

УДК 911.482 + 551.79.312

Холопцев А. В., доктор геогр. наук, профессор

Шиловская Ю.Е., студент

Севастопольский нац. техн. университет,
кафедра прикладной экологии и охраны труда,
ул. Гоголя 14, Севастополь-53, 99053,
Украина

СВЯЗИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕМПЕРАТУР ОКЕАНИЧЕСКИХ АКВАТОРИЙ, А ТАКЖЕ ТЕМПЕРАТУР ВОЗДУХА И МОДУЛЯ СКОРОСТИ ВЕТРА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ, НАД ЗОНАМИ ИХ ВЛИЯНИЯ

Пространственно-временная изменчивость температур воздуха и скорости ветра в приземном слое земной атмосферы существенно влияет на особенности развития ландшафтной оболочки нашей планеты, на обмен теплом и влагой ее поверхности с атмосферой. К числу наиболее существенных факторов этих процессов во многих регионах суши, являются вариации парникового эффекта в сегментах земной атмосферы. Исследованы особенности природных связей между изменениями среднегодовых значений поверхностных температур океанических акваторий, между температурами воздуха и модулем скорости ветра в приземном слое атмосферы над теми регионами суши, которые расположены в зонах влияния акваторий. Сопоставлена роль усредненных за десятилетие изменений указанных региональных характеристик метеоусловий, выявленных связей, также увеличения содержания в атмосфере парниковых газов, проявляющаяся в регионах с различными типами климата, согласно классификации Б.П. Алисова.

Ключевые слова: изменения, поверхностные температуры океанических акваторий, температуры воздуха, модуль скорости ветра, приземный слой атмосферы, климат, связи.

ВВЕДЕНИЕ

Пространственно-временная изменчивость температур воздуха и скорости ветра в приземном слое земной атмосферы существенно влияет на особенности развития ландшафтной оболочки нашей планеты. Поэтому выявление особенностей влияния на нее различных природных факторов является актуальной проблемой физической географии и геофизики ландшафтов. Изменения рассматриваемых характеристик метеоусловий над территориями, расположенными в зоне влияния некоторой акватории Мирового океана, существенно зависят от особенностей обмена теплом и влагой ее поверхности с атмосферой [1, 2]. В этой связи наибольший практический интерес при исследованиях изменчивости региональных характеристик метеоусловий имеет решение указанной проблемы в отношении такого фактора, как изменения распределения поверхностных температур соответствующих океанических акваторий.

Основой современных представлений о причинах изменчивости характеристик изучаемых процессов являются работы А. Хргиана [3], М. Salby [4], М. Будыко, Ю. Израэля, А. Яншина [5], К.Я.Кондратьева [6], С. Хромова и М. Петросянца [7] и др. Ими установлено, что к числу наиболее существенных факторов этих про-

цессов, происходящих во многих регионах суши, относятся вариации парникового эффекта в соответствующем сегменте земной атмосферы. Такие подходы требуют новых научных разработок, более совершенных и детальных. Следовательно, данная работа является новой и актуальной.

Информация об изменениях распределений поверхностных температур различных регионов Мирового океана в основном содержится в виде соответствующих результатов реанализа. Несмотря на это, особенности связей изменений температурного и ветрового режимов в большинстве регионов Мира с вариациями поверхностных температур океанических акваторий, оказывающих на них наиболее существенное влияние, ныне изучены недостаточно. В результате, учет подобных связей при моделировании и прогнозировании рассматриваемых процессов осуществляется не в полной мере. Поскольку на изменения температур воздуха и модуля скорости ветра в различных сегментах приземного слоя земной атмосферы влияют не только процессы взаимодействия океана и атмосферы, но и многочисленные местные факторы, наибольший теоретический и практический интерес представляет выявление связей между усредненными характеристиками этих процессов. К их числу относятся усредненные за десятилетие среднегодовые значения рассматриваемых характеристик.

Учитывая изложенное, *объектом* данного исследования избраны изменения усредненных за десятилетие, среднегодовых значений температур воздуха и модуля скорости ветра в приземном слое различных сегментов атмосферы.

Предметом исследования являются особенности связи пространственно-временной изменчивости поверхностных температур океанических акваторий, а также рассматриваемых характеристик температур воздуха и модуля скорости ветра в приземном слое атмосферы над зонами их влияния. Для достижения цели работы следовало решить такие основные задачи: а) сформулировать постановку задачи; б) оценить материалы исследований и выбрать методику исследований; в) установить закономерности пространственно-временной изменчивости температур океанических акваторий.

