

УДК 911.2

¹Шуйский Ю.Д., доктор геогр. наук, профессор²Холопцев А.В., доктор геогр. наук, профессор¹кафедра физической географии и природопользования,

Одесского национ. университета им. И.И. Мечникова,

ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

²кафедра судовождения и безопасности мореплавания,

Севастопольская Морская академия

ул. Рыбаков, 7, Севастополь-14, 99014,

Украина

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕМПЕРАТУР ВОДНОЙ ТОЛЩИ И ВАРИАЦИИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ТИХОГО ОКЕАНА)

На примере Тихого океана показано, что статистически значимым фактором межгодовых изменений среднемесячных значений поверхностных температур океанических акваторий, в которых происходит апвеллинг, в период 1973-2012 гг., являются фрагменты предыстории вариаций солнечной активности, опережающие их на 200-210 лет. Изучены сезонные изменения расположений районов Тихого океана, для которых имеет место значимая отрицательная корреляция соответствующих фрагментов временных рядов рассматриваемых процессов. Выявлены фрагменты ряда чисел Вольфа, которые значимо статистически связаны с межгодовыми изменениями среднемесячных поверхностных температур максимального количества районов данного океана в том или ином месяце. Для подобных фрагментов, определены положения океанических районов, в которых упомянутая связь является статистически значимой. Показано наличие статистической устойчивости выявленных связей к вариациям года начала фрагментов временных рядов изучаемых процессов. Поэтому их целесообразно учитывать при разработке сверхдолгосрочных прогнозов изменчивости состояния Мирового океана и климата.

Ключевые слова: Тихий океан, вода, температура, Солнце, активность, колебания, климат

Введение

Вариации распределений поверхностных температур многих регионов Мирового океана являются значимыми факторами изменчивости регионального климата, а также пространственной дифференциации ландшафтов обширных территорий, которые расположены в зонах их влияния. Поэтому совершенствование методик их сверхдолгосрочного прогнозирования является *актуальной проблемой* физической географии, геофизики ландшафтов и климатологии. Наибольший интерес решение указанной проблемы представляет для океанических регионов, в зонах влияния которых проживает большая часть человечества. Одним из таких регионов является Тихий океан, взаимодействие которого с атмосферой определяет условия жизни населения Земли, а также развития

геобиоценозов во многих регионах Евразии, Северной и Южной Америки, Австралии и Океании.

Используя обширные материалы, А.В. Холопцев [16] выдвинул гипотезу: одним из факторов изменчивости поверхностных температур в водах различных подразделений Мирового океана могут являться вариации солнечной активности, значительно опережающие их по времени. Причем, речь идет о наиболее характерной и четко выраженной области апвеллинга в водах, сформировавшихся в Субантарктической зоне конвергенции. Последующая проработка вопроса позволила большинству авторов показать [2–5], что уже собрано достаточное количество необходимого фактического материала, позволяющего проверить адекватность данной гипотезы. Систематические наблюдения за состоянием солнечной активности (относительные числа Вольфа) ведутся с 1749 г., а их результаты изложены в ряде открытых публикаций в разных изданиях (в частности [2, 11, 14, 16, 17]).

Подтверждение адекватности предложенной гипотезы является одним из необходимых условий адекватности существующих точек зрения, поскольку в их основе лежит один и тот же физический процесс распространения и трансформации *S*-аномалий по системе течений, переносящих промежуточные и верхние глубинные воды Мирового океана и влияющих на соленость. Оценка гипотезы представляет собой не только теоретический, но и практический интерес, поскольку позволяет определить целесообразность учета предыстории солнечной активности при прогнозировании изменений поверхностных температур многих океанических регионов. В этом случае становятся более понятными термо-плотностные механизмы вод Океана и его морей [5, 12, 15]. Тем не менее, ранее оценка адекватности указанной гипотезы не проводилась. Не выявлены фрагменты предыстории вариаций солнечной активности, которые целесообразно учитывать при прогнозировании межгодовых изменений среднемесячных поверхностных температур океанической воды. В качестве наиболее удобного *объекта исследований* нами выбран Тихий океан. В его пределах очень четко прослежены межгодовые изменения среднемесячных значений поверхностных температур различных его районов, а также относительных чисел Вольфа, которые соответствуют тем или иным месяцам. *Предметом исследования* являются сезонные изменения расположений районов Тихого океана, для которых связи межгодовых изменений их среднемесячных поверхностных температур и различных фрагментов предыстории вариаций солнечной активности являются статистически значимыми.

Следовательно, *целью работы* является подтверждение адекватности выдвинутой гипотезы, а также выявление условий, при которых учет предыстории вариаций солнечной активности при прогнозировании межгодовых изменений поверхностных температур различных районов Тихого океана является целесообразным.

Для достижения указанной цели решены четыре *основные задачи*.

