

ОЦЕНКА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Л. М. Акимов, Т. Н. Задорожная

Воронежское высшее военное авиационное инженерное училище

В статье проведена оценка влияния угловой скорости вращения Земли на формирование циркуляционного режима северного полушария с учетом летнего и зимнего сезонов над наземной и океанической поверхностью.

Аномальные погодные условия, возникающие в последние годы в различных регионах Земли, способствовали повышенному интересу к проблеме изменения климата и долговременному предсказанию погоды.

Многолетние колебания климата и погоды, как правило, связаны с глобальными факторами, которые обладают большой инерцией и поэтому могут длительно и многократно влиять на формирование погодного режима как полушария в целом, так и отдельного региона в частности.

К сожалению, глобальные факторы еще не достаточно изучены, что связано с трудностью получения о них информации за длительные периоды наблюдения. Одним из факторов, способных оказать существенное влияние на поведение атмосферной циркуляции северного полушария, а следовательно и погодные условия конкретных районов, является угловая скорость вращения Земли. Хотя ее колебания и не велики, однако, согласно [1, 2], создаваемые ими деформации в атмосфере и других оболочках Земли, могут повлечь за собой значительные аномальные природные явления.

Наиболее явно это может проявиться в поведении атмосферной циркуляции. На этот факт указывают многие исследования. В частности Н. С. Сидоренков в работах [3, 4] предлагает в качестве характеристик интенсивности глобальной циркуляции атмосферы использовать данные об изменениях угловой скорости вращения Земли. Свое утверждение он основывает на законе сохранения импульса (в метеорологии – угловой момент или момент количества движения для замкнутых систем). В приложении к системе «Атмосфера – Земля» этот закон утверждает, что когда в атмосфере растет момент импульса (усиливаются западные и ослабевают восточные ветры) вращение Земли ускоряется. Общий момент системы «Атмосфера – Земля» должен сохраняться. Поскольку момент инерции атмосферы ($14 * 10^{21} \text{ кгм}^2$) примерно в

миллион раз меньше момента инерции Земли ($800 * 10^{35} \text{ кгм}^2$), мы замечаем лишь вариации движения атмосферы – изменение скорости ветра. Вариации вращения Земли не заметны для восприятия. Их удается регистрировать лишь с помощью тончайших астрономических приборов и методов расчета. Тем не менее оказывается легче и надежнее определять не колебания момента импульса Земли, а изменение суточного вращения Земли.

Благодаря этому, и в силу сохранения момента импульса, имеется возможность по данным о неравномерности вращения Земли прогнозировать колебания интенсивности планетарной циркуляции атмосферы и решать некоторые гидрометеорологические задачи, так как скорость вращения Земли рассчитывается заранее.

Целью данной статьи является оценка влияния угловой скорости вращения Земли на формирование циркуляционного режима северного полушария. В качестве исходных данных использован архив Национального центра атмосферных исследований / Национального центра предсказания погоды (реанализ NCAR/ NCAP), представленный среднемесячными значениями геопотенциала на стандартных изобарических поверхностях γ : 1000, 850, 700, 500, 300, 200, 100 гПа, в широтных зонах Φ северного полушария: 40, 50, 60, 70, 80 с.ш. Данные снимались в узлах регулярной сетки шагом $10 \times 10^\circ$. Период ежемесячных наблюдений составил 40 лет.

Для января исходный ряд значений геопотенциала $H_{t,j,\phi=40,\lambda}^{1000}$ на поверхности AT-1000 гПа и широте $\Phi = 40^\circ$ во всех узлах северного полушария ($\lambda = 0, \dots, 360^\circ$) имел вид:

$$H_{t,j,\phi=40,\lambda}^{1000} \approx \left\{ \begin{array}{l} H_{t,1959,\phi=40,\lambda=10}^{1000}, H_{t,1960,\phi=40,\lambda=10}^{1000}, \dots, H_{t,1998,\phi=40,\lambda=10}^{1000} \\ H_{t,1959,\phi=40,\lambda=20}^{1000}, H_{t,1960,\phi=40,\lambda=20}^{1000}, \dots, H_{t,1998,\phi=40,\lambda=20}^{1000} \\ \dots \\ H_{t,1959,\phi=40,\lambda=360}^{1000}, H_{t,1960,\phi=40,\lambda=360}^{1000}, \dots, H_{t,1998,\phi=40,\lambda=360}^{1000} \end{array} \right\} \quad (1)$$

Аналогичные ряды строились и для остальных поверхностей γ , широтных зон Φ и календарных месяцев t .

