

## Атмосферная циркуляция в северном полушарии и угловой момент вращения земли

*Александр Холопцев, Мария Никифорова*

Севастопольская морская академия  
299014, Севастополь, ул. Рыбаков, 5-а., e-mail: kholoptsev@mail.ru

**Аннотация.** Выявлены условия, при которых статистические связи межгодовых изменений суммарных продолжительностей периодов преобладания в Северном полушарии Земли ЭЦМ, относящихся к группам МС и МЮ с вариациями средних температур поверхности ряда районов Мирового океана, а также углового момента вращения Земли являются значимыми. Эти условия позволяют предполагать возможность использования выявленных связей при прогнозировании.

**Ключевые слова:** элементарный циркуляционный механизм, угловой момент вращения Земли, температура поверхности океана, корреляция, чандлеровский период.

### ВВЕДЕНИЕ

Атмосферная циркуляция является одним из важнейших климатообразующих, а также ландшафтообразующих факторов. Поэтому выявление особенностей влияния различных природных процессов на межгодовые изменения ее характеристик является актуальной проблемой физической географии, геофизики ландшафтов и биогеографии. Наибольший интерес решение данной проблемы представляет в отношении процессов глобальных, способных оказывать влияние на все компоненты физико-географической оболочки нашей планеты.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Выявление закономерностей, управляющих изменениями состояния атмосферной циркуляции, а также позволяющих прогнозировать его перемены, является одной из основных научных проблем физики атмосферы и синоптики. Поэтому к ее решению привлечено внимание ученых уже более столетия. Его поиски осложнены тем, что в тропосферу непрерывно поступают потоки

тепла и водяного пара, которые формируются различными участками земной поверхности и изменяющиеся по разным законам. Поэтому ее воздух подвергается воздействию многочисленных факторов, большинство из которых являются неконтролируемыми, в то время как его стратификация неустойчива. В результате, в изменениях состояния атмосферной циркуляции всегда присутствует весьма мощная случайная составляющая. Из этого отнюдь не следует, что количество квазиустойчивых состояний подобного многофакторного и лишь частично наблюдаемого процесса не может быть ограничено, а их перемены не подчиняются некоторым законам.

Основой современных представлений о межгодовой и сезонной изменчивости преобладающих типов макроциркуляционных процессов в Северном полушарии Земли являются работы Г. Я. Вангейма [1], Б. Л. Дзердиевского [2] и А. А. Гирса [3].

Анализ ежедневных синоптических карт для Северного полушария за 1936 – 1946 гг. позволил Б. Л. Дзердиевскому, а также его ученицам В. М. Курганской и З. М. Витвицкой, предложить схему типизации этих процессов, которая основана на учете перемещений циклонов и антициклонов во внетропических широтах. Среди различных макроциркуляционных процессов Северного полушария упомянутыми учеными выделены их 41 вид, каждый из которых отличается от других направлением и количеством арктических блокингов и выходов южных циклонов. Соответствующие этим видам системы воздушных течений во всем Северном полушарии Земли получили название элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) [4].

По Б. Л. Дзердиевскому каждый ЭЦМ обладает устойчивостью на протяжении в среднем 4 – 6 суток и обеспечивает в это время происходящий в данном полушарии воздухообмен и теплообмен. Переход от одного ЭЦМ к другому происходит практически скачкообразно. В соответствии с предложенной Б. Л. Дзер-

диейским схемой типизации ЭЦМ, все выявленные их виды объединены в 13 типов, которые различаются наличием или отсутствием блокирующих процессов и их направлениями. По количеству блокирующих процессов упомянутые типы ЭЦМ объединены в 4 группы циркуляции.

