

Холопцев А.В.  
Никифорова М.П.

## ***Роль солнечной активности в изменениях потоков тепла, поступающих в атмосферу с поверхностей Тихого, Атлантического и Индийского океанов***

Севастопольский национальный технический университет,  
г. Севастополь

**Аннотация.** Установлено, что на изменения в период с 1975 по 2011 гг. потоков тепла, поступающих в атмосферу, существенно повлияли изменения солнечной активности, происходившие в период 1768 по 1820 гг. Дальнейшее повышение солнечной активности привело к образованию субантарктических промежуточных вод с пониженной плотностью, которые в XXI веке достигли основных районов апвеллинга Тихого, Атлантического и Индийского океанов, вызвав снижение их поверхностных температур.

**Ключевые слова:** климат, солнечная активность, апвеллинг, парниковый эффект, поток тепла, субантарктические промежуточные воды.

### **Введение**

Изменения климата являются одним из важнейших факторов, влияющих на условия жизни людей, развитие ландшафтов, а также мировой экономики. Поэтому выявление роли того или иного природного фактора в этом процессе, представляет собой актуальную проблему физической географии и экологии. Наибольший интерес решение данной проблемы представляет в отношении глобальных факторов, оказывающих влияние на всю физико-географическую оболочку и недра нашей планеты. Одним из таких факторов являются изменения солнечной активности.

Впервые связь между этим процессом и «возмущениями климата» установил в 1902 г. М. А. Боголепов [1]. Д. Эдди доказал [2], что на протяжении последнего тысячелетия существенные похолодания глобального климата происходили лишь в периоды, когда средний уровень солнечной активности был экстремально низким. Адекватность этого вывода подтвердил Е.П. Борисенков [3, 4], который выявил наличие связи между изменениями климата и солнечной активности на протяжении последних 7500 лет. При каждом глубоком минимуме солнечной активности, подобном Маундеровскому, повторявшемся с периодом около 200 лет, происходило глобальное похолодание климата, а при каждом ее высоком максимуме – его потепление.

Выявлена связь между изменениями солнечной активности, а также значений солнечной постоянной [5], вариации которых обусловлены изменениями радиуса фотосферы Солнца и ее эффективной температуры. Наиболее существенным фактором являются изменения радиуса фотосферы, происходящие с периодом 200 лет, амплитуда которых достигает 300 км. Такие изменения радиуса фотосферы непосредственно влияют на площадь ее сегмента, на котором образуется поток солнечной радиации, поступающий в земную атмосферу [6]. Поэтому наличие связи между изменениями климата и солнечной активности в период, когда техногенное влияние на парниковый эффект было пренебрежимо малым, свидетельствует о том, что данная связь является причинной. Вместе с тем, существенной корреляции между изменениями солнечной активности и температур поверхностных вод Мирового океана, которые поглощают основную часть падающего потока солнечной радиации, и образуют большую часть потока тепла, уходящего в атмосферу, до сих пор не установлено [7]. Поэтому вопрос о механизме, обуславливающем связь между данными процессами, остается открытым.

Основой современных представлений об особенностях изменений климата в прошлом и причинах, которые их вызывали, являются работы А.В. Шнитникова [8], К.К. Маркова [9], М.И. Будыко [10], К.Я. Кондратьева [11] и др., свидетельствующие о цикличности этого процесса. Существенным является вклад в их развитие, принадлежащий украинским

ученым М.Ф. Векличу [12], Ж.Н. Матвейшиной [13], Н.П. Герасименко [14] и др. Установлено, что неоднократно происходившие изменения климата всякий раз вызывали ощутимые смещения ландшафтных границ [15] и влияли на пространственную дифференциацию ландшафтов [16, 17].

По мнению Международной группы экспертов по проблемам изменений климата (МГЭИК) [18, 19], произошедшее в XIX – XX вв. усиление антропогенного влияния на природу является главной причиной глобального потепления климата, которое со временем не может не вызвать парниковой катастрофы. Следствием этого процесса уже явилось увеличение повторяемости и мощности ряда катастрофических природных процессов, выявленное в работах В.М. Волощука, С.Г. Бойченко, С.Н. Степаненко [20] и др. Согласно [18, 19], происходящее ныне устойчивое потепление глобального климата вызвано усилением парникового эффекта в земной атмосфере, которое обусловлено увеличением содержания в ней  $\text{CO}_2$ , метана и других парниковых газов. Вместе с тем известно [10, 11], что парниковый эффект образуется в результате поглощения этими газами соответствующей части потока теплового излучения, который образуется на подстилающей поверхности и зависит от ее температуры. Поэтому ее изменения также относятся к числу факторов, способных ощутимо влиять на состояние климата [21].