Следовательно, *целью* данной работы является выявление особенностей физико-географических связей между рассматриваемыми процессами, проявляющихся в регионах нашей планеты, с различными типами климата.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В период с начала 80-х годов XX века парниковый эффект в большинстве регионов Мира усиливался, что было вызвано увеличением содержания в атмосфере парниковых газов [8], а также поглощаемого ею потока уходящей тепловой радиации [9]. Данное явление вызывало соответствующие изменения не только температур приземного слоя атмосферы, но и существующих в нем горизонтальных барических градиентов, обуславливающих возникновение ветра. Оно влияло также на характеристики центров действия атмосферы, что приводило к изменениям некоторых особенностей общей циркуляции атмосферы, а также синоптических процессов. В результате этого изменения термического и ветрового режима в различных регионах планеты происходили и происходят взаимосвязано и в той или иной зависимости от изменений распределения поверхностных температур океанических акваторий, оказывающих на них влияние.

Особенности подобной взаимосвязи в каждом регионе определяет его географическое положение. Чем ближе он расположен по отношению к океаническому

району, оказывающему влияние на изменения ее термического и ветрового режима, тем это влияние проявляется более ощутимо. В частности, поэтому в зоне влияния Северной Атлантики проявляется не только зональность, но и секторность климата Евразии, которая проявляется в изменениях его характеристик, по мере удаления к востоку, а влияние муссонов Индийского океана ослабевает по мере удаления к северу [10].

Несмотря на устойчивое увеличение в последние десятилетия содержания в атмосфере парниковых газов, средние поверхностные температуры многих океанических акваторий изменялись в этот период по колебательным законам [9]. В результате этой тенденции изменения температурного и ветрового режима в регионах планеты с различными типами климата изменялись по-разному.

Систематические наблюдения за изменениями рассматриваемых характеристик метеоусловий во многих странах начались после создания в 1856 г. Всемирной метеорологической организации. Наиболее полно особенности данных процессов ныне изучены над сушей, где располагаются все действующие метеостанции планеты.

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для достижения указанной цели и решения заданных задач в качестве фактического материала использованы временные ряды среднегодовых значений температур воздуха и модуля скорости ветра в приземном слое атмосферы над различными пунктами нашей планеты [11]. Эти пункты расположены в разных регионах и широтах планеты с различными типами климата, согласно классификации Б. П. Алисова [12]. Также рассматривались временные ряды результатов реанализа аномалий среднемесячных поверхностных температур различных районов Мирового океана, ограниченных квадратами координатной сетки, размерами $5^\circ \times 5^\circ$, содержащиеся в [13].

Для пунктов, относящихся к региону с определенным типом климата, произведено сглаживание временных рядов рассматриваемых характеристик в скользящем окне продолжительностью 10 лет. Также произведено сопоставление зависимостей полученных при этом усредненных за десятилетие среднегодовых температур и скоростей ветра (далее УДТ и УДВ) от года его начала.

По временным рядам результатов реанализа аномалий поверхностных температур различных акваторий Мирового океана рассчитаны зависимости от года начала такого же скользящего окна значений угловых коэффициентов их линейных трендов. Полученные результаты, соответствующие различным скользящим окнам, отображены на контурных картах с использованием метода триангуляции Делонэ [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

С использованием фактического материала и описанной методики рассмотрены особенности изменений УДТ и УДВ в приземном слое атмосферы над регионами мира с различными типами климата, согласно классификации Б.П. Алисова [12]. Получены тенденции изменения поверхностных температур океанов, в зонах, влияния которых они находятся.

В качестве примера показаны распределения по поверхности северной части Атлантического океана областей величин потепления и похолодания, в которых в периоды 1993-2002 гг. и 2002-2011 гг. происходило потепление и похолодание его поверхностных вод. Из рис. 1А видно, что в период 1993-2002 гг. практически на всей поверхности Северной Атлантики преобладали тенденции к повышению ее среднегодовых температур, что вызывало увеличение потока уходящей длинноволновой радиации, поступающей в атмосферу, а также вносило соответствующий вклад в усиление парникового эффекта.