К первой группе, которая называется зональной (З), отнесены типы ЭЦМ 1 и 2, при которых над Арктикой атмосферное давление повышено, блокирующие процессы отсутствуют, отмечаются одновременные выходы южных циклонов в двух – трех секторах полушария. Вторая, названная группой нарушения зональности (НЗ), объединила ЭЦМ, относящиеся к типам 3 – 7, при которых в районе Северного полюса расположен антициклон, наблюдаются один арктический блокинг и 1 – 3 выхода южных циклонов. Типы ЭЦМ 8 – 12, при которых атмосферное давление в районе Северного полюса повышено, происходят 2 – 4 блокирующих процесса и 2 – 4 выхода южных циклонов образовали третью группу, названную меридиональная северная (МС). В четвертую группу, получившую название меридиональная южная (МЮ), вошел тип 13 ЭЦМ, для которого характерно наличие над Арктикой области пониженного атмосферного давления, развитие циклонической деятельности на арктическом фронте, а также вхождение из низких широт в высокие 3 – 4 циклонов, которые увлекают за собой теплый и влажный воздух.

Наиболее существенно влияют на изменения температурного режима в Северном полушарии вариации суммарной продолжительности периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к той или иной группе, которые принято оценивать за месяц или год.

Установлено [5], что ЭЦМ, относящиеся к группе З, преобладали в данном полушарии в начале XX в. В 20 – 40-е годы здесь доминировали ЭЦМ, принадлежащие к группе НЗ. Начиная с середины 50-х годов, в Северном полушарии господствуют ЭЦМ, которые входят в группу МЮ, в то время как суммарные продолжительности периодов преобладания ЭЦМ НЗ и З снижаются. При этом в XXI в. суммарная продолжительность периодов преобладания ЭЦМ всех групп, кроме МС, оцененная за год, устойчиво снижается, в то время как для последней – она возрастает. Учитывая это наиболее важным решением проблемы, рассматриваемой в данной работе, представляется в отношении ЭЦМ, принадлежащих к группам МЮ и МС.

Еще одной причиной вызывающей значительный интерес к изучению факторов, влияющих на повторяемость ЭЦМ этих групп, является их существенное влияние на изменения климата. Поскольку в период преобладания ЭЦМ, относящихся к группе МЮ, теплый и влажный воздух активно проникает в высокие широты, увеличение суммарной продолжительности этих периодов не может не вызывать повышения средних температур в Северном полушарии планеты. Точно также и увеличение суммарной продолжительности периодов преобладания ЭЦМ группы МС вызывает активное проникновение арктического воздуха в низкие широты и похолодание [6].

Несмотря на то, что изучению закономерностей, которые вызывают смену ЭЦМ в Северном полушарии нашей планеты, а также изменения суммарных продолжительностей периодов преобладания различных их групп посвящены работы многих отечественных и зарубежных авторов, конкретные природные механизмы, порождающие эти явления, до сих пор не установлены.

Принято считать, что одним из таких механизмов является взаимодействие океана и атмосферы. В процессе этого взаимодействия океан воздействует на атмосферу потоками тепла и водяного пара, поступающими с различных участков его поверхности, которые определяют значениями их средних поверхностных температур (ТПО). Поэтому вариации распределения ТПО Мирового океана порождают соответствующие изменения поля атмосферного давления, которые и представляют собой сигналы, которые непосредственно воздействуют на атмосферную циркуляцию [7].

Нетрудно видеть, что вариации ТПО далеко не любых районов Мирового океана способны значимо влиять на изменения суммарной продолжительности периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к той или иной группе. Тем не менее, необходимым условием наличия такой способности является наличие сильной статистической связи с этими изменениями межгодовых вариаций ТПО таких районов. Несмотря на это, районы Мирового океана, в которых вариации их ТПО способны влиять на изменения суммарной продолжительности периодов преобладания ЭЦМ той или иной группы, не выявлены.

Одним из факторов, значимо влияющим на распределение ТПО океанических акваторий, является циркуляция вод Мирового океана, характеристики которой во многом определяются особенностями осевого вращения Земли и сами способны породить его неравномерность [8, 9]. При этом можно предположить существование акваторий, для которых межгодовые вариации их ТПО значимо статистически связаны с межгодовыми изменениями углового момента вращения нашей планеты. Некоторые из этих акваторий могут быть расположены так, что межгодовые вариации их ТПО способны значимо влиять на изменения суммарной продолжительности периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к той или иной группе. В подобном случае на последние смогут ощутимо влиять также межгодовые изменения углового момента вращения Земли (численной характеристикой которого является индекс GLAAM).