Данные об угловой скорости вращения Земли также представлены средними месячными значениями:

$$v_{t,j} \approx v_{1,1959}, v_{1,1960}, \dots, v_{1,1998} \quad (2)$$

Между совокупностями (1) и (2) для одноименных месяцев t рассчитывались парные коэффициенты корреляции $R[v_{t,j}, H_{t,j,\phi,\lambda}^{1000}]$.

Результаты вычислений для января, на изобарической поверхности АТ-1000гПа в различных широтных зонах Φ представлены на рис. 1.

По оси ординат отложена величина корреляционной связи, по оси абсцисс – порядковый номер долготы λ ($\lambda = 1^{\circ}, 36'$). Следует заметить, что при данной длине выборки ($n = 40$ лет) и 95% доверительном интервале, значимый коэффициент корреляции $R[v_{t,j}, H_{t,j,\phi,\lambda}^{1000}]$ составляет 0,3.

Из анализа рисунка видно, что в январе, в северном полушарии, экстремумы корреляционных функций расположены в центральных районах Евразии ($90-120^{\circ}$ в.д.) и Северной Америки ($110-90^{\circ}$ з.д.). Наиболее высокий уровень корреляционной связи ($R = 0,49-0,51$) наблюдается на широте $\Phi = 40^{\circ}$ с.ш. Причем знак этой связи положительный. С увеличением широты величина связи уменьшается. Следует также обратить внимание на тот факт, что от южных широт к северным экстремум корреляционной связи смещается к востоку.

На территории от Восточной Европы ($\lambda = 50^{\circ}$ в.д.) до западных границ Восточной Сибири ($\lambda = 80^{\circ}$ в.д.) на широтах $\Phi = 50^{\circ}$ с.ш. преобладает отрицательный знак связи с величиной незначительно превышающим порог значимости $R > -0,3$. На остальной территории, даже вдоль южных широт, значимые связи в январе не обнаружены. При этом обнаружено, что в этом месяце, на широтах $\Phi = 40-60^{\circ}$, в районе Тихого океана, знак связи отрицательный, а над Атлантическим океаном – положительный.

Кривая распределения коэффициентов корреляции на широтах $\Phi = 70-80^{\circ}$ имеет место, практически, ровный ход, меняющийся в незначительных пределах (от 0,09 до -0,09). На территории от восточных берегов Атлантики ($\lambda = 10^{\circ}$ з.д.), включая всю Европейскую территорию, до восточных районов Тихого океана ($\lambda = 130^{\circ}$ з.д.), корреляционная связь имеет положительный знак, над остальной территорией – отрицательный.

В дальнейшем нами изучался вопрос, как выявленные закономерности в январе проявляют себя в других месяцах зимнего периода. С этой целью, для широты $\Phi = 40^{\circ}$ с.ш., на которой в январе обнаружены наиболее высокие уровни связей $R[v_{t,j}, H_{t,j,\phi,\lambda}^{1000}]$, дополнительно рассчитаны парные коэффициенты корреляции для декабря и февраля, представленные в сопоставлении на рис. 2.

Из анализа рисунка следует, что в течение всего зимнего сезона географическое положение оси корреляционной функции, расположенной над Западной и Восточной Сибирью ($\lambda = 90-120^{\circ}$ в.д.), ос-