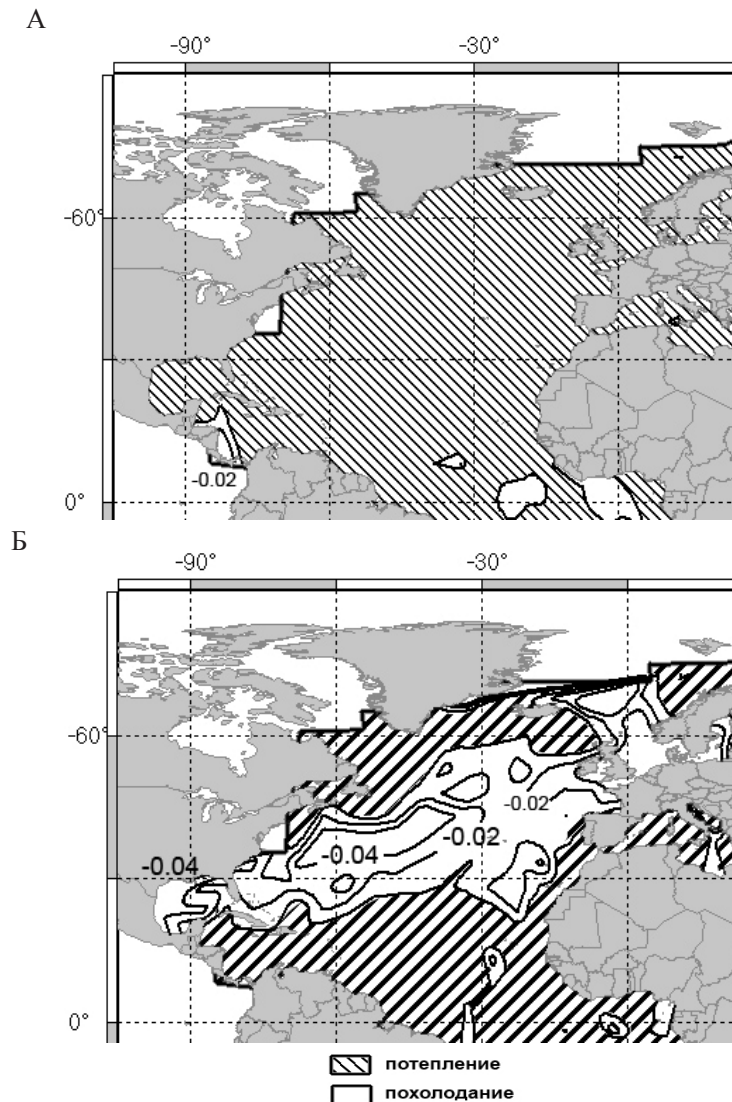


Рис. 1. График распределения по поверхности северной части Атлантического океана областей, в которых в периоды 1993-2002 гг. (А) и 2002-2011 гг. (Б) происходило потепление и похолодание его поверхностных вод.

Из нижнего рис. 1Б следует, что в период 2002-2012 гг. на поверхности акватории Северной Атлантики образовалась обширная область, в которой преобладают тенденции к снижению среднегодовых температур. Причиной упомянутого эффекта, по-видимому, является активизация Канарского апвеллинга. Она обусловлена снижением солености и плотности промежуточных вод Атлантики, принимающих участие в данном процессе, как доказано в [9]. Упомянутая область, расположенная в зоне Западного переноса, пересекает всю Атлантику, достигая западных побережий Европы. А это не может не влиять на метеоусловия в ее регионах.

Наличие подобного воздействия Северной Атлантики на изменения УДТ и УДВ подтверждает рис. 2. Здесь в качестве примера представлены зависимости от времени УДТ и УДВ в приземном слое атмосферы над пунктами Бордо, Глазго и Манчестер, расположенными в регионе Европы, где климат является умеренным морским.

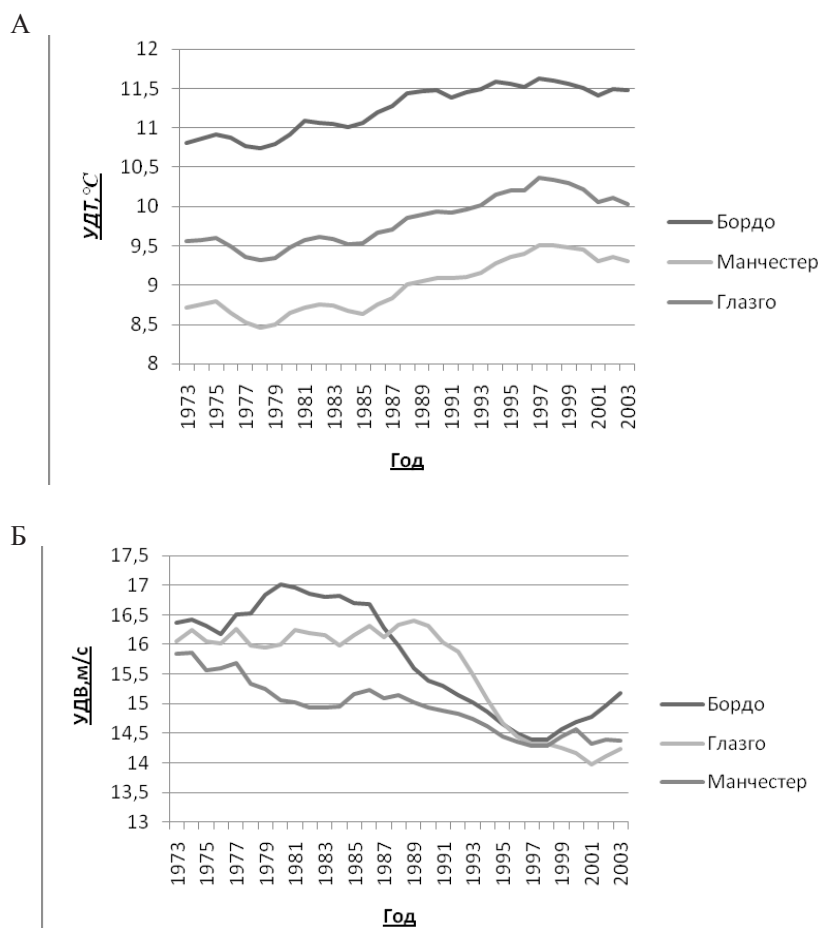


Рис. 2. Зависимости от времени УДТ (А, 1973-2003 гг.) и УДВ (Б, 1973-2003 гг.) приземного слоя атмосферы в пунктах Бордо, Глазго и Манчестер.

