

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИЗЕМНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ НАД ЕВРОПОЙ В 18-20 ВВ.

Е. Н. Сумак^{1,2)}

*¹⁾Белорусский государственный университет, ²⁾Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: katyasbelarus@gmail.com*

Рассмотрена динамика и особенности приземной циркуляции атмосферы в летние месяцы над Европейским континентом за период с 18 по 20 вв. с использованием восстановленных сеточных месячных полей приземного давления. Было выявлено, что в июне 18-20 вв. наблюдалось повышение давления к югу. Так, в течение трех столетий в среднем минимальное давление отмечено на 65° с.ш., максимальное – на 50 и 45° с.ш. В июле 18 века по сравнению с предыдущим месяцем наблюдалось падение давления на всех широтах на 1-2 гПа, а в 19-20 вв. существенных изменений обнаружено не было. В августе 18 века по сравнению с предыдущим месяцем в регионе наблюдалось повышение давления, наиболее значительное на широтах 50-55° с.ш. В 19 веке отмечалось незначительное падение давления на широтах 60-70° с.ш., а в широтном промежутке 40-55° с.ш. существенных изменений не отмечено. В августе 20 века происходил рост давления на широтах 60-70° с.ш. в среднем на 1 гПа, а в широтном промежутке 40-55° - отмечалось его незначительное падение. Показано, что во все летние месяцы 18-20 вв. на долготах 5-20° преобладали гребни, а на долготах 25-40° - ложбины, и существенного изменения их положения в рассматриваемый период выявлено не было.

Ключевые слова: приземная атмосферная циркуляция; восстановленные поля приземного давления; приземный гребень, приземная ложбина.

SURFACE ATMOSPHERIC CIRCULATION VARIABILITY OVER EUROPE DURING THE 18-20TH CENTURIES

K. Sumak^{1,2)}

*¹⁾Belorussian State University, ²⁾Republican center for hydrometeorology, control of radioactive contamination and environmental monitoring
Minsk, Republic of Belarus, e-mail: katyasbelarus@gmail.com*

The dynamics and features of the surface atmospheric circulation in the summer months over the European continent for the period of 18-20th centuries are considered