Большую часть земной поверхности покрывают воды Тихого, Индийского и Атлантического океанов. Они формируют значительную часть потока тепла, уходящего в атмосферу и определяющие характеристики ее общей циркуляции, а также климат многих регионов планеты [22, 23]. Факторами, которые обуславливают изменения средних температур поверхностей каждого из этих океанов, являются изменения поглощаемых ими потоков солнечной радиации и обратного теплового излучения атмосферы, а также интенсивностей апвеллинга. Вариации характеристик апвеллинга в каждом океане могут быть вызваны изменениями не только ветрового режима соответствующих участков его поверхности, но и изменениями плотности его промежуточных вод, участвующих в этом процессе. Значительная часть общих потоков этих вод Тихого, Атлантического и Индийского океанов образуется в субантарктической зоне конвергенции, где их поверхностные воды погружаются в глубину [24]. Соленость и плотность указанных вод непосредственно зависят от потоков солнечной и тепловой радиации, поглощаемых поверхностями акваторий данной зоны. Поэтому существенным фактором их изменчивости являются вариации солнечной активности, в максимумах которой поток суммарной солнечной радиации, достигающий поверхности нашей планеты несколько увеличивается. Распространение субантарктических промежуточных вод из очагов их формирования в соответствующие районы апвеллинга занимает немалое время. Поэтому представляется вероятным, что на потоки тепла, образующиеся на поверхностях упомянутых океанов, способны ощутимо влиять изменения солнечной активности, происходившие в далеком прошлом. Согласно выдвинутой гипотезе, уменьшение солнечной активности, происходившее в прошлом, могло вызывать похолодание в субантарктической зоне конвергенции и соответствующее увеличение солености и плотности, образовывавшихся в ней промежуточных вод. Эти воды в период современного потепления климата достигли районов апвеллинга данных океанов и оказывали влияние на объемы холодных вод, которые в них поднимались к поверхности. Увеличение их плотности приводило к уменьшению потока поднимающихся вод и вызывало потепление соответствующих участков поверхности каждого океана. Подтверждение адекватности выдвинутой гипотезы позволило бы учитывать при прогнозировании изменений климата и других, связанных с ними процессов в ландшафтной оболочке нашей планеты, наблюдения за изменениями солнечной активности, происходившими в прошлом.

Несмотря на то, что мониторинг изменчивости солнечной активности, а также распределения поверхностных температур Тихого, Атлантического и Индийского океанов осуществляется уже длительное время, а его результаты представлены в Интернете в свободном доступе [25, 26], адекватность выдвинутой гипотезы ранее не оценивалась. Поэтому ее проверка и определение условий, при которых статистическая связь между изменениями потоков тепла с поверхностями указанных океанов, а также солнечной активности является существенной, представляет немалый теоретический и практический интерес. Учитывая это, в качестве объекта исследования в данной работе выбраны изменения среднегодовых потоков тепла (СПТ), которые поступают в

атмосферу с различных участков поверхностей данных океанов. Предмет исследования – роль вариаций солнечной активности в изменениях СПТ, образующихся на различных участках поверхности рассматриваемых океанов.

Целью работы является оценка адекватности выдвинутой гипотезы и выявление условий, при которых связи между изменениями СПТ со всех поверхностей этих океанов и вариациями солнечной активности являются статистически значимыми. Для достижения указанной цели решены следующие задачи:

- оценка СПТ, поступающих в атмосферу от всех поверхностей Тихого, Атлантического и Индийского океанов, а также их совокупности, для каждого года в период 1975 – 2011 гг.;
- выявление участков поверхностей данных океанов, для которых изменения их среднегодовых поверхностных температур в указанный период были значимо связаны с совпадающими по времени изменениями солнечной активности;
- определение условий, при которых связи между современными изменениями СПТ всех поверхностей рассматриваемых океанов и вариациями солнечной активности в прошлом являлись статистически значимыми.

### Материалы и методы

Как фактический материал использованы временные ряды аномалий среднемесячных поверхностных температур Тихого, Атлантического и Индийского океанов, ограниченных квадратами координатной сетки, с размерами  $5^\circ \times 5^\circ$  [26]. Указанные ряды для многих подобных акваторий в период с января 1975 г. по декабрь 2011 г. являются практически сплошными, что позволяет по ним рассчитать члены соответствующих временных рядов среднегодовых значений аномалий их поверхностных температур (ASST). Как индекс солнечной активности, рассматривалось среднегодовое значение чисел Вольфа (СВ), поскольку временной ряд их значений является наиболее продолжительным. Рассматривался ряд СВ, представленный в [25], отражающий изменения этой характеристики в период 1749 – 2011 гг.

При решении первой задачи рассчитаны СПТ, поступающие в атмосферу от всех поверхностей изучаемых океанов, а также их совокупности. Значение СПТ, уходящего в атмосферу от всей поверхности каждого океана, соответствующее некоторому году, рассчитано как отношение поступающего с нее суммарного среднегодового потока тепла (А), к ее площади (Б). Значение А вычислялось как сумма среднегодовых потоков тепла (а), поступающих за тот же год в атмосферу от всех зональных сегментов его поверхности, имеющих ширину  $5^\circ$ . Расчет значения а, которое соответствует сегменту с центром на параллели  $\varphi_i$ , осуществлен согласно соотношению:

$$a = \sum_{n_i} (\rho_{ji} \cdot c \cdot \cos \varphi_i) \quad (1)$$

здесь  $n_i$  – в количество квадратов, имеющих указанные размеры и входящих в образующих рассматриваемый сегмент;  $c$  - площадь участка земной поверхности, которую ограничивает каждый такой квадрат с центром, расположенным на экваторе;  $\rho_{ji}$  – СПТ, который поступает в атмосферу с поверхности  $j$ -го квадрата  $i$ -го сегмента.

При расчете  $\rho_{ji}$  предполагалось, что поверхность океана поглощает солнечную радиацию как абсолютно черное тело. Это позволило среднюю мощность ее теплового излучения оценить с использованием закона Стефана-Больцмана [27]. При этом, значение  $T$  рассчитано, как сумма среднего значения среднегодовой температуры соответствующего участка поверхности того или иного океана, а также его ASST.

При решении второй и третьей задач использован метод корреляционного анализа. С его помощью в ходе второй задачи изучались связи изменений ASST различных участков каждого океана в период 1975 – 2011 гг., а также совпадающих по времени вариаций СВ. Результаты, превосходящие уровень 0,33 (95% порог достоверной корреляции по критерию Стьюдента) отображались с использованием метода триангуляции Делоне [28].