1. Нахождение для каждого месяца фрагментов временных рядов относительных чисел Вольфа, которые значимо статистически связаны с временными рядами среднемесячных поверхностных температур наибольшего количества районов Тихого океана.
2. Оценка окружающих природных закономерностей, которые оказывают влияние на вариации годового потока солнечной радиации, поступающей на поверхность акваторий наибольшего количества районов Тихого океана.
3. Выявление и анализ физико-географических особенностей расположения районов, исследованных нами.
4. Составление и анализ карт общего расположения средних поверхностных температур воды в январе, апреле, июле, октябре.

Краткая история вопроса

Основой современных представлений о причинах изменчивости распределения поверхностных температур Тихого океана [2, 4] являются работы В. В. Шулейкина, В.Н. Степанова, В.А. Буркова, А. С. Монины, Р. В. Озмидова, У. Брокера, Г. Т. Уолкера, многих других. Важную роль в их развитии сыграли работы океанологов Украины В.Н. Еремеева, Ю.В. Артамонова, А.А. Букатова, А.И. Малышева, Е.А. Скрипалевой, В.Ф. Суховой, И.Г. Рубана, А.А. Лазарева, В.М. Панкова, А.В. Холопцева и др. Согласно их работам, к числу основных факторов, которые вызывают изменения поверхностных температур различных районов Мирового океана, относятся вариации потоков поступающих в них солнечной и тепловой радиации. К ним относятся также уходящие с океанических акваторий в атмосферу потоки длинноволновой радиации и водяного пара [5, 7]. Их действие обуславливает существование значимых статистических связей между изменениями поверхностных температур океанических акваторий и поверхности суши, а также состояний атмосферных процессов при временных сдвигах между ними, которые не превышают двух месяцев [18, 20].

Существенную роль в рассматриваемых изменениях способны играть также вариации расходов поверхностных океанических течений. В совокупности с величинами температуры переносимых ими вод образуются океанические потоки тепла. Скорости распространения в океане термических аномалий, обусловленных этими вариациями, относительно невелики. Вследствие этого, между изменениями среднемесячных поверхностных температур и режима тепловых потоков в пределах весьма удаленных друг от друга океанических районов, через которые проходит подобное течение, могут существовать статистические связи при еще больших временных сдвигах [11, 15].

Еще одним фактором изменчивости поверхностных температур океанических районов рядом авторов определены вариации интенсивности происходящего в них апвеллинга [4, 11, 20]. Причинами этих вариаций считаются чаще

всего изменения не только характеристик ветра, воздействующего на водную поверхность, но и плотность промежуточных либо верхних глубинных вод, которые в нем участвуют. При уменьшении плотности этих вод интенсивность апвеллинга с их участием возрастает, что приводит к похолоданию поверхности того океанического района, где он происходит, а при ее повышении — к ее потеплению.

Одной из наиболее существенных региональных причин, порождающих упомянутые вариации плотности вод, участвующих в апвеллинге, обычно бывают изменения их солёности [7, 12, 20]. Подобные *S*-аномалии зарождаются в регионах (очагах) формирования океанических вод, которые участвуют в апвеллинге и распространяются в глубинах океана вместе с ними. Поскольку скорости распространения рассматриваемых вод весьма невелики, за время их перемещения из соответствующих очагов в районы апвеллинга (десятки-сотни лет) происходит трансформация их солевого поля. Тем не менее, воды, ушедшие из очага более солёными, также и в район развития апвеллинга приходят более солёными и плотными. Это позволяет допускать, что между изменениями поверхностных температур воды в районах апвеллинга и вариаций их солёности может существовать значимая отрицательная корреляция при временных сдвигах между ними на десятки—сотни лет [17]. Поскольку за изменениями солёности промежуточных и глубинных вод Мирового океана, в очагах их формирования, а также в период, когда в них образовывались воды, участвующие ныне в процессе апвеллинга, наблюдений не производилось, то адекватность данной гипотезы ранее не оценивалась.

В физической географии океана выяснено [2, 5, 20], что в процессах апвеллинга, происходящих во многих районах Тихого океана, принимают участие Субантарктические промежуточные и верхние глубинные воды. Они формируются в результате погружения на соответствующие глубины поверхностных вод его Субантарктической зоны конвергенции [3]. Изменения солёности поверхностных вод этой зоны определяются вариациями расходов поверхностных течений, доставляющих в нее с юга опресненные воды. Эти воды образуются при таянии покровных и шельфовых ледников Антарктиды и айсбергов, а также сложившейся солёности океанических вод [6].