Из рисунка 2А следует, что в период, предшествующий десятилетию, начинающемуся с 1996 г., УДТ в приземном слое атмосферы над всеми рассматриваемыми пунктами устойчиво повышались. Как видно из рисунка 2Б, в это же время УДВ здесь снижались. Из тех же рисунков нетрудно заключить, что в период после 1996 г. УДТ в данных пунктах начали снижаться, а УДВ возрастать. Оба рисунка соответствуют представлениям о возможных изменениях барических градиентов в приземном слое атмосферы над районами морских побережий. Причем, одновременно снижаются температуры омывающих их вод акваторий и повышаются температуры суши.

Сопоставление рис. 1 и 2 свидетельствует о том, что перемена тенденции изменений УДТ и УДВ в рассматриваемых пунктах произошла в тот же период, когда изменилось распределение по поверхности Северной Атлантики местоположения тех областей, в которых преобладали те или иные тенденции изменения ее среднегодовых поверхностных температур. Наличие данного эффекта свидетельствует о том, что в указанных пунктах влияние на УДТ и УДВ изменений поверхностных температур прилегающих акваторий Атлантики значимее, чем влияние продолжающегося увеличения содержания в атмосфере парниковых газов. Аналогичные особенности свойственны прочим пунктам Западной Европы, расположенным в регионе, климат которого, по классификации Б.П. Алисова, является умеренным морским. Он обусловлен активным влиянием теплого Северо-Атлантического течения на земли Европы. В регионах Европы, находящихся на больших удалениях от Атлантики и потому обладающих умеренным климатом других типов, влияние похолодания ее поверхности ощущалось в меньшей степени. В этом нетрудно убедиться приведя пример, представленный на рис. 3. Он отражает изменения УДТ и УДВ в пунктах Ивано-Франковск и Ужгород, расположенных в том регионе, климат которого относится к умеренно-континентальному. Как видим из рис. 3А, в рассматриваемом регионе на протяжении всего изученного периода происходило потепление приземного слоя атмосферы. Однако, в период после 1996 г. скорость данного процесса замедлилась. Значения УДВ здесь, в период после 1979 г., устойчиво снижались.

Аналогичные особенности свойственны зависимостям от времени для УДТ и УДВ в большинстве пунктов ($\approx 73\%$) центральной и восточной Европы, расположенных на территориях Германии, Чехии, Польши, Беларуси, западных и центральных регионов Украины, в регионе, климат которого умеренно-континентальный. Данный результат свидетельствует о том, что в рассматриваемом регионе влияние на изменения УДТ и УДВ увеличения содержания в атмосфере парниковых газов является более ощутимым, чем влияние похолодания в Сев. Атлантике. Еще менее существенным является влияние похолодания в Атлантике на изменения УДТ и УДВ там в Европе, где климат является умеренным континентальным. Об этом свидетельствует рис. 4, на котором представлены зависимости от времени УДТ и УДВ для пунктов Донецк, Харьков и Москва, расположенных в указанном регионе.

Как видим (рис. 1 и 4), в пунктах Донецк, Харьков и Москва значения УДТ приземного слоя атмосферы в период 1973-2011 гг. устойчиво возрастали, а значения УДВ в период после 1985 г. устойчиво снижались. Особенно значительное их снижение отмечено в пункте Москва, что свидетельствует о существенном влиянии на барические градиенты в регионе усиления эффекта теплого острова, обусловленного развитием этого мегаполиса.