При решении третьей задачи анализировались связи изменений СПТ всех поверхностей каждого океана и их совокупности за период 1975 – 2011 гг., а также вариаций СВ в периоды такой же продолжительности, начинающиеся в 1749 – 1974 гг. Связи рассматриваемого процесса и изменений СВ на некотором отрезке времени

признавались значимыми, если соответствующее значение коэффициента корреляции являлось отрицательным, а его модуль превосходил уровень 0,42 (99% порог достоверной корреляции по критерию Стьюдента). Для облегчения интерпретации полученных результатов на контурные карты океанов с помощью метода триангуляции Делоне нанесены распределения значений этого коэффициента, соответствующие оптимальному временному сдвигу между изучаемыми процессами.

## Результаты и обсуждение

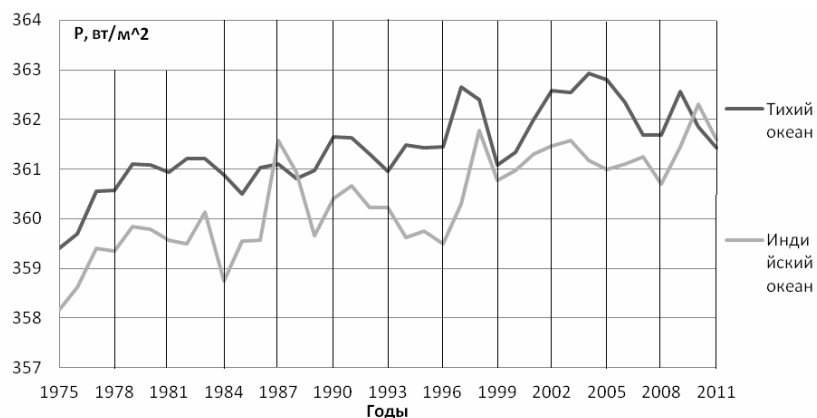
Согласно изложенной методике рассчитаны значения СПТ, поступающих в атмосферу от всех поверхностей Тихого, Атлантического и Индийского океанов, а также их совокупности, для каждого года, в период 1975-2011гг. Зависимости от времени оцененных таким образом СПТ этих океанов показаны на рис. 1.

Из рис. 1 следует, что каждая из представленных на нем зависимостей состоит из двух участков. На первом участке в них присутствует возрастающий тренд. На втором участке изменения СПТ происходят на постоянном уровне. Рис. 1А свидетельствует о том, что для Тихого океана граница этих участков соответствует 1997 г., а для Индийского океана – 2000 г. Характер изменений СПТ Тихого океана в период после 2000 г. позволяет предполагать, что в будущем возможно его дальнейшее снижение. Из рис. 1Б видно, что для Атлантического океана период возрастания его СПТ завершился в 2002 г. Из рис. 1В можно заключить, что СПТ совокупности трех рассматриваемых океанов, занимающих более 60% поверхности нашей планеты с 1997 г. перестали повышаться (их изменения ныне происходят на постоянном уровне). В период 1975 – 2011 гг. концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере устойчиво возрастали, что, по мнению [19, 29], вызывало усиление парникового эффекта и глобальное потепление климата. Учитывая это, выявленное прекращение в XXI в. увеличения СПТ от всех поверхностей изучаемых океанов может рассматриваться как свидетельство в пользу адекватности выдвинутой гипотезы. Данный эффект свидетельствует о существенности влияния на изменения СПТ данных океанов взаимодействия их поверхностных и промежуточных вод, которое приводит к выходу на поверхность районов апвеллинга тех или иных объемов холодных вод из их глубин.

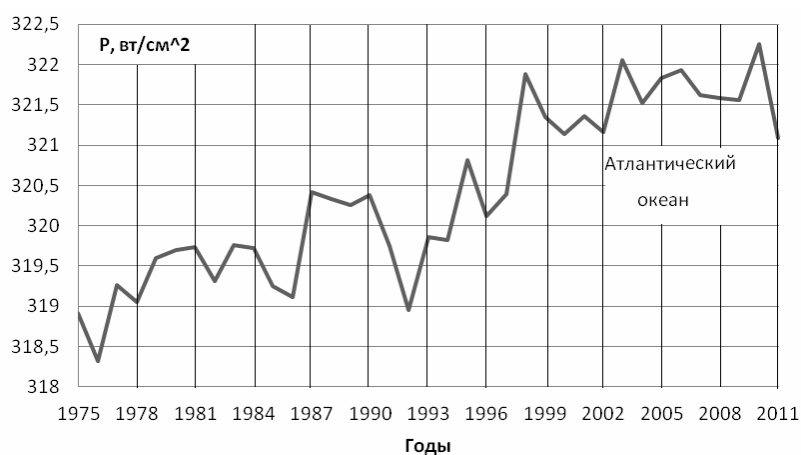
Рис. 1 позволяет предполагать, что в период до 1997 г. потоки указанных вод, охлаждавших поверхности Тихого, Атлантического и Индийского океанов, уменьшались. Это, а также увеличение потока обратного теплового излучения атмосферы, вызывало возрастание их СПТ, что приводило бы к усилению парникового эффекта даже если бы концентрации в атмосфере парниковых газов оставались постоянными. В дальнейшем, в начале в Тихом океане, а потом и в остальных, потоки холодных вод, поднимающиеся из их глубин на поверхность, по-видимому, начали возрастать. Это вызывало более интенсивное охлаждение ими поверхностей океанов и привело к практически полной компенсации происшедшего увеличения потока обратного теплового излучения атмосферы (что является причиной стабильности их СПТ и ASST). Причиной возрастания интенсивности апвеллинга в каждом океане могло быть уменьшение плотности вод, принимающих участие в этом процессе, которые образовывались с участием его промежуточных вод. Среди последних наибольшее влияние оказывали субантарктические промежуточные воды, которые в каждом океане присутствуют не только в его Южной части, но и проникают далеко на север, за экватор.