Нами учитываются высокие альбедо покровных ледников и малые значения этой характеристики. Для свободной безледной водной поверхности, понятно, что основное влияние на количество этих вод, поступающих за год в Субантарктическую зону конвергенции, оказывают вариации годового потока солнечной радиации, поступающей на поверхность ее акваторий. Вариации радиационного потока в основном обусловлены изменениями оптической плотности облачности в атмосфере над акваториями, окружающими Антарктиду, которая зависит от интенсивности образования в ней атмосферных ядер конденсации. Наиболее эффективные из этих ядер — это ионизированные молекулы атмосферных газов, образовавшиеся под воздействием вторичных

элементарных частиц, возникших при вхождении в соответствующий сегмент атмосферы космических лучей [14]. Следовательно, существенным фактором изменений солёности поверхностных вод Субантарктической зоны конвергенции чаще всего являются изменения потоков космических лучей, входящих в земную атмосферу над Антарктикой [18, 21]. Причиной таких изменений могут являться вариации солнечной активности, поскольку при ее повышении поток данных лучей уменьшается.

Фактический материал и методика исследований

При решении указанных задач как фактический материал использованы временные ряды аномалий среднемесячных значений поверхностных температур. Речь идет о всех районах Мирового океана, размерами $5^\circ \times 5^\circ$, которые представлены в [3, 16, 17]. Как характеристика солнечной активности рассматривался такой ее индекс, как соответствующее тому или иному месяцу относительное число Вольфа. Предпочтение данному индексу отдано потому, что мониторинг его изменений непрерывно осуществляется с 1749 г., а накопленный за это время временной ряд его результатов существенно длиннее, чем для любых других индексов.

Как следует из изложенного, рассматриваемые изменения поверхностных температур любых океанических районов обусловлены действием многих факторов. Статистические связи подобных факторов с изучаемыми процессами являются значимыми при различных временных сдвигах между их рядами. Вследствие этого, изученные процессы целесообразно рассматривать как многофакторные. Как известно [8, 12], к числу наиболее существенных факторов качества прогнозов подобных физико-географических процессов относятся полнота учета в соответствующих прогностических моделях их причинно-следственных связей, а также степень адекватности закладываемых в них сценариев будущего. Одним из наиболее реалистичных и достоверных сценариев изменчивости в будущем столь инерционной геосистемы как Тихий океан является сценарий, предполагающий, что на отрезке времени, для которого разрабатывается прогноз, связи изучаемого процесса и его факторов останутся такими же, какими они были в прошлом и являются ныне.

При осуществлении данного сценария наиболее робастной и точной может являться прогностическая модель исследуемого процесса, учитывающая его причинные связи с комплексом физико-географических факторов [1, 19]. В прошлом этот комплекс действовал с опережением на время, превышающее заданное значение упреждения прогноза. При решении обеих задач гипотезы Холопцева применен метод корреляционного анализа [10]. При этом вычислены значения коэффициента парной корреляции между различными фрагментами продолжительностью 33 года всего временного ряда значений относительных чисел Вольфа для того или иного месяца. Также установлена связь между соответствующими отрезками временных рядов среднемесячных аномалий

поверхностных температур различных районов Тихого океана за период 1980-2012 гг. Эти значения сопоставлены по модулю с уровнем 95% и 99% порогов достоверной корреляции по критерию Стьюдента. А они определялись с учетом числа степеней свободы соответствующих временных рядов и составляют соответственно 0.36 и 0.42 [9]. Таким образом, для каждого месяца и каждого отрезка временного ряда чисел Вольфа определены районы Тихого океана, где межгодовые изменения среднемесячных поверхностных температур в период 1980-2012 гг. значимо отрицательно коррелированы с ним.

При решении первой задачи как мера существенности некоторого фрагмента предыстории солнечной активности, принято количество районов Тихого океана, размерами $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ [2]. Для них корреляция между изучаемыми процессами отрицательна и статистически значима.

При решении второй задачи на контурные карты Тихого океана нанесены изолинии значений коэффициента парной корреляции изученных процессов, которые соответствуют уровням 95% и 99% порогов достоверной корреляции. При нанесении упомянутых изолиний использован метод триангуляции Делоне [13]. Это позволило для каждого месяца выявить его районы, в которых связь современных изменений их поверхностных температур, а также наиболее существенных фрагментов ряда чисел Вольфа является значимой.

Устойчивость и достоверность выявленных закономерностей к временным сдвигам проверена путем проведения аналогичных исследований для отрезков времени. На их основании рассматриваются изменения температур, имеющих такую же продолжительность, но начинающихся в 1975-1979 годах. При этом для каждого из этих отрезков времени описанные исследования повторены, а полученные результаты сопоставлены. Таким образом, принятая методика исследований, качество информации и ее достоверность позволяют достичь поставленной цели в данной статье.

Результаты исследований и их анализ

Статистический анализ рассматриваемых фрагментов поверхностных температур показал, что число степеней их свободы составляет 33. Учитывая это, уровни 95% и 99% порогов достоверной корреляции по критерию Стьюдента составляют примерно 0.36 и 0.42, как было подчеркнуто выше.