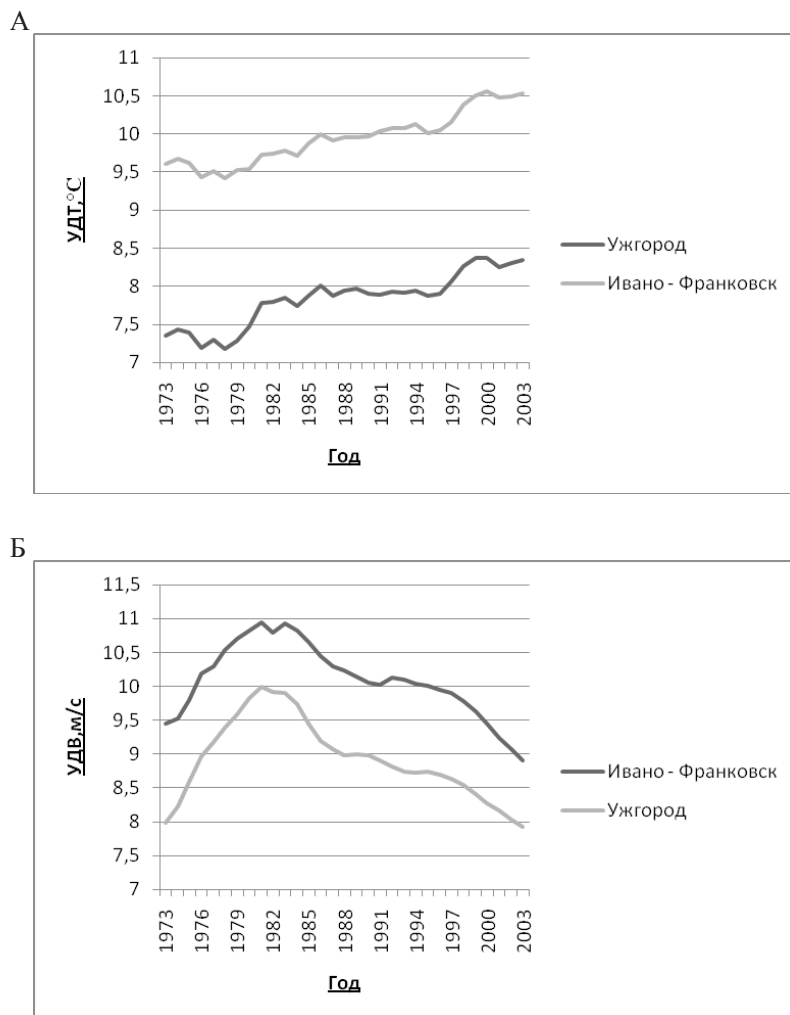


Рис. 3. Зависимости от времени начала десятилетия для УДТ (А — 1973-2003 гг.) и УДВ (Б — 1973-2003 гг.) в пунктах Ивано-Франковск и Ужгород (Украина).

Такие же особенности присущи рассматриваемым процессам и над многими другими пунктами европейской территории России, а также индустриальных восточных областей Украины и мегаполиса Киев. Во многом подобными связями между рассматриваемыми процессами в регионе с умеренным морским климатом они являются в регионах, климат которых относится к различным типам муссонного климата. В этом нетрудно убедиться (рис. 5) на примерах зависимости от времени УДТ и УДВ в приземном слое атмосферы над пунктами Мумбай (Бомбей), Калькутта и Мадрас. Они расположены на побережье п-ова Индостан, в регионе, климат которого, по классификации Б.П. Алисова [12], является ярко выраженным материковым субэкваториальным муссонным.

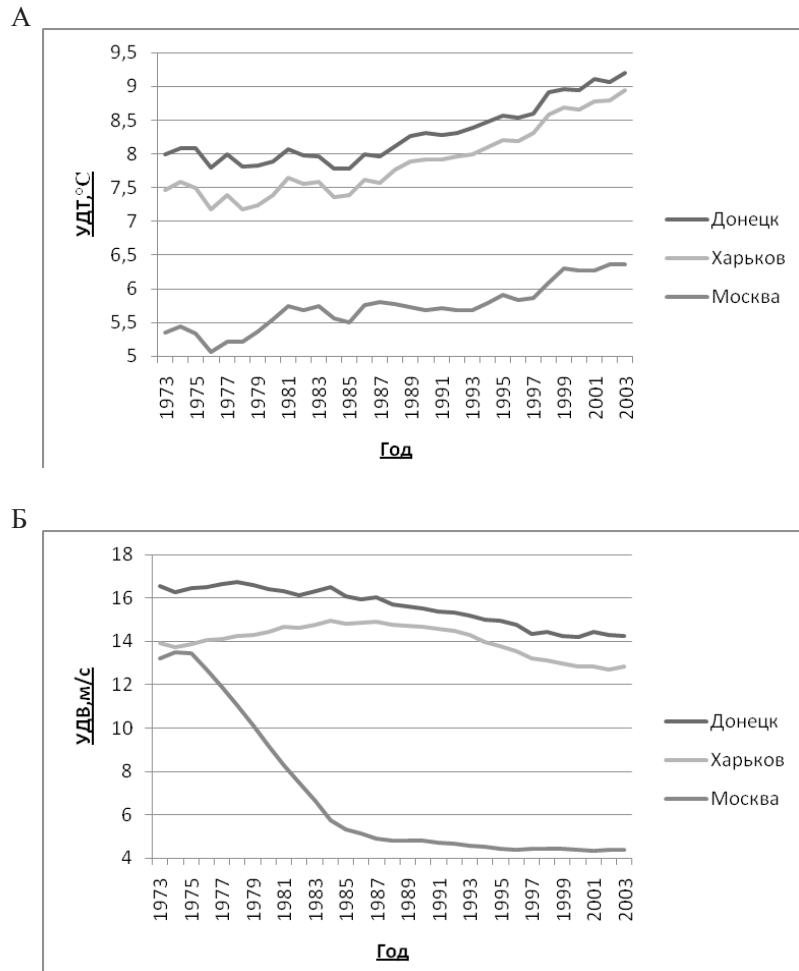
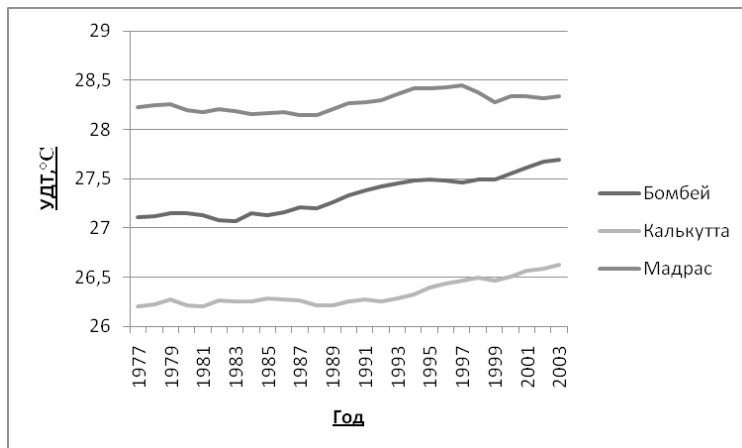