Как уже отмечалось выше, соленость и плотность этих вод существенно зависят от климатических условий в субантарктической зоне конвергенции в период их образования. В более холодные годы в ней образуются морские льды, а образующиеся промежуточные воды становятся более солеными и плотными. В относительно теплые годы в ней образуется больше опресненных талых вод, а соленость и плотность вод промежуточных становится меньше.

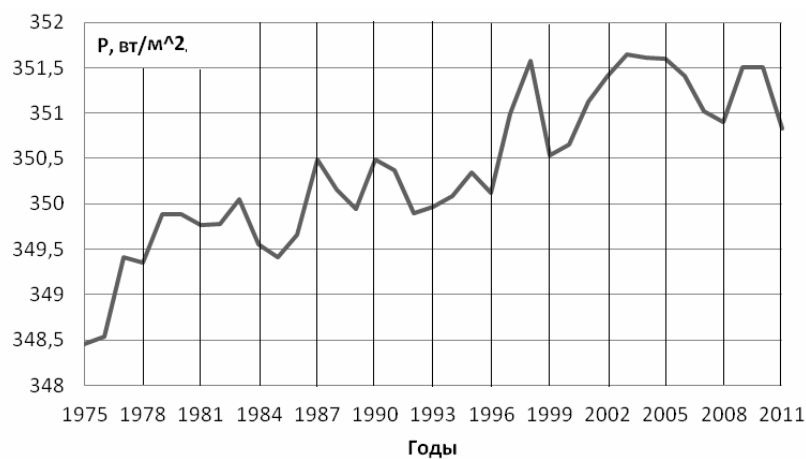
Для подтверждения зависимости ASST акваторий субантарктической зоны конвергенции от совпадающих по времени изменений СВ решена вторая задача. Полученные при этом распределения по поверхностям Тихого и Атлантического океанов областей, в которых имеет место высокая положительная корреляция совпадающих по времени рядов ASST и СВ, показаны на рис. 2.



А)



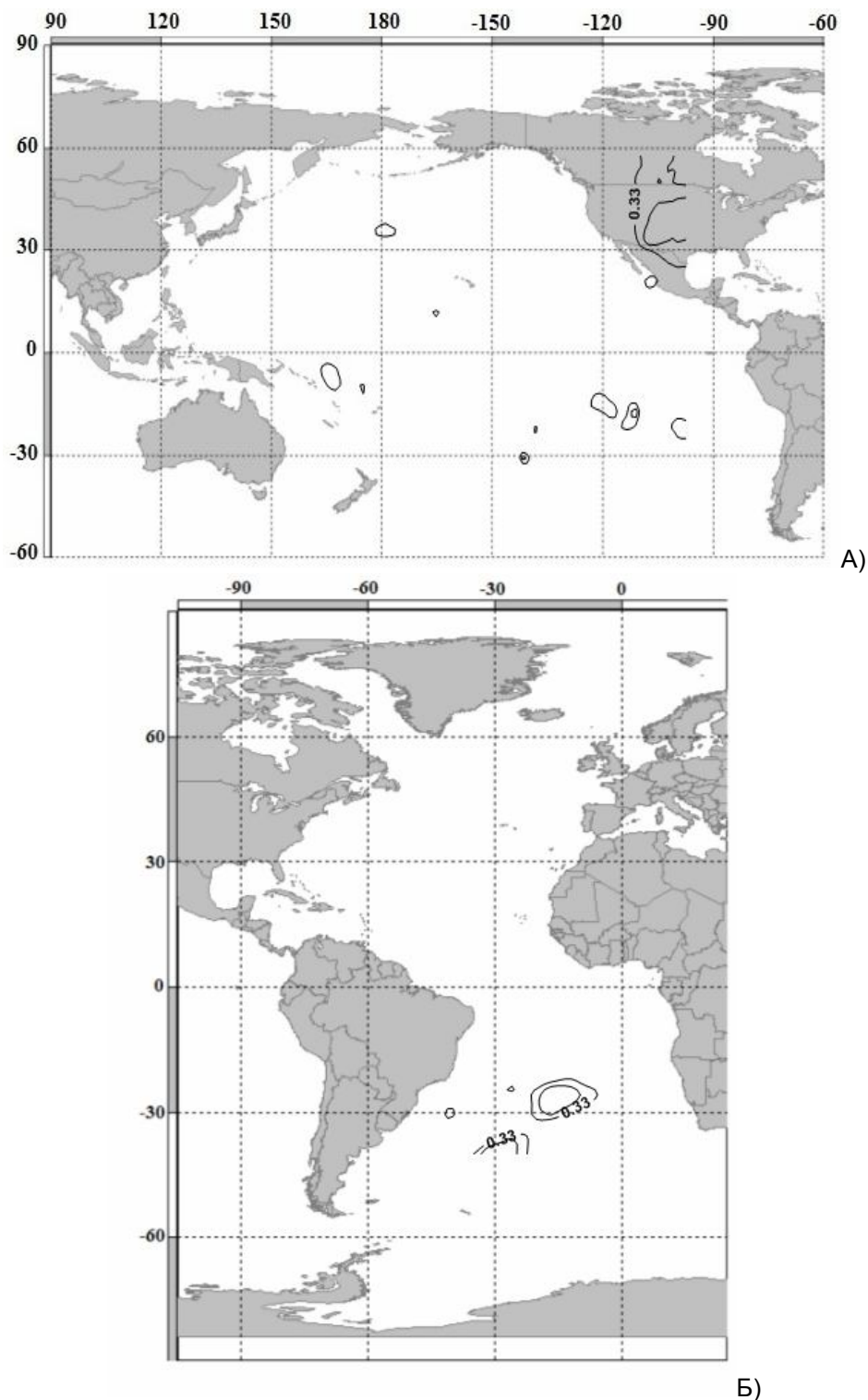
Б)