При решении первой задачи установлено, что в Тихом океане действительно существуют районы, где парная корреляция между изменениями их среднемесячных температур того или иного месяца в период 1980-2012 гг., а также различными фрагментами ряда чисел Вольфа, является значимой и отрицательной. Также для каждого месяца выявлены фрагменты, которые значимо статистически связаны с рядами межгодовых изменений среднемесячных поверхностных температур для наибольшего количества рассматриваемых районов. Выявлены годы начала выявленных фрагментов временных рядов относительных чисел Вольфа, соответствующих различным месяцам. Они зна-

чимо отрицательно коррелированы с изменениями температур поверхностных вод подавляющей части акватории Тихого океана в течение периода 1980-2012 гг. (табл. 1).

Таблица 1.

Годы начала фрагментов временных рядов относительных чисел Вольфа, соответствующих различным месяцам года

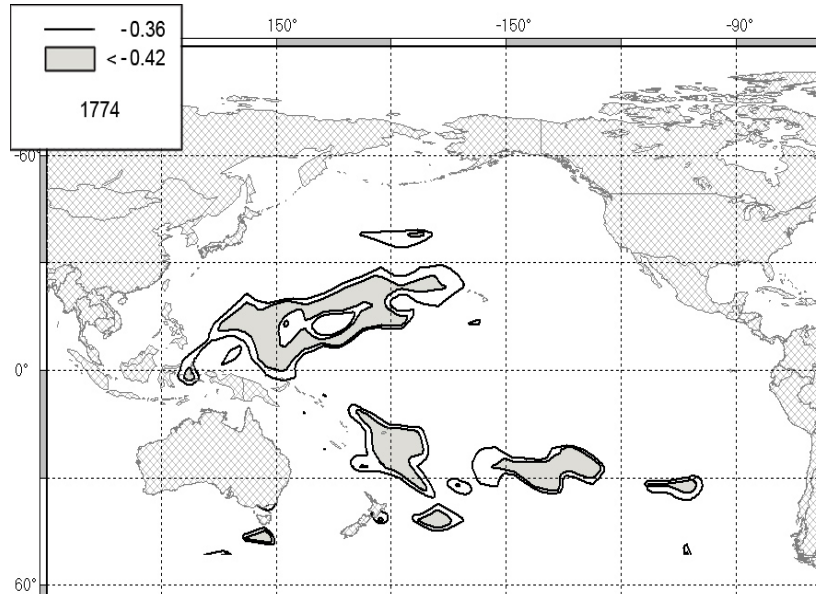
Месяцы года	Годы	Месяцы года	Годы	Месяцы года	Годы	Месяцы года	Годы
Январь	1774	Апрель	1774	Июль	1774	Октябрь	1774
Февраль	1776	Май	1776	Август	1780	Ноябрь	1776
Март	1775	Июнь	1772	Сентябрь	1778	Декабрь	1775

Как видим, при решении первой задачи гипотезы Холопцева наиболее существенные фрагменты временных рядов относительных чисел Вольфа, соответствующие различным месяцам, практически совпадают. Это подтверждает адекватность данной гипотезы. Причина адекватности — характеристики промежуточных и верхних глубинных вод Тихого океана, участвующих в апвеллинге, для большинства его районов от времени года практически не зависят. При решении второй задачи гипотезы Холопцева для каждого месяца выявлены расположения районов Тихого океана. В их пределах ряды межгодовых изменений среднемесячных поверхностных температур за 1980-2012 гг. значимо статистически связаны с наиболее существенными фрагментами ряда чисел Вольфа. Также проанализированы и их особенности.

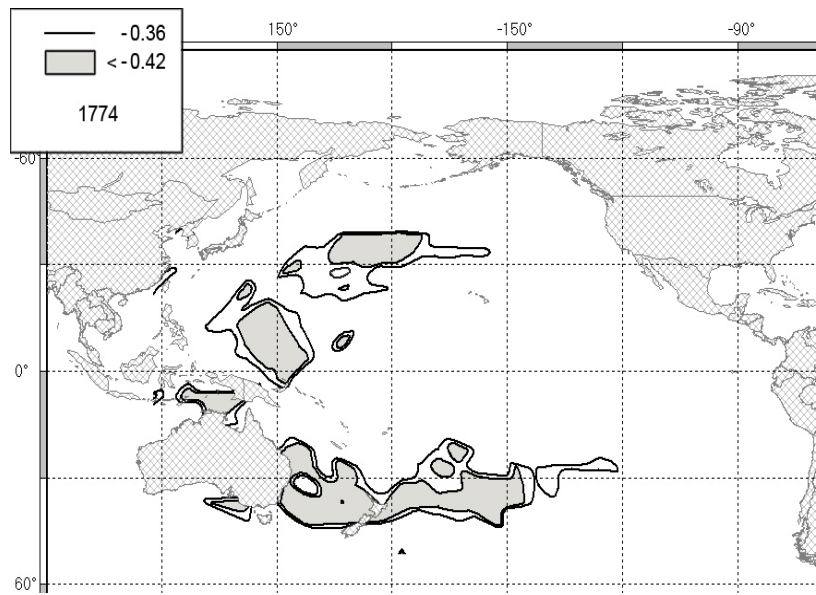
В качестве примера, на рис. 1 представлены расположения подобных районов, соответствующих таким месяцам, как январь, апрель, июль и октябрь, а также фрагментам ряда чисел Вольфа, начинающимся с 1774 г.