Рис. 4. Зависимости от времени значений УДТ (А) и УДВ (Б) в приземном слое атмосферы над пунктами Донецк, Харьков и Москва для периода 1973-2003 гг.

Как видим (рис. 5), в пунктах Мумбай (Бомбей), Калькутта и Мадрас значения УДТ в период 1973-2011 гг. возрастали, а значения УДВ в них до десятилетия, начинающегося в 1988 г., снижались, а в дальнейшем устойчиво возрастали. Данный результат свидетельствует о том, что влияние на изменения УДТ увеличения содержания в атмосфере парниковых газов в соответствующих районах субэкваториального климатического пояса является преобладающим (столь велик поток уходящей от их поверхностей тепловой радиации). Аналогичные особенности свойственны изучаемым процессам в большинстве других пунктов, расположенных на территории региона Азии с климатом материковым субэкваториальным муссонным, а также экваториальным. В регионах с муссонным климатом других типов, рассматриваемым процессам свойственны особенности, типичные в районах с морским климатом.

А



Б

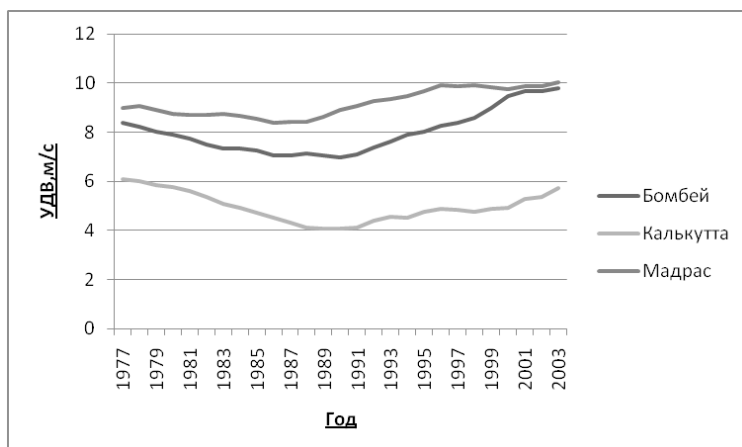


Рис. 5. Зависимости от времени УДТ и УДВ в приземном слое атмосферы над пунктами Мумбай (Бомбей), Калькутта и Мадрас для периода 1973-2003 гг.

Полученный результат позволяет предположить, что в период после 1988 года на значительной части акватории Индийского океана повышение поверхностных температур прекратилось, что вызвало активизацию в регионе летних муссонов. Об адекватности данного предположения может свидетельствовать рис. 6, на котором представлены графики распределения по поверхности Индийского океана областей, в которых в 1993-2002 гг. и в 2002-2011 гг. происходило потепление и похолодание.

В Индийском океане площадь области, на которой происходило похолодание в период 2002-2011 гг. много больше, чем в 1994-2003 гг. (рис. 6). Этим подтверждается адекватность выдвинутой гипотезы и принятых нами допущений.