В)

**Рис. 1.** Зависимости от времени СПТ Тихого и Индийского (А), Атлантического (Б), а также совокупности океанов (В)

Из рис. 2 видно, что в Тихом и Атлантическом океанах области, в которых имеет место высокая положительная корреляция совпадающих по времени рядов ASST и СВ расположены преимущественно в их южных частях, прилегающих к субантарктической зоне конвергенции. В Индийском океане таких областей к северу от параллели 55°S не выявлено. Последнее, а также сравнительно небольшие размеры подобных областей в Тихом и Атлантическом океанах не удивительно, поскольку поглощение увеличенного потока солнечной радиации приводит в Антарктике не повышению температуры ее поверхностных вод, а к уменьшению их солености.



**Рис. 2.** Распределения по поверхностям Тихого (А) и Атлантического (Б) океанов областей, в которых имеет место высокая положительная корреляция совпадающих по времени рядов ASST и СВ

Полученный результат подтверждает отсутствие значимого влияния вариаций СВ на совпадающие по времени изменения характеристик поверхностных вод акваторий всех изучаемых океанов, расположенных вне субантарктической зоны конвергенции. Он свидетельствует о невозможности влияния происходящих в XXI в. изменений солнечной активности на современный климат нашей планеты. Так как распространение

субантарктических промежуточных вод в районы апвеллинга происходит за значительное время, происходившее в конце прошлого столетия, повышение СПТ Тихого, Атлантического и Индийского океанов целесообразно рассматривать, как их реакцию на происходившее в далеком прошлом увеличение солёности вод Антарктики.

При решении третьей задачи осуществлен корреляционный анализ связей между современными изменениями СПТ, поступающих в атмосферу от всех поверхностей данных океанов и их совокупности, а также опережающими их на то или иное время фрагментами ряда СВ. Полученные при этом зависимости коэффициентов парной корреляции рассматриваемых процессов от года начала фрагмента ряда СВ, отображены на рис. 3.

Как видим из рис. 3, представленные на нем зависимости являются осциллирующими. Статистическая связь между изменениями СПТ любого океана и СВ на совпадающем отрезке времени отсутствует. При этом связи между СПТ всех океанов в период 1975 – 2011 гг., а также вариациями СВ в максимумах III – V циклов солнечной активности (им соответствуют фрагменты ряда СВ, начинающиеся в 1768 – 1792 гг.) могут быть признаны статистически значимыми с достоверностью не ниже 0,99. Это позволяет полагать, что время, за которое субантарктические промежуточные воды всех океанов достигают основных районов апвеллинга изучаемых океанов, составляет приблизительно 200 лет. Именно в этом случае корреляция между изменениями СВ, которые вызывают вариации солёности поверхностных вод Антарктики и плотности образующихся в ней субантарктических промежуточных вод, а также современной изменчивостью СПТ всех рассматриваемых океанов является отрицательной и очень сильной.

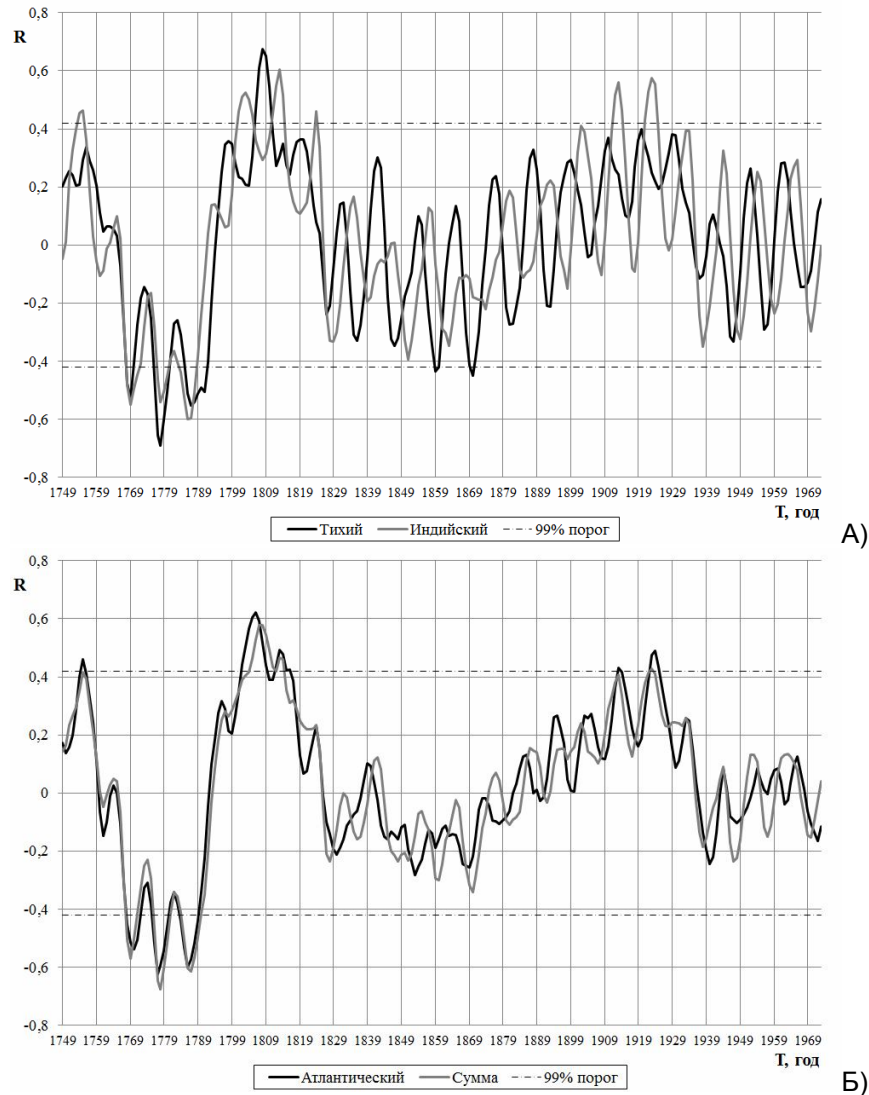
Учитывая это, представляется, что влияние 200-летнего цикла солнечной активности на глобальный климат может оказываться следующим образом:

- под влиянием вариаций СВ соответственно изменяются значения солнечной постоянной, что приводит к противофазным изменениям солёности и плотности поверхностных вод акваторий субантарктической зоны конвергенции, а также образующихся в ней субантарктических промежуточных вод;
- через 200 лет эти воды достигают соответствующих районов апвеллинга каждого океана, что вызывает аналогичные изменения плотности и противоположные изменения объёмов холодных вод, поднимающихся в них на поверхность (их ASST и СПТ изменяются противофазно с породившими их изменениями СВ);
- последнее вызывает соответствующие изменения парникового эффекта в земной атмосфере и глобального климата.

Из рис. 3 нетрудно заметить, что выбранный уровень значимости по модулю превышают также значения коэффициента парной корреляции ряда СПТ Тихого океана за 1975 – 2011 гг., а также фрагмента ряда СВ, который начинается в 1859 и 1870 гг. (в годы максимумов 11 и 12 циклов солнечной активности). Соответствующие максимумы аналогичных зависимостей для СПТ прочих океанов по модулю этот уровень не превышают. Указанная особенность отвечает представлениям о присутствии в спектре изменчивости солнечной активности составляющей с периодом не только 200, но и 100 лет, которая может обеспечить наличие корреляционных связей между изменениями СПТ океанов и фрагментом ряда СВ, опережающим его на время, при котором причинная связь между ними отсутствует.

Таким образом установлено, что причиной усиления парникового эффекта в земной атмосфере, которое происходило в XIX – XX вв., может быть не только увеличение содержания в атмосфере парниковых газов, но и уменьшение солнечной активности в XVII – XVIII столетиях, которое вызвало увеличение солёности и плотности субантарктических промежуточных вод Тихого, Атлантического и Индийского океанов, которые образовывались в тот период.

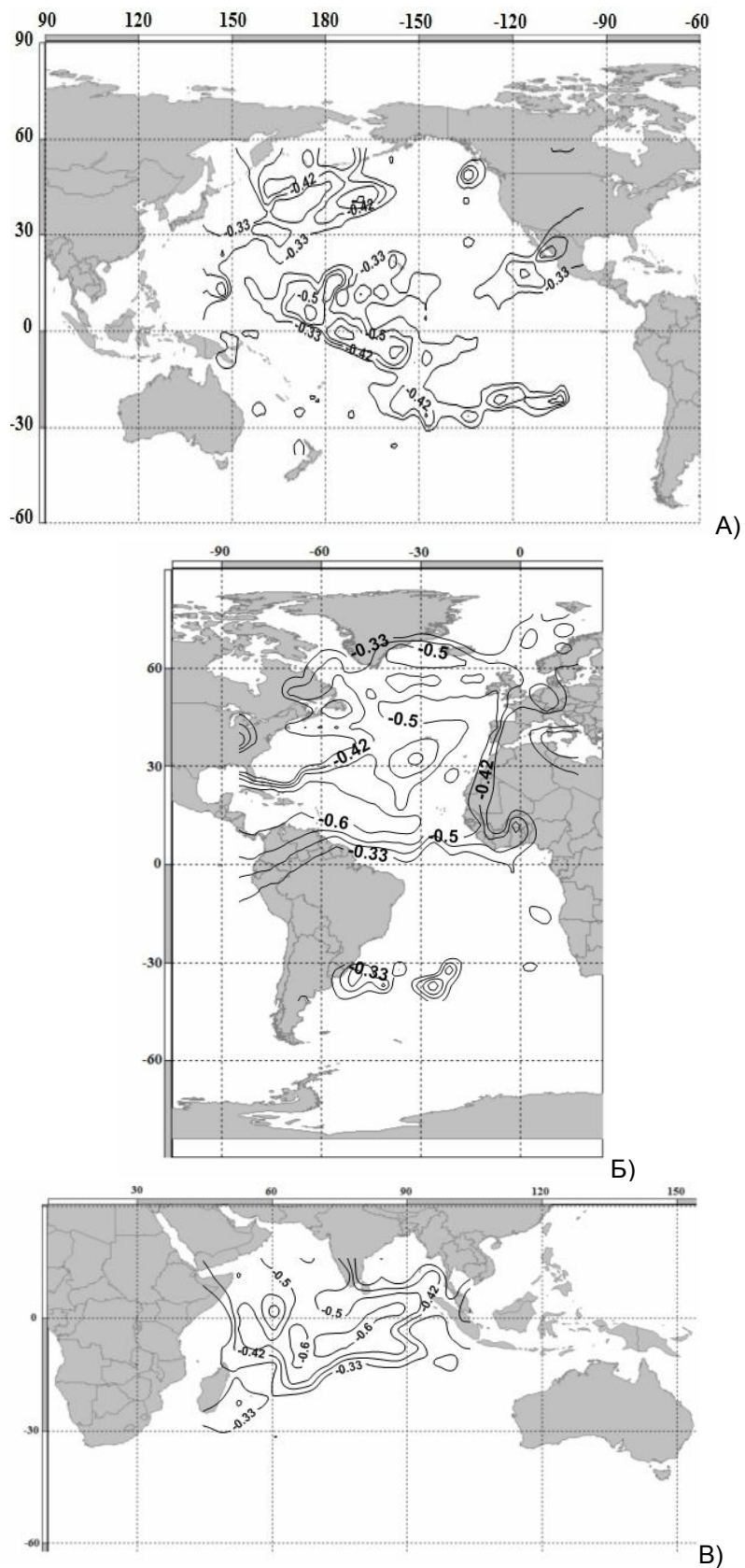
На рис. 4 показаны распределения по поверхностям упомянутых океанов значений коэффициента парной корреляции изменений ASST отдельных их акваторий, размерами  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ , в период 1975 – 2011 гг., а также фрагмента ряда СВ, начинающегося в 1778 г.. На нем показаны изолинии этих распределений, соответствующих уровням 95% порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента (-0.33), 99% порога (-0.42) и -0.5.