Изложенные соображения позволяют предположить, что неравномерность вращения нашей планеты, проявляющаяся в соответствующих вариациях ее углового момента, способна участвовать в формировании сигналов, управляющих переключением ЭЦМ, а между этими вариациями и изменениями суммарной продолжительности периодов преобладания тех или иных групп ЭЦМ возможно существование значимых статистических связей.

В 1892 г. С. Чандлер обнаружил в спектре изменений периода осевого вращения Земли период, равный приблизительно 428 суткам ( $\approx 14$  месяцев). Несмотря на более чем вековую историю исследований чандлеровских колебаний, механизмы, обуславливающие межгодовые

вариации их характеристик, до сих пор не установлены. Попытки объяснить природу подобных колебаний влиянием на осевое вращение Земли землетрясений, атмосферных флуктуаций и магнитосферных вариаций, вызванных изменениями интенсивности потока солнечного ветра, к успеху не привели. Было доказано, что воздействия подобных факторов на много порядков, меньше момента, необходимого для их возбуждения [10]. В современный период, как возможные причины межгодовых изменений скорости вращения Земли, рассматриваются соответствующие вариации характеристик океанических приливов, а также состояния процесса Эль-Ниньо – Южное колебание [8]. Несмотря на то, что установлена недостаточность энергии атмосферных процессов для возбуждения чандлеровских колебаний, вопрос о том способны ли последние вызывать вариации характеристик этих процессов, приводящие к изменениям продолжительности периодов преобладания в атмосфере ЭЦМ той или иной группы, до сих пор остается открытым.

Последнее позволяет предположить, что неравномерность осевого вращения Земли непосредственно влияет на циркуляцию вод Мирового океана, что порождает соответствующие вариации ТПО его районов, в которых эти вариации способны значимо влиять на изменения суммарной продолжительности периодов преобладания в атмосфере над Северным полушарием планеты ЭЦМ, относящихся к некоторой их группе.

#### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

Несмотря на продолжительный мониторинг обозначенных выше процессов, особенности статистических связей между ними изучены недостаточно. На сегодняшний день остается неустановленным:

- месяцы, в которые изменения суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ МС или МЮ, значимо статистически связаны с вариациями индекса GLAAM, опережающими их на некоторое время  $\delta$ ;
- районы Мирового океана, в которых изменения ТПО в такие месяцы значимо связаны с совпадающими по времени вариациями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ МС или МЮ;
- районы Мирового океана, в которых изменения ТПО в те же месяцы значимо связаны с вариациями индекса GLAAM, опережающими их на выявленное время  $\delta$ .

Учитывая изложенное, *объектом исследования* в данной работе являются межгодовые изменения соответствующих различным месяцам суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ МЮ и МС, ТПО различных районов Мирового океана, а также вариации углового момента вращения Земли. *Предметом исследования* являются статистические связи межгодовых изменений суммарных продолжительностей периодов преобладания в земной атмосфере ЭЦМ, относящихся к группам МЮ и МС, а также вариаций углового момента вращения Земли, соответствующих различным месяцам. *Целью работы* является проверка выдвинутой гипотезы,

выявление условий, при которых статистические связи между рассматриваемыми процессами являются значимыми, а также океанических районов, изменения ТПО которых обуславливают существование таких связей.

Для достижения указанной цели решены следующие задачи:

- определение временных сдвигов  $\delta$  между вариациями индекса GLAAM, а также изменениями суммарных продолжительностей в том или ином месяце периодов преобладания ЭЦМ МС или МЮ, при которых статистические связи между ними являются наиболее сильными;
- для месяцев, в которые сила статистической связи между упомянутыми процессами является максимальной, выявление районов Мирового океана, в которых межгодовые вариации их ТПО значимо статистически связаны с совпадающими по времени изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ МС или МЮ, а также с изменениями индекса GLAAM, опережающими их на время  $\delta$ .