Из рис. А видно, что в январе области, в которых локализованы рассматриваемые районы, расположены в основном в зонах Северо-Тихоокеанского, Северо-Пассатного, Южно-Пассатного течений, т.е. и в Северном, и в Южном полушарьях. Часть заняла Теплый Тихоокеанский бассейн и Центральную область Южного Антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана. В годовом ходе изменений площади рассматриваемых областей, которые находятся в Северном полушарии, январю соответствует максимум. Площади аналогичных областей Южного полушария, при этом минимальны.

Рис. Б показывает, что в апреле аналогичные области значимой корреляции с вариациями солнечной активности расположены в зоне Северо-Тихоокеанского течения и северной периферии течения Западных ветров. Они пришлись на центральные области Южного Антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана, на Теплый Тихоокеанский бассейн, а также на области Восточно-Австралийского течения. Как видно, они проявились также



А) Январт



Б) Апрель

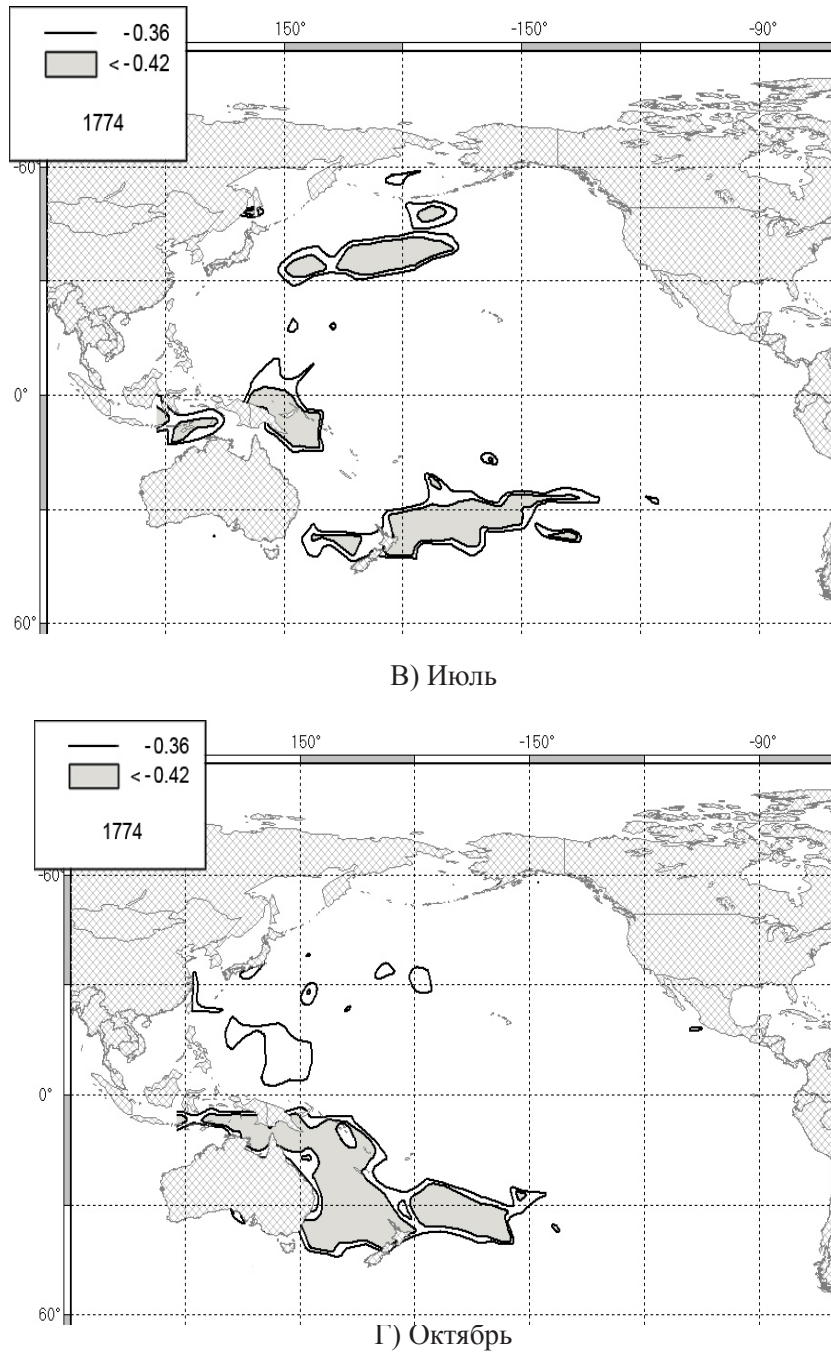


Рис. 1. Расположение районов Тихого океана, где межгодовые изменения их среднемесячных поверхностных температур в январе (А), апреле (Б), июле (В) и октябре (Г), значимо коррелированы с вариациями солнечной активности, опережающими их на 206 лет.