**Рис. 3.** Зависимости коэффициентов парной корреляции СПТ Тихого и Индийского (А), Атлантического (Б) и совокупности этих океанов (В) в период 1775 – 2011 гг., с тем или иным фрагментом ряда СВ от года его начала

Из рис. 4 следует, что во всех океанах имеются огромные области, где изменения ASST, а значит и СПТ, возникающих в современный период происходят синхронно и противофазно с изменениями солнечной активности, которые опережают их приблизительно на 200 лет. Как видно из рис. 4А, в Тихом океане такие области располагаются у побережий Евразии, в зонах течений Куроисио и Южно-Пассатного, в районе его теплого тропического бассейна и зоне экваториального апвеллинга. Как нетрудно заметить из рис. 4Б, в Атлантическом океане подобные области занимают практически всю его часть, расположенную Северном полушарии. Районами, где корреляция рассматриваемых процессов наиболее сильна, являются зона Северо-Пассатного течения и Карибское море. Как следует из рис. 4В, в Индийском океане упомянутые области располагаются к северу от параллели 20°S и у восточных побережий о. Мадагаскар. Наиболее сильная статистическая связь с изменениями СВ в период 1778 – 1814 гг. наблюдается у изменений ASST акваторий, расположенных в зоне его экваториального апвеллинга. Расположение выявленных акваторий подтверждает адекватность выдвинутой гипотезы, указывающей на зависимость интенсивности апвеллинга во многих районах рассматриваемых океанов от изменений плотности их субантарктических промежуточных вод, образовавшихся еще в XVIII веке, как основную причину статистических связей между СВ и их ASST.





**Рис. 4.** Распределения по поверхностям Тихого (А), Атлантического (Б) и Индийского (В) океанов значений коэффициента парной корреляции изменений ASST отдельных участков их акваторий, имеющих размеры  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  и фрагмента ряда СВ, начинающегося с 1778 г.

Как видно из [25], изменениям СВ в период с 1768 по 2009 г. был свойственен возрастающий тренд. Это позволяет предполагать, что в последующие годы XXI и в XXII вв. преобладающими будут тенденции к снижению СПТ Тихого, Атлантического и Индийского океанов, а значит и похолоданию глобального климата, даже в условиях дальнейшего увеличения содержания в атмосфере CO<sub>2</sub> и других парниковых газов. Этому может способствовать и ожидаемое [5] в первой половине XXI в. значительное снижение солнечной активности, что позволяет согласиться с выводом [31], согласно которому в XXI в. на нашей планете вероятным является глобальное похолодание.

Учитывая значение временного сдвига между изменениями СВ и СПТ, поступающих с поверхностей изучаемых океанов в атмосферу, представляется вероятным, что существуют 200-летние циклы изменений климата, подпитываемые энергией 200-летних циклов солнечной активности. Так как климатические изменения с периодом 200 лет способны вызывать не только ощутимые изменения малоинерционных компонентов ландшафтов, но и приводить к заметным сдвигам ландшафтных границ, это может активизировать динамику ландшафтов. Причиной существования закономерности, выявленной Д. Эдди, по-видимому, является присутствие в спектрах изменчивости СВ и глобального климата гармоник, одинаковые фазы которых повторяются с периодом 200 лет.

### **Выводы**

Статистически значимым фактором изменений СПТ, образующихся на поверхностях Тихого, Атлантического и Индийского океанов являются изменения СВ, которые опережают их приблизительно на 200 лет.

Причинами этого являются:

- существенная зависимость солености поверхностных вод субантарктических зон конвергенции этих океанов от совпадающих по времени изменений СВ;
- наличие ощутимого влияния на вариации распределения СПТ от всех их поверхностей изменений солености и плотности субантарктических промежуточных вод, участвующих в образовании их апвеллингов;
- продолжительность распространения этих промежуточных вод из очагов их формирования в основные районы апвеллинга Тихого, Атлантического и Индийского океанов, приблизительно равная 200 лет.

Парниковая катастрофа не представляет собой реальную угрозу для человечества в XXI в, поскольку усиление парникового эффекта, вследствие накопления в атмосфере парниковых газов, будет сочетаться с его ослаблением, вследствие уменьшения СПТ, поступающих в атмосферу с поверхностей Тихого, Атлантического и Индийского океанов.