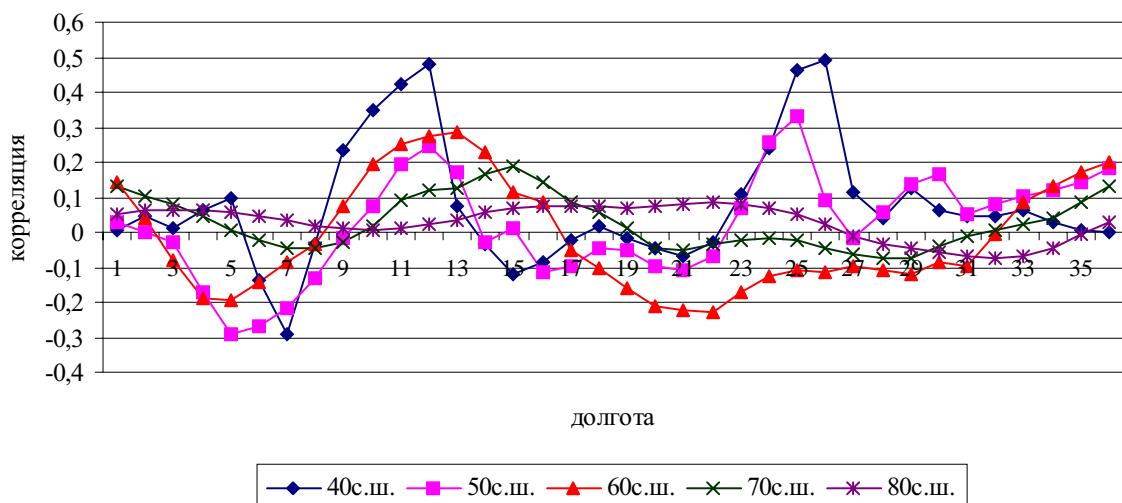


Рис. 1. Распределение $R[v_{t,j}, H_{t,j,\phi,\lambda}^{1000}]$ на АТ-1000гПа в январе

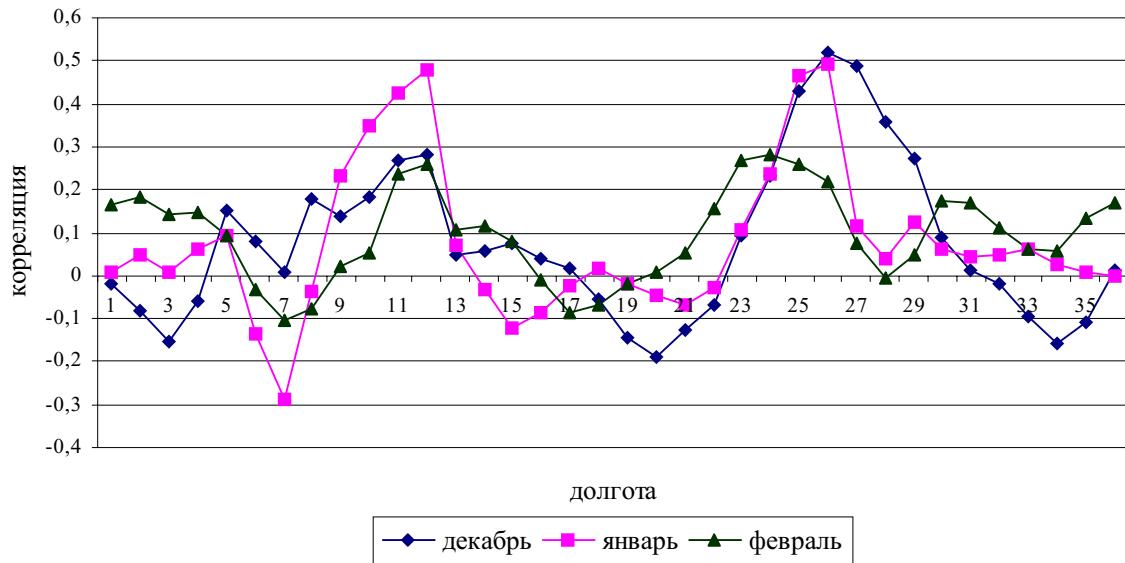


Рис. 2. Распределение $R[v_{t,j}, H_{t,j,\phi,\lambda}^{1000}]$ вдоль широты $= 40^{\circ}$ с.ш. в зимний период года

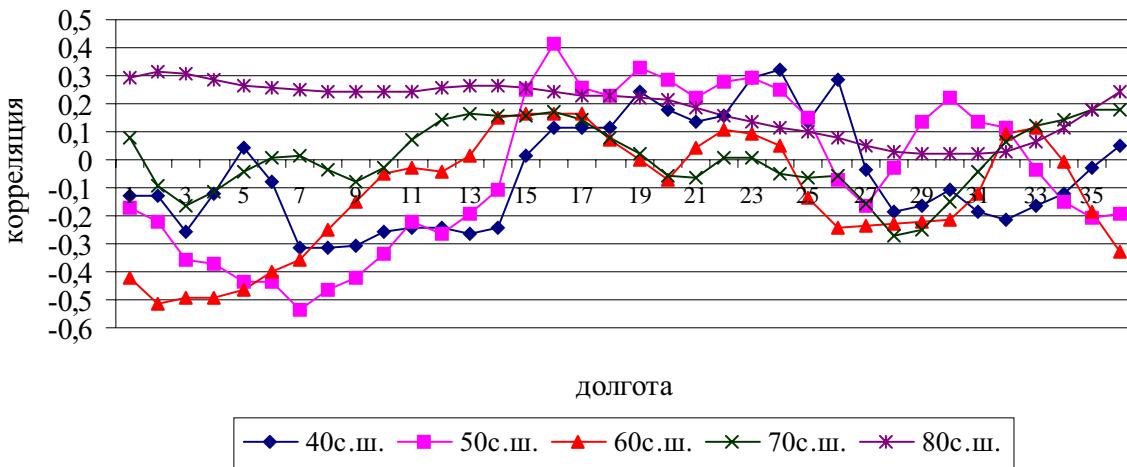


Рис. 3. Распределение $R[v_{t,j}, H_{t,j,\phi,\lambda}^{1000}]$ вдоль широтных зон в августе

тайется постоянным, но от месяца к месяцу происходит колебание уровня связей. Так, от декабря к январю связь растет, достигая максимума, а с января по февраль – падает.