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Несмотря на то, что стационарность изучаемых процессов не доказана, как количественная мера силы статистической связи между ними использовано соответствующее значение модуля коэффициента парной корреляции рассматриваемых фрагментов их временных рядов. Поэтому при решении всех трех поставленных задач использован метод корреляционного анализа [11]. Для приближенной оценки достоверности статистического вывода о значимости выявленной связи, вычисленное значение коэффициента парной корреляции рассматриваемых фрагментов тех или иных временных рядов сравнивалось с соответствующим уровнем 99% порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента. Упомянутый уровень определен с учетом их числа степеней свободы [12].

При решении первой задачи для каждой группы ЭЦМ и каждого месяца оценены значения временного сдвига между изменениями суммарной продолжительности периода ее преобладания (следствие), а также вариациями индекса GLAAM (причина), при которых сила статистической связи между ними является максимальной. Кроме того аналогичным образом определена оптимальная длина сопоставляемых фрагментов временных рядов рассматриваемых процессов, при которых отношение максимального значения коэффициента их корреляции к уровню 99% порога является наибольшим.

Поскольку связи между изучаемыми процессами рассматривались при условии, что вариации индекса GLAAM совпадают по времени или опережают на  $\delta$  изменения соответствующих характеристик ЭЦМ, статистические связи между их временными рядами оценены для фрагментов длиной 54 года. Фрагменты всех изучаемых рядов индекса GLAAM соответствуют периоду 1958 – 2011 гг. Начала рассматриваемых фрагментов рядов суммарной продолжительности ЭЦМ той

или иной группы запаздывают по отношению к ним на 0 – 23 мес. Это позволило определить месяцы, в которые статистические связи изучаемых процессов, при выявленных сдвигах  $\delta$ , обладают наибольшей силой.

Вторая задача решается в три этапа.

На первом этапе, для каждого такого месяца определены расположения океанических акваторий, где межгодовые изменения суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группам МЮ и МС, значимо коррелированы с совпадающими по времени вариациями их ТПО. При оценке силы связи между рассматриваемыми процессами анализировались фрагменты их временных рядов оптимальной длины, выявленной в ходе решения первой задачи. На втором этапе, определены расположения океанических акваторий, где изменения их ТПО значимо коррелированы с опережающими на то же время  $\delta$  вариациями индекса GLAAM. На третьем этапе для тех же месяцев и каждого океанического района вычислено произведение значений коэффициентов парной корреляции, полученных при выполнении первого и второго этапа. Результат сопоставлен с уровнем, соответствующим квадрату 95% порога достоверной корреляции по критерию Стьюдента для изучаемых фрагментов временных рядов.

Границы областей, которые включают все выявленные районы, нанесены на контурные карты соответствующих океанов с использованием метода триангуляции Делоне [13].

В ходе подобных исследований как фактический материал использованы соответствующие каждому месяцу временные ряды суммарных продолжительностей ЭЦМ, относящихся к группам МЮ и МС, которые получены из [14]. Как фактический материал об изменениях среднемесячных значений индекса GLAAM, использованы соответствующие каждому месяцу временные ряды, представленные в [15]. Указанные ряды соответствуют периоду, начинающемуся с января 1958 года. Как фактический материал об изменениях ТПО различных районов Мирового океана использованы результаты реанализа среднемесячных значений их аномалий, временные ряды которых, представлены в [16]. При этом учитывались океанические районы, размерами  $5^\circ \times 5^\circ$ , в которых в период с января 1950 г. пропуски данных отсутствуют.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

В качестве примера, в табл. 1 представлены значения сдвигов, соответствующие наиболее сильным связям между временными рядами изучаемых процессов длиной 54 члена.