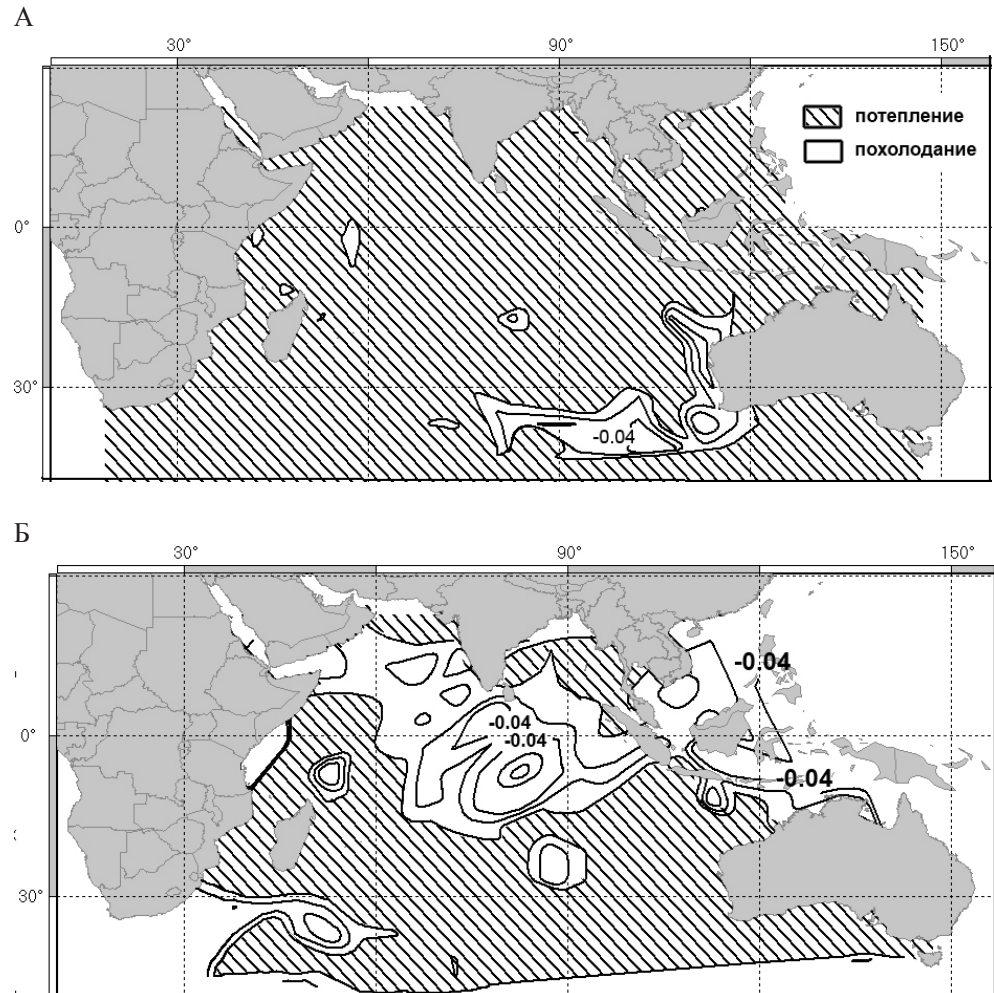


Рис. 6. График распределения по поверхности Индийского океана областей, в которых в периоды 1994-2003 (А) и 2002 -2011 гг. (Б) происходило потепление и похолодание их поверхности.

Поскольку над побережьями п-ова Индостан в рассматриваемый период происходило увеличение УДТ, а в океане происходило похолодание поверхностных вод, то полученный результат позволяет утверждать: в рассматриваемый период здесь действительно создались предпосылки для активизации летних муссонов. О том, что активизация фактически произошла, свидетельствует и увеличение протяженности к северу области влияния летних муссонов. Ранее на территории Таджикистана, Узбекистана и в многих других регионах Средней и Центральной Азии влияние муссонной циркуляции было гораздо менее ощутимым, чем в современный период.

ВЫВОДЫ

Таким образом, нами установлено в данной работе, что в регионах суши, в формировании климата которых роль Мирового океана не являлась преобладающей, в период современного потепления климата происходило устойчивое повышение УДТ и снижение УДВ, обусловленное усилением парникового эффекта в земной атмосфере.

В регионах с морским и муссонным климатом особенности изменения УДТ и УДВ в тот же период существенно зависели от особенностей изменчивости распределения поверхностных температур океанических регионов, оказывающих на них наиболее ощутимое влияние.

Следствием существенного увеличения площадей областей Мирового океана, в которых в современном периоде происходит похолодание их поверхности [9], в регионах суши с морским и муссонным климатом является ощутимое увеличение УДВ. При этом в подобных регионах, расположенных в умеренном климатическом поясе и к северу от него, происходит также снижение УДТ, а в таких же регионах Экваториального, Субэкваториального и Тропического поясов значения УДТ продолжают увеличиваться.

Полученные результаты в целом соответствуют современным представлениям о влиянии Мирового океана и парниковых газов в атмосфере на изменения характеристик ее приземного слоя.