в Северном и Южном полушариях, однако почти полностью в западной части Океана.

Рис. В показал, что в июле рассматриваемые области со значимой корреляцией находятся по-прежнему в зонах Северо-Тихоокеанского течения и северной периферии течения Западных ветров. Они прослежены в центральной области Южного антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана, а также на экваторе, к востоку от острова Калимантан. В общем, ситуация похожа на апрельскую, но несколько меньшей площади охвата.

Как видно из рис. Г, в октябре изучаемые области находятся по-прежнему в зонах Северо-Тихоокеанского течения, где их размеры минимальны. Они расположены и в северной периферии течения Западных ветров, в центральной области Южного антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана, в областях Теплого Тихоокеанского бассейна и Восточно-Австралийского течения. В годовом ходе изменений площади областей, расположенных в южном полушарии в этом месяце достигается максимум. В Северном полушарии изученные области практически не встречаются.

Из сравнения карт/схем А-Г на рис. 1 видно, что расположения областей Тихого океана, в которых межгодовые изменения среднемесячных поверхностных температур в период 1980-2012 гг. значимо связаны с вариациями солнечной активности в период 1774-1806 гг., как и их площади, существенно зависят от погодных условий в тот или иной сезон года. При этом существуют районы, расположенные в центральной области Южного антициклонического субтропического круговорота течений Тихого океана, а также в его Теплом бассейне, где в течение любых месяцев статистические связи межгодовых изменений их поверхностных температур, а также фрагмента ряда чисел Вольфа, являются значимыми.

Расположение выявленных районов в апреле-июле соответствует положению субтропического разрыва тропопаузы Северного полушария. К тому же оно в течение любых месяцев совпадает с положением аналогичного разрыва тропопаузы Южного полушария. Это позволяет предполагать, что с тем же фрагментом предыстории вариаций солнечной активности может существовать значимая статистическая связь межгодовых изменений ОСО в соответствующих сегментах атмосферы над Южным полушарием (круглогодично), а над Северным полушарием — в весенние и летние месяцы. Годовой ход изменений площадей областей, расположенных в северном и в южном полушарии, асимметричен. Так, в Северном полушарии указанные характеристики достигают максимальных значений в январе, а в Южном — в октябре. В Северном полушарии они минимальны в октябре, а в Южном — в январе.

При проверке статистической устойчивости выявленных закономерностей к временным сдвигам установлено, что от года начала периода времени, которому соответствуют рассматриваемые временные ряды поверхностных температур различных районов Тихого океана, расположения его акваторий, где

значимыми являются связи этих характеристик с вариациями солнечной активности, опережающими их на 200-210 лет, практически не зависят. Последнее свидетельствует о целесообразности учета выявленных связей при сверхдолгосрочном прогнозировании рассматриваемых процессов.

Выводы

Таким образом, установлено:

1. Межгодовые изменения среднемесячных поверхностных температур многих районов Тихого океана значимо статистически связаны с опережающими их на 200-210 лет фрагментами ряда относительных чисел Вольфа (т. е. выдвинутая гипотеза является адекватной).

2. Расположения районов Тихого океана, для которых существуют рассматриваемые связи, существенно зависят от месяца. В Южном полушарии они в любые месяцы расположены преимущественно в зоне между параллелями 10°S и 40°S, а их суммарная площадь существенно не изменяется. В Северном полушарии суммарная площадь областей, локализирующих рассматриваемые районы, максимальна в январе и минимальна в октябре, а сами они располагаются в основном между экватором и параллелью 40°N.

3. В большинстве выявленных районов на протяжении всего года существует апвеллинг, в котором участвуют Субантарктические промежуточные и верхние глубинные воды.

4. Выявленные статистические связи обладают устойчивостью к временным сдвигам, что указывает на целесообразность их учета при моделировании и прогнозировании изучаемых процессов, а также изменений климата и ландшафтов регионов, на которые влияют вариации поверхностных температур установленных районов Тихого океана.

5. Поскольку многие из выявленных районов Тихого океана расположены под субтропическими струйными течениями, то представляется вероятным наличие значимых статистических связей тех же фрагментов предыстории чисел Вольфа с современными изменениями состояний соответствующих сегментов озоносферы, которые целесообразно учитывать при их моделировании и прогнозировании. В дальнейшем аналогичные исследования предполагается произвести для Атлантического и Индийского океанов.

Список использованной литературы

1. *Белевич М.Ю.* Математическое моделирование гидрометеорологических процессов (учебное пособие). – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2000. – 213с.
2. *Бензема В.Ю.* Пространственно-временная изменчивость гидрофизических полей океана. – СПб: Нева, 2009. – 320 с.
3. *Бурков В.А.* Общая циркуляция Мирового океана. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. – 254 с.
4. *Бышев В.И.* Синоптическая и крупномасштабная изменчивость океана и атмосферы. – Москва: Наука, 2003. – 344 с.
5. *Гилл А.* Динамика атмосферы и океана: Том 1. – Москва: Мир. – 1986. – 396 с.

6. Гусев А.М. Антарктида. Океан и атмосфера. – Москва: Просвещение, 1983. – 151 с.
7. Доронин Ю.П. Физика океана. – СПб: Изд-во РГГМУ. – 2000. – 302 с.
8. Емельянов А.Г. Теоретические основы комплексного физико-географического прогноза. – Калинин: Облиздат, 1988. – 233 с.
9. Закс Ш. Теория статистических выводов. – Под ред. Беляева Ю.К. – Москва: Мир, 1985. – 776 с.
10. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. – Москва: Физматлитиздат, 2006. – 816 с.
11. Питербарг Л.И. Динамика и прогноз крупномасштабных аномалий температуры поверхности океана. Л.: Гидрометеониздат. 1989. 199с.
12. Пузаченко Ю.Г. Методологические основы географического прогноза и охраны среды. М., 1998.
13. Скворцов А.В. Триангуляция Делонэ и ее применение. – Томск: Изд-во Томского гос. университета, 2002. – 128 с.
14. Стожков Ю.И. Космические лучи и атмосферные процессы, причины изменений климата. – СПб: Изд-во БШФФ, 2007. – С. 56 – 60.
15. Суховой В.Ф. Изменчивость гидрологических условий Атлантического океана. – Киев: Наукова думка, 1977. – 214 с.
16. Холопцев А.В., Никифорова М.П. Солнечная активность и прогнозы физико-географических процессов. – Saarbrücken: Lambert Acad. Publ., 2013. –333 p.
17. Холопцев А.В., Никифорова М.П. Роль Мирового океана в изменчивости озоносферы. – Saarbrücken: Lambert Acad. Publ., 2013a.– 158 p.
18. Холопцев А.В., Шуйский Ю.Д. Изменения характеристик подстилающей поверхности как фактор изменений температуры воздуха на Земле // Причорномор. Екологічний бюлетень. – 2007. – № 4. – С. 119 – 129.
19. Хьюбер Д.П. Робастность в статистике. – Москва: Мир. – 1984. – 304 с.
20. Шулейкин В.В. Физика моря. – Москва: Наука, 1968. – 1083 с.
21. Cannizzaro, F., Greco, G., Ranelli, M. Concentration Measurements of ^{14}Be at ground level air at Palermo, Italy, — comparison with solar activity over a period 21 years // Jour. Environ. Radioactivity. – 2004. – № 72. – P. 259 – 271.

References

- [1] Belevich M.Yu. 2000. Matematicheskoe modelirovanie gidrometeorologicheskikh processov (uchebnoe posobie). SPb.: Izd-vo RGGMU.
- [2] Benzeman V.Yu. 2009. Prostranstvenno-vremennaya izmenchivost' gidrofizicheskikh polej okeana. SPb: Neva.
- [3] Burkov V.A. 1980. Obschaya cirkulyaciya Mirovogo okeana. Leningrad: Gidrometeoizdat.
- [4] Byshev V.I. 2003. Sinopticheskaya i krupnomasshtabnaya izmenchivost' okeana i atmosfery. Moskva: Nauka.
- [5] Gill A. 1986. Dinamika atmosfery i okeana: T. 1. Moskva: Mir.
- [6] Gusev A.M. 1983. Antarktida. Okean i atmosfera. Moskva: Prosveschenie.
- [7] Doronin Yu.P. 2000. Fizika okeana. SPb: Izd-vo RGGMU.
- [8] Emel'yanov A.G. 1988. Teoreticheskie osnovy kompleksnogo fiziko-geograficheskogo prognoza. Kalinin: Oblizdat.
- [9] Zaks Sh. 1985. Teoriya statisticheskikh vyvodov. Moskva: Mir.
- [10] Kobzar' A.I. 2006. Prikladnaya matematicheskaya statistika. Moskva: Fizmatlitizdat.
- [11] Piterbarg L.I. 1989. Dinamika i prognoz krupnomasshtabnyh anomalij temperatury poverhnosti okeana. L.: Gidrometeoizdat.
- [12] Puzachenko Yu.G. 1998. Metodologicheskie osnovy geograficheskogo prognoza i ohrany sredy. M.
- [13] Skvorcov A.V. 2002. Triangulyaciya Delon'e i ee primenenie. Tomsk: Izd-vo Tomskogo gos. universiteta.
- [14] Stozhkov Yu.I. 2007. Kosmicheskie luchy i atmosferynye processy, prichiny izmenenij klimata. – SPb: Izd-vo BShFF.
- [15] Suhovej V.F. 1977. Izmenchivost' gidrologicheskikh uslovij Atlanticheskogo okeana. Kiev: Naukova dumka.
- [16] Holopcev A.V., Nikiforova M.P. 2013. Solnechnaya aktivnost' i prognozy fiziko-geograficheskikh processov. – Saarbrücken: Lambert Acad. Publ.
- [17] Holopcev A.V., Nikiforova M.P. 2013. Rol' Mirovogo okeana v izmenchivosti ozonosfery. Saarbrücken: Lambert Acad. Publ.
- [18] Holopcev A.V., Shujskij Yu.D. 2007. **Izmeneniya karakteristik podstilayushej poverhnosti kak faktor izmenenij temperatury vozduha na Zemle. Prichornomor. Ekologichnij byuleten (4): 119 – 129.**

- [19] H'yuber D.P. 1984. Robastnost' v statistike. Moskva: Mir.
[20] Shulejkin V.V. 1968. Fizika morya. Moskva: Nauka.
[21] Cannizzaro, F., Greco, G., Ranelli, M. 2004. Concentration Measurements of ^{7}Be at ground level air at Palermo, Italy, — comparison with solar activity over a period 21 years. Jour. Environ. Radioactivity (72): 259 – 271.

Статья поступила в редакцию 17 января 2014 года

¹Шуйський Ю.Д., доктор геогр. наук, професор
²Холопцев О.В., доктор геогр. наук, професор
¹кафедра фізичної географії та природокористування,
Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна
²кафедра навігації та безпеки мореплавства,
Севастопольська Морська академія,
вул. Рибаків, 7А, Севастополь-14, 99014,
Україна

МІЖРІЧНА МІНЛИВІСТЬ ПОВЕРХНЕВИХ ТЕМПЕРАТУР ОКЕАНІЧНИХ АКВАТОРІЙ ТА ВАРІАЦІЇ СОНЯЧНОЇ АКТИВНОСТІ (НА ПРИКЛАДІ ТИХОГО ОКЕАНУ)

Резюме

На прикладі Тихого океану показано, що статистично суттєвими чинниками міжрічних змін середньомісячних значень поверхневих температур океанічних акваторій в районах розвитку апвелінгу. У період 1973-2012 рр. фрагментарно склалися ряди відносних чисел Вольфа, котрі передують ним на 200-210 років. Вивчено особливості сезонних змін розташувань районів Тихого океану, для яких має місце суттєва негативна кореляція між відповідними фрагментами часових рядів тих процесів, що розглядаються. Визначено фрагменти ряду чисел Вольфа, для яких є статистично суттєвим їх зв'язок зі змінами пересічнорічних поверхневих температур максимальної кількості районів даного океану у тому чи іншому місяці. Для подібних фрагментів встановлено розташування океанічних районів, де зазначений зв'язок є статистично суттєвим. Підтверджена статистична стійкість зв'язків, що встановлено до варіацій років, з яких починаються фрагменти часових рядів процесів, що вивчаються. Тому їх доцільно ураховувати при розробці прогнозів мінливості стану Світового океану та клімату.

Ключові слова: Тихий океан, вода, температура, Сонце, активність, коливання, клімат.

Shuisky, Yu.D., DrSci, Prof.

Kholoptsev, A.V., DrSci, Prof.

¹Physical-Geography & Environm. Manag. Dept.,
National Mechnikov's Univ. of Odessa,
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

²Maritime Academy,
Dept. of Navigation,
Rybakov Str., 7A, Sevastopol-53, 99053,
Ukraine

INTERANNUAL VARIABILITY OF SURFACE OCEAN WATERS TEMPERATURE AND SOLAR ACTIVITY VARIATIONS (FOR EXAMPLE THE PACIFIC OCEAN)

Abstract

On the example of Pacific shows, that statistically significant factor of interannual variations of monthly surface temperature of ocean regions water, where, during the 1973-2012 y., was upwelling, are fragments of variations in solar activity history, which are ahead of them in 200-210 years. Studied seasonal changes in locations of the Pacific, for which there is a significant negative correlation between the corresponding fragments of time series of the processes involved. Identified the fragments of Wolf number series, which are statistically significantly associated with interannual changes in surface temperature maximum number of areas of ocean current in a given month. The Oceanic maps of distribution of real connections of surface water temperature with «Wolf-number» within the Pacific aquatory were constructed during our research.

For these fragments, positions oceanic regions in which said communication is statistically significant. Demonstrated the presence of statistical stability identified links to variations years beginning fragments of time series processes studies. Therefore, they should be considered when developing super long forecasts variability states of the Ocean and Climate. In the article hypothesis by Kholoptsev was suggested about clear correlation between temperature of the oceanic waters and solar activity for the aquatory regions of upwellings.

Keywords: Pacific Ocean, water, temperature, Sun, solar activity, equilibrium, climate.