### **Литература**

1. Боголепов М.А. О колебаниях климата Европейской России в историческую эпоху. Землеведение. Кн.2 / М.А. Боголепов. – М.: Наука, 1907. – 162 с.
2. Eddy J.A. "The Maunder Minimum" / J.A. Eddy // Science. 1976. -192. – P.1189-1202.
3. Борисенков Е. П. Колебания климата за последнее тысячелетие. Л. 1988. С. 275
4. Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы / Е.П.Борисенков, В.М.Пасецкий. – М.: Мысль, 1988. - 522 с.
5. Абдусаматов Х.И. Кинематика и физика небесных тел. 2005, т.21- №6. С.471-477
6. Абдусаматов Х.И. Солнце диктует климат Земли. 2009, Санкт-Петербург, "Logos", – 197 с..
7. Монин А.С. Солнечно-земные связи, погода и климат / А.С.Монин, Б.Мак-Кормак, Т.Селиги. – М.: Мир, 1982.-556с.
8. Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности / А.В.Шнитников. – Л.: Наука, 1969. – 244 с.
9. Марков К.К. О связи между изменениями солнечной активности и климата Земли / К.К.Марков // Вопросы географии. – М., 1949. – № 12. – С.15 – 26.
10. 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.
11. Кондратьев К.Я. Изменения глобального климата: реальность, предположения и вымысел / К.Я.Кондратьев // Исследования Земли из космоса. – 2002. – № 1. – С.3 – 31.
12. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии./ М.Ф.Веклич - К.:Наукова думка, 1987.- 190с.

13. Матвіїшина Ж.М., Методичні основи дослідження голоценових ґрунтів середнього Придніпров'я / Ж.М. Матвіїшина, О.Г.Пархоменко // Агрохімія і ґрунтознавство.-2008. Вип..69.-С.134-138.
14. Герасименко Н.П., Ландшафтно-кліматичні зміни голоцену у середньому Придніпров'ї, відображені у стадійності розвитку ґрунтів/ Н.П.Герасименко, Ж.М. Матвіїшина, О.Г.Пархоменко // Фізична географія та геоморфологія.-К.: Обрії, 2005; -Вип.47.-С.93-100.
15. Мильков Ф.И. Взаимоотношения леса и степи и проблема смещения ландшафтных зон на русской равнине / Ф.И.Мильков // Известия Всероссийского Географического общества. – 1982. – № 5. – С.431 – 447.
16. Пащенко В.М. Теоретические проблемы ландшафтоведения / В.М.Пащенко. – К. : Наук. Думка, 1993. – 283 с.
17. Серебрянная Т.А. Динамика границ Центральной лесостепи в голоцене / Т.А.Серебрянная // Вековая динамика биогеоценозов. – М.: Наука, 1992. – С.54 – 71.
18. Изменения климата. Обобщенный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [сборник]. – Нью-Йорк: 2001. –320 с.
19. Climate Change 2007 – Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to Assessment Report Four of the Intergovernmental Panes of Climate Change (IPCC). Cambridge Unsversity Press.- Cambridge. UK, 2007.- 973р.
20. Волощук В.М. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти/ В.М.Волощук, С.Г.Бойченко, С.М.Степаненко та ін.. К.: ВПЦ Київський університет. 2002.-115с.
21. Монин А.С. Климат как проблема физики / А.С.Монин, Ю.А.Шишков // УФН. – 2000. – Т. 170. – № 4.
22. Полонский А.Б. Роль океана в современных изменениях климата / А.Б.Полонский // Морской гидрофизический журнал. – 2001. – № 6. – С.32
23. Марчук Г.И. Роль океана в формировании климата / Г.И.Марчук / Всемирная Конференция по изменению климата – 2003, М., 2003 – С.16 –17.
24. Бурков В.А. Общая циркуляция Мирового океана. Л. : Гидрометеиздат, 1980, 254 с.
25. Extended time series of Solar Activity Indices [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.gao.spb.ru/database/esai](http://www.gao.spb.ru/database/esai)
26. HadSST2 Sea Surface Temperature (SST) Anomaly Dataset (°C) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://wxweb.meteostar.com/SST/index.shtml?point=730>
27. Хргиан А.Х. Физика атмосферы / А.Х.Хргиан. – М. : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953. – 456 с.
28. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение / А.В.Скворцов. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2002. – 128 с.
29. Специальный доклад по управлению рисками экстремальных явлений и бедствий для содействия адаптации к изменению климата. Резюме для политиков. Доклад Рабочих групп I и II МГЭИК/МГЭИК. - 2011. - 32с..
30. Гусев А. М. Антарктида. Океан и атмосфера. — М.: Просвещение, 1983. — 151 с.
31. <http://www.gao.spb.ru/cosm/astr/sndex.html>

**Анотація.** О.В. Холопцев, М.П. Нікіфорова **Роль сонячної активності у змінах потоків тепла, що надходять до атмосфери з поверхонь Тихого, Атлантичного та Індійського океанів.** Встановлено, на зміни у період з 1975 по 2011 рр. потоків тепла, що надходили до атмосфери, суттєво впливали зміни сонячної активності, які відбувались у 1768 – 1804 рр. Подальше підвищення сонячної активності призвело до утворення субантарктичних проміжних вод зі зменшеною щільністю, котрі у ХХІ сторіччі досягли основних районів апвелінгу Тихого, Атлантичного та Індійського океанів та викликали зниження їх поверхневих температур.  
**Ключові слова:** клімат, сонячна активність, апвелінг, парниковий ефект, потік тепла, субантарктичні проміжні води.

**Abstract.** A. Kholoptsev, M. Nikiforova **Solar activity role in the heat flow changes, ascending to the atmosphere from the surface of the Pacific, Atlantic and Indian oceans.** It was found, that heat flux changes ascending to the atmosphere in the period from 1975 to 2011 yrs., were significantly affected by solar activity changes that occurred in the period 1768 – 1820 yrs. A further increase of solar activity has led to the formation of sub-Antarctic intermediate waters with lower density, which in the XXI century are the main areas of upwelling in Pacific, Atlantic and Indian oceans, causing a decrease in their surface temperatures.

**Keywords:** climate, solar activity, upwelling, the greenhouse effect, heat flux, sub-Antarctic Intermediate waters.

Поступила в редакцію 01.12.2012