Из табл. 1 следует, что межгодовые изменения продолжительностей преобладания ЭЦМ, относящихся к группе МЮ, наиболее сильно связаны с опережающими их по времени вариациями углового момента вращения Земли в марте – апреле, при сдвигах по времени между этими процессами на 14 – 15 мес., которые приблизительно равны чандлеровскому периоду прецессии

**Табл. 1.** Значения сдвигов ( $\delta$ ) между временными рядами, содержащими по 54 члена, межгодовых изменений суммарных продолжительностей ЭЦМ МЮ и МС, а также вариациями индекса GLAAM, которым соответствуют наибольшие значения ( $K_{\mu}$ ) их взаимокорреляционных функций (уровень 99% порога равен 0,33)

Месяц ЭЦМ	ЭЦМ МЮ		ЭЦМ МС	
	$\delta$ (мес)	$K_{\mu}$	$\delta$ (мес)	$K_{\mu}$
январь	17	0,32	17	-0,29
февраль	16	0,38	16	-0,31
март	15	0,42	19	-0,32
апрель	14	0,41	18	-0,41
май	13	0,36	17	-0,40
июнь	12	0,25	17	-0,30
июль	12	0,25	16	-0,29
август	12	0,22	15	-0,27
сентябрь	11	0,20	14	-0,27
октябрь	12	0,19	13	-0,29
ноябрь	12	0,19	12	-0,28
декабрь	12	0,13	11	-0,24

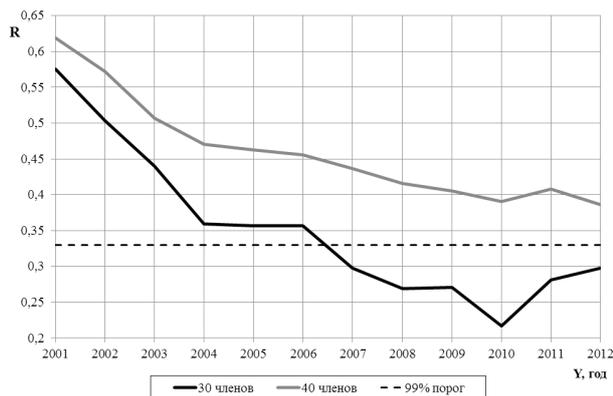
земной оси. С достоверностью не ниже 99% значимая связь между рассматриваемыми процессами существует при сдвигах от 13 до 16 мес.

Из табл. 1 также видно, что наиболее сильной статистической связью межгодовых изменений суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группе МС, а также опережающих их по времени вариаций углового момента вращения Земли, является в апреле – мае, при сдвигах по времени между этими процессами 17 – 18 мес. Корреляция данных процессов отрицательна и по модулю ощутимо превышает уровень 99% порога по критерию Стьюдента.

Месяцы и значения сдвигов  $\delta$  между фрагментами временных рядов изучаемых процессов, для которых статистические связи между ними обладают максимальной силой, от длины этих фрагментов (при ее изменениях в пределах от 30 до 50) не зависят. При этом отношение максимума функции корреляции к уровню 99% порога достигает наибольшей величины, если каждый из них содержит по 40 членов, а по времени ряд ЭЦМ соответствует периоду 1962 – 2001 гг.

В качестве примера, на рис. 1 приведены зависимости коэффициента парной корреляции между фрагментами ряда межгодовых изменений суммарной продолжительности в марте периодов преобладания ЭЦМ, относящихся к группе МЮ, а также фрагментами ряда индекса GLAAM, которые опережают их на  $\delta = 15$  мес., от годов их окончания, при длине 30 и 40 членов.

