствующие значениям опережения временного ряда Nino-3, 10 и 11 мес. В тропической зоне расположения областей высокой корреляции не изменяются, а за ее пределами их размеры существенно уменьшаются, а многие и вовсе перестают выявляться.

При значениях опережения 12 мес. и более единые обширные области значимой корреляции изменений ОСО и Nino-3 в

тропической зоне планеты распадаются на несколько меньших областей, которые при опережениях на 13 мес. перестают регистрироваться.

Обсуждение

Как следует из изложенного, рассматриваемые реакции озоносферы на изменения поверхностной температуры центрального сектора экваториальной зоны Тихого океана (Nino-3), проявляющиеся в возникновении обширных сегментов озоносферы, в которых изменения ОСО, запаздывающие на несколько месяцев, с ними значимо статистически связаны – существуют.

Общей особенностью рассмотренных результатов является то, что значимая корреляция межгодовых изменений Nino-3, а также среднемесячных значений ОСО во всех областях, расположенных в тропической зоне планеты, является отрицательной, в то время как в областях, расположенных вне ее (как в Северном, так и в Южном полушарии) – положительной. Выявленная закономерность соответствует современным представлениям о структуре общей циркуляции земной атмосферы и роли водяного пара в разрушении стратосферного озона.

Как известно, интенсивность испарения водяного пара с поверхности океана, при прочих равных условиях тем выше, чем выше ее температура, которая также существенно влияет на интенсивность термической конвекции в тропосфере. Вследствие этого, потоки водяного пара и других веществ, участвующих в разрушении стратосферного озона, поступающие в тропопаузу над экваториальной зоной Тихого океана, тем больше, чем выше температура поверхности его акватории, для которой оцениваются значения Nino-3. Благодаря атмосферному переносу в стратосфере часть этих потоков продолжает подъем вверх и увлекается на восток. При этом в соответствующих сегментах стратосферы количество веществ, способных в результате фотоллиза образовывать радикалы ОН, атомарный хлор и другие вещества, разрушающие стратосферный озон, возрастает. В результате этого в данных сегментах над тропиче-

ской зоной Тихого и Атлантического океана, а также тропическими регионами Южной Америки образуются области высокой корреляции Nino-3 и ОСО.

Чем больше значение поверхностной температуры соответствующей акватории Тихого океана (Nino-3), тем меньше значения ОСО в сегментах стратосферы, в которые поступают вещества, образующиеся на ее поверхности. Вследствие этого корреляция рассматриваемых процессов в подобных сегментах отрицательна.

Активизация конвективной циркуляции Уолкера приводит также к усилению нисходящих потоков воздуха в тропических зонах конвергенции Северного и Южного полушарий. Именно к этому приводит повышение поверхностной температуры акватории Тихого океана, для которой оценивается значение индекса Nino-3. В результате увеличение Nino-3 вызывает уменьшение поступающих в стратосферу над указанными зонами потоков водяного пара, и других веществ, участвующих в разрушении стратосферного озона. Как следствие, в соответствующих сегментах стратосферы интенсивность разрушения стратосферного озона уменьшается, а значения ОСО увеличиваются (между изменениями Nino-3 и ОСО имеет место высокая положительная корреляция).

Основываясь на современных представлениях о факторах пространственно-временной изменчивости ОСО в земной атмосфере, представляется вероятным, что причиной возникновения областей высокой корреляции, расположенных в восточном полушарии (над Индийским океаном и Африкой) может являться существование взаимосвязи между изменениями поверхностных температур в восточных секторах тропических зон Тихого и Атлантического океанов.

Для того чтобы этим можно было объяснить выявленные особенности, необходимо, чтобы изменения поверхностных температур в восточных секторах тропических зон этих океанов происходили синхронно и взаимосвязано. Последнее возможно, если взаимосвязанными являются

процессы, обуславливающие нестационарности существующих в них волн Россби, вследствие чего явление ЭНЮК фактически охватывает не только Тихий, но и Атлантический океан. Вопрос о том, какой же механизм обеспечивает подобную межконтинентальную взаимосвязь, нуждается в дополнительном изучении.

Установленное значение запаздывания временных рядов ОСО по отношению к рядам Nino-3, при котором отклик на этот процесс озоносферы (формирование области, в которой изменения ОСО над тропической зоной планеты, ее тропическими зонами конвергенции, а также прибрежными акваториями Антарктики статистически связаны с изменениями данного индекса) является наиболее мощным, составляет 2 – 11 месяцев.

Выявленные закономерности свидетельствуют о целесообразности их учета при моделировании и прогнозировании изменчивости ОСО над многими регионами Мира.

Выводы

1. Отклики озоносферы на изменения поверхностной температуры центрального сектора тропической зоны Тихого океана, представляющие собой ее сегменты, в которых межгодовые изменения ОСО и индекса Nino-3 между собой значимо статистически связаны, существуют.

2. Подобные ее сегменты располагаются как в тропической зоне планеты, так и за ее пределами (в том числе и над Арктикой), как в непосредственной близости от акватории, для которой оценивается значение Nino-3, так и на значительных удалениях от нее – в противоположном полушарии. Последнее позволяет предполагать существование значимых взаимосвязей изменений поверхностных температур в центральных секторах экваториальных зон Тихого и Атлантического океанов (что возможно, если

фактические масштабы явления Южное колебание больше, чем принято считать).

3. Значения запаздываний, при которых рассматриваемые отклики на изменения Nino-3 озоносферы над любыми климатическими поясами планеты являются наиболее мощными, составляют 2 – 11 месяцев.

4. Расположение сегментов озоносферы, в которых выявлена значимая корреляция межгодовых изменений ОСО и Nino-3, соответствует современным представлениям об особенностях общей циркуляции тропосферы и стратосферы нашей планеты, а также процессах определяющих пространственно-временную изменчивость распределения стратосферного озона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Э. Л. Озонный щит Земли и его изменения / Э. Л. Александров, Ю. А. Израэль, И. Л. Кароль, А. Х. Хргиан. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 288 с.
2. <http://www.woudc.org>
3. Груздев А. Н. Пространственно-временная динамика атмосферного озона и связанных с ним газовых примесей: Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. ф.-м. н. / А. Н. Груздев, М.: МГУ им. Ломоносова, 2007. – 48с.
4. Жадин Е. А. Влияние межгодовых вариаций температуры поверхности океана на циркуляцию стратосферы и озоновый слой: Автореф. дис. д. ф.-м. н. / Е. А. Жадин. – М., 2004. – 28 с.
5. Sheinbaum J. Current theories on El Nino southern oscillation: A review / J. Sheinbaum // Geofis. int., 2003. – Vol. 42, No. 3, 15 p.
6. Сидоренко Н. С. Южное колебание – Эль-Ниньо, его последствия и прогноз // Циклы природных процессов, опасных явлений и экологическое прогнозирование. – М., 1991. – вып.1 – С.132 – 137
7. <http://www.esrl.noaa.gov/data/climateindices/list/>
8. Кобзарь А. И. Прикладная математическая статистика. / А. И. Кобзарь // — М.: Физматлит, 2006. — 816 с.

Надійшла до редколегії 6.10.2011