Статья поступила в редакцию 21.05 2013

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алисов Б. П. Курс климатологии // Под ред. Е.С.Рубинштейн: Части 1-3. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1952.
2. *Climate Change 2007 – Impacts, adaptation and vulnerability // Contribution of Working Group II to Assessment Report Four of the Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC)*. – Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2007. – 973 p.
3. [<http://www.tutiempo.net/en/Climate>], 2
4. [<http://wxweb.meteostar.com/SST/index.shtml?point=730>], 2
5. *Salby M.L. Fundamentals of Atmospheric Physics / M.L.Salby*. – New York: Academic Press, 1996. – 560 p.
6. Будыко М.И. Глобальное потепление и его последствия / М.И.Будыко, Ю.А.Израэль, А.Л.Яншин // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 12. – С. 5 – 10.
7. *Кондратьев К.Я. Глобальный климат / К.Я. Кондратьев*. – СПб: Наука, 1992. – 358 с.
8. *Марчук Г.И. Роль океана в формировании климата / Г.И. Марчук / Всемирная Конфер. по изменению климата – Москва: Наука, 2003 – С. 16 –17.*
9. *Полонский А.Б. Роль океана в изменениях климата*. – Киев: Наукова думка, 2008. – 185 с.
10. *Скворцов А.В. Триангуляция Делонэ и ее применение*. – Томск: Изд-во Томск. гос. унив., 2002. – 128 с. 11. *Юрмаков Ю.Г., Игнатьев Г.М., Куракова Л.И. и др. Физическая география материков и океанов*. – Москва: Высшая школа, 1988. – 592 с.
12. *Холопцев А.В., Никифорова М.П. Роль Мирового океана в изменчивости озоносферы*. – LAP Saarbrücken, Germany, 158 p.
13. *Хргиан А.Х. Физика атмосферы*. – Москва: Гостехиздат, 1953. – 456 с.
14. *Хромов С.П., Петросяни М.А. Метеорология и климатология*. – Москва: Изд-во МГУ, 2006. – 583 с.

Холопцев О.В., Шиловська Ю.Є.

кафедра прикладної екології та охорони праці,
Севастопольський нац. техн. університет,
вул. Гоголя 14, Севастополь-53, 99053,
Україна

ЗВ'ЯЗКИ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ ДИНАМІКИ ПОВЕРХНЕВИХ ТЕМПЕРАТУР НА ОКЕАНІЧНИХ АКВАТОРІЯХ, ТАКОЖ ТЕМПЕРАТУР ПОВІТРЯ ТА МОДУЛЯ ШВИДКОСТІ ВІТРІВ В ПРИВОДНОМУ ШАРІ АТМОСФЕРИ НАД ПЛОЩЕЮ ЇХ ВПЛИВУ

Резюме

На суходолі, де у формуванні клімату роль Світового океану не домінувала, під час сучасного потепління приземного шару атмосфери відбувалося стійке підвищення пересічних за десятиліття річних температур (СДТ) та швидкостей вітру (СДВ). Ці процеси обумовлені підвищенням впливу тепличного ефекту в земній атмосфері. В регіонах із морським та мусонним кліматом особливості змінення пересічних температур та швидкостей вітрів в 1973–2011 рр. суттєво залежали від характеру розподілу поверхневих температур тих акваторій, де прирощення температури завдають найбільшого впливу на поверхню океану. Під впливом суттєвого зростання площі тих акваторій Світового океану, в яких поточних десятиліть відбувається охолодження поверхневої води, на суходолі з морським та мусонним кліматом розвивається досить значне зростання пересічних швидкостей вітрів. В аналогічних регіонах в помірній кліматичній смузі та північніше відбувається зменшення температур. Але в Екваторіальній, Субекваторіальній та Тропічній смугах значення пересічних температур продовжує зростати. Результати, що отримані, в цілому відповідають сучасним уявленням про вплив Світового океану та парникових газів в атмосфері на зміни характеристик її приземного шару.

Ключові слова: Океан, вода, температура, вітер, зміни, атмосфера, акваторія, аналіз.

Kholoptsev A.V., Shilovskaya Yu.E.

Practical Ecology and Trade Defence Dept.,
National Technical University of Sevastopol',
14, Gogol' St., Sevastopol-53, 99053,
Ukraine

RELATIONSHIPS OF OCEAN SURFACE TEMPERATURES SPATIO- TEMPORAL TVARIABILITY, AIR TEMPERATURES AND WIND VELOCITIES IN THE ATMOSPHERIC BOUNDARY LAYER OVER THE AREAS OF INFLUENCE

Abstract

Spatio-temporal variability of air temperatures and wind speeds in the atmosphere boundary layer essentially affects on the characteristics of our planet's landscape shell and heat – moisture exchanges from its surface to atmosphere. Among the most significant factors of these processes in many parts of the land are greenhouse effect variations in the Earth atmosphere's segments.

Key words: The Ocean, water, temperature, wind, changes, atmosphere, aquatory, analysis.