Как следует из рис. 1, статистическая связь наиболее сильна при длине фрагментов в 40 членов рассматриваемых рядов, а ряд продолжительности преобладания ЭЦМ МЮ, начинается в 1962 г. Из него видно также, что по мере увеличения года окончания фрагмента упомянутого ряда, сила его статистической связи с индексом GLAAM снижается. Как известно, в период с 1962 г. по 2001 г. произошло наиболее существенное за послед-



**Рис. 1.** Зависимости от года окончания временных рядов межгодовых изменений суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ МЮ, силы их статистической связи ( $K_{\mu}$ ) с вариациями индекса GLAAM, которые опережают их на 15 мес

**Fig. 1.** Dependence on the year of interannual changes time series end of the periods total duration of ECM MS of their statistical connection strength ( $K_{\mu}$ ) with GLAAM index variations that are ahead of them on 15 months

ний столетний отрезок времени повышение глобальных температур на нашей планете. Из этого следует, что наиболее сильным влиянием неравномерности вращения нашей планеты на вариации суммарной продолжительности периодов преобладания ЭЦМ МЮ было в период наиболее резкого потепления ее климата.

Аналогичные закономерности выявлены и для зависимости силы статистической связи ( $K_{\mu}$ ) межгодовых изменений в апреле – мае суммарных продолжительностей преобладания ЭЦМ МС, а также опережающих их на 18 – 17 мес. вариаций индекса GLAAM.

В процессе решения второй задачи установлено, что основная часть районов, в которых межгодовые вариации их ТПО в апреле значимо связаны как с совпадающими по времени изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ МС и МЮ, так и с опережающими изменениями углового момента вращения Земли, расположена в Тихом океане. При этом количество подобных районов монотонно возрастает по мере увеличения года начала фрагментов рассматриваемых временных рядов, что свидетельствует об усилении связей между соответствующими процессами.

В качестве примера, на рис. 2 показаны районы Тихого океана, где межгодовые вариации их ТПО в апреле значимо связаны как с совпадающими по времени изменениями продолжительностей преобладания ЭЦМ МЮ, так и с опережающими изменениями индекса GLAAM.

На рис. 3 показаны районы Тихого океана, где межгодовые вариации их ТПО в апреле значимо связаны как с совпадающими по времени изменениями продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ МС, так и с опережающими изменениями индекса GLAAM.

Полученные результаты подтверждают адекватность выдвинутой гипотезы. Из них следует, что причиной существования значимой статистической связи межгодовых изменений рассматриваемой характеристики ЭЦМ МЮ, для марта – апреля, с вариациями углового момента вращения Земли, которые опережают их на 15 – 14 мес., может являться влияние подобных вариаций на ТПО ряда океанических акваторий. Расположение некоторых из них совпадает с расположением области, где вариации их ТПО способны вызывать изменения продолжительности преобладания ЭЦМ МЮ. Аналогичный вывод может быть сделан и в отношении связи изменений повторяемости ЭЦМ МС (в апреле – мае) с вариациями индекса GLAAM, которые опережают их на 18 мес.

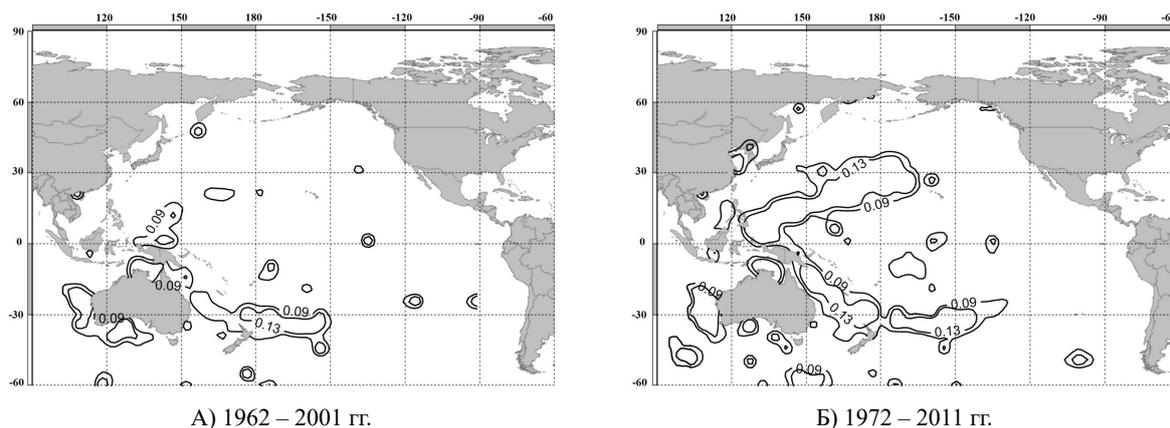
Весьма любопытным является совпадение с чандлеровским периодом прецессии земной оси, выявленного временного сдвига  $\delta$ , при котором связь изменений GLAAM с межгодовыми изменениями преобладания ЭЦМ МЮ, а также ТПО соответствующих океанических акваторий, обладает наибольшей силой. Данный факт позволяет предполагать возможность существования положительной обратной связи между собственными колебаниями оси вращения нашей планеты, а также процессами в Мировом океане, способными влиять, как на распределение его ТПО, так и на атмосферную циркуляцию. При наличии подобной обратной связи, чандлеровские колебания могут представлять собой не свободные колебания в разомкнутой системе, энергия которых непрерывно подпитывается неким сторонним источником [9, 10], а автоколебательный процесс на частоте собственного резонанса замкнутой системы.

## ВЫВОДЫ

Статистические связи межгодовых изменений суммарных продолжительностей периодов преобладания в Северном полушарии ЭЦМ, которые относятся к группам МЮ и МС, а также вариаций углового момента вращения Земли действительно могут быть значимыми. Подобная связь для ЭЦМ МЮ является значимой, если они соответствуют марту и апрелю, а временные ряды индекса GLAAM опережают их на 15 – 14 мес. В отношении ЭЦМ МС аналогичный вывод справедлив, если их изменения соответствуют апрелю – маю, а GLAAM опережает их на 18 – 17 мес.

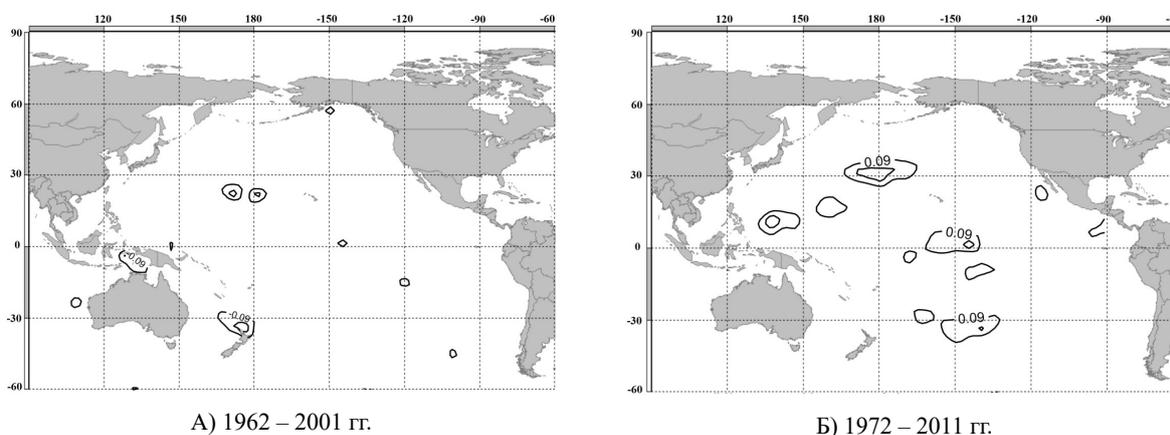
В Тихом, Атлантическом и Индийском океане имеются области, где межгодовые изменения ТПО значимо коррелированы с вариациями периодов преобладания ЭЦМ МЮ и МС, при условии, что последние совпадают с ними по времени, а также с вариациями углового момента вращения Земли, которые опережают их на 15 – 14, либо 18 – 17 мес.

Выявленные связи в современный период усиливаются, что позволяет предполагать возможность их использования в задачах моделирования и прогнозирования.



**Рис. 2.** Районы Тихого океана, где межгодовые вариации их ТПО в апреле значимо связаны как с совпадающими по времени изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ МЮ, так и с опережающими изменениями углового момента вращения Земли

**Fig. 2.** Pacific Ocean areas, where interannual variations of their SST in April are significantly correlated with changes of total duration of the predominance periods of ECM MS and with angular momentum of Earth's rotation changes



**Рис. 3.** Районы Тихого океана, где межгодовые вариации их ТПО в апреле значимо связаны как с совпадающими по времени изменениями суммарных продолжительностей периодов преобладания ЭЦМ МС, так и с опережающими изменениями углового момента вращения Земли

**Fig. 3.** Pacific Ocean areas, where interannual variations of their SST in April are significantly correlated with changes of total duration of the predominance periods of ECM MN and with angular momentum of Earth's rotation changes

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вангейм Г. Я. 1946. О колебаниях атмосферной циркуляции над Северным полушарием // Известия АН СССР. Сер. Географ. и Геофиз. № 5. 405-416.
2. Дзердиевский Б. Л., Курганская В. М., Витвицкая З. М. 1946. Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов. Л.: Гидрометеиздат. 80.
3. Гирс А. А. 1974. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат, 488.
4. Кононова Н. К. 2014. Циркуляция атмосферы в Европейском секторе северного полушария в XXI веке и колебания температуры в Крыму // Геополитика и экогеодинамика регионов. Том 10. Вып. 1, 633-640
5. Кононова Н. К. 2014. Peculiarities of atmospheric circulation of Northern hemisphere during end XX – beginning XXI centuries and its reflection in climate // Complex systems. No.2 (11), 11-36.
6. Сидоренков Н. С. 1991. Многолетние изменения атмосферной циркуляции и колебания климата в первом естественном синоптическом районе // Труды Гидрометцентра СССР. Вып. 316, 93-105.
7. Матвеев Л. А. 1991. Теория атмосферной циркуляции и климата Земли. Л.: Гидрометеиздат. 291.
8. Сидоренков Н. С. 1997. Влияние Эль-Ниньо – Южного колебания на возбуждение чандлерова движения полюсов // Астрономический журнал Т. 74, Вып. 5, 792-795.
9. Сидоренков Н. С. 2004. Нестабильность вращения Земли // Вестник Российской академии наук Т. 74, № 8, 701-715.
10. Ковалевский Ж. 2004. Современная астрометрия. Фрязино: Век 2. 480.

11. **Гмурман В. Е. 2004.** Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов / 10-е издание, стереотипное. М.: Высшая школа. 479.
12. **Закс Ш. 1975.** Теория статистических выводов. М.: Мир. 776.
13. **Скворцов А. В. 2002.** Триангуляция Делоне и ее применение. Томск: Томский государственный университет. 130.
14. <http://www.Atmospheric-circulation.ru/> (дата обращения 15.06.15).
15. <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/> (дата обращения 15.06.15).
16. <http://wxweb.meteostar.com/SST/index.shtml?point=730/> (дата обращения 15.06.15).

#### ATMOSPHERIC CIRCULATION IN NORTHERN HEMISPHERE AND GLOBAL ANGULAR MOMENTUM

**Summary.** This paper presents correlation analysis study of interannual changes of circulation types duration in Northern hemisphere, global angular momentum and surface temperatures of Atlantic, Pacific and Indian oceans. Connection between circulation type of Meridional South and global angular momentum is the strongest, when there is a time shift between them in 14–15 months, which agree closely with Chandler period. For circulation type of Meridional North the shift value comes to 17–18 months. For both cases distribution maps of correlation coefficients between interannual changes of circulation types durations and ocean surface temperatures are built. It is shown, that there are areas where all three processes are connected. It is also noted that revealed ties are strengthening lately, which allows to assume on using them in prediction models.

**Key words:** elementary circulation mechanism, global angular momentum, ocean surface temperature, correlation, Chandler period.