Величина функции $R[v_{t,j}, H_{t,j,\phi,\lambda}^{1000}]$ в экстремуме, который в декабре и январе располагается над западным побережьем Америки, в течение всего этого периода остается высокой ($R = 0,51$), а в феврале она так же, как и над Евразией, понижается до 0,28. При этом происходит постепенное смещение оси значимого влияния угловой скорости вращения Земли с востока на запад (от $\lambda = 130^{\circ}$ з.д. в декабре до $\lambda = 150^{\circ}$ з.д. в феврале).

Над акваторией океанов зимой значимые корреляционные связи отсутствуют.

Для установления характера влияния угловой скорости вращения Земли на распределение геопотенциала в летний период, на рис. 3 представлено распределение коэффициентов корреляции вдоль широты на исследуемых зонах в августе.

Из представленного рисунка обнаруживается, что в отличие от зимнего периода характерной особенностью летнего периода является наличие над континентальными участками северного полушария значимых отрицательных связей, над океанами – положительных. Теснота связей в летний период года, по сравнению с зимними месяцами, на всех широтах увеличивается. При этом, в отличие от зимнего периода, максимум корреляционных связей отмечается на широтах 50-60° с.ш. и, преимущественно, над акваторией Тихого океана..

Наибольшему влиянию ($R=0,51$) над континентальной частью подвержена территория от Прибалтики до Восточной Сибири ($\lambda=10-80^\circ$ в.д.). Максимум связи на широте $\Phi=60^\circ$ с.ш. наблюдается у берегов Западной Европы ($\lambda=10^\circ$ в.д.), а на широте $\Phi=50^\circ$ с.ш. – в районе Урала. На широтах $60-40^\circ$ происходит смещение ложбин с севера на юг в восточном направлении от $\lambda=10^\circ$ в.д. на $\Phi=60^\circ$ с.ш. до $\lambda=70^\circ$ в.д. на $\Phi=40^\circ$ с.ш.

Уровень связей в этом районе на широте $\Phi=40^\circ$ с.ш. не высок и лишь в Западной Сибири ($\lambda=70^\circ-90^\circ$ в.д.) незначительно превышает порог значимости. С переходом с континента на океан, в районе долготы $\lambda=150^\circ$ в.д. знак связи меняется на противоположный., приобретая над акваторией Тихого океана положительные значения, над Атлантикой – отрицательные.

На широте $\Phi=50^\circ$ с.ш. от Сахалина до западного побережья Америки имеют место лишь отдельные очаги со значениями, превышающими порог значимости.

Особенностью распределения коэффициентов корреляции в августе на широте $\Phi=80^\circ$ с.ш. является значительное увеличение, по сравнению с зимним периодом уровня корреляционной связи в рай-

оне долгот 10° з.д. – 180° в.д., имеющей положительный знак.

Проведенный таким образом анализ по оценке влияния угловой скорости вращения Земли на интенсивность циркуляции атмосферы в северном полушарии позволил установить пространственно-временные закономерности. Обращает на себя внимание избирательность интенсивности данного влияния над разными участками поверхности северного полушария в различные периоды года. Вот почему при использовании данного параметра в прогностических целях, необходим дифференцированный подход.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максимов И.В. Геофизические силы и воды в океане / И.В. Максимов. – Л: Гидрометеоиздат, 1970. – 386 с.
2. Сидоренков Н.С. К вопросу о зональной циркуляции атмосферы / Н.С. Сидоренков // Тр. / Гидрометеоцентр. – 1982. – Вып. 248.
3. Сидоренков Н.С. некоторые результаты использования данных о неравномерности вращения Земли для изучения атмосферных процессов / Н.С. Сидоренков, П.И. Шаповалов // Тр. / Гидрометеоцентр. – 1984. – Вып. 230. – С. 87-97.
4. Сидоренков Н.С. Неравномерность вращения Земли и процессы в атмосфере / Н.С. Сидоренков // Тр. / Гидрометеоцентра. – 1978. – Вып. 205. – С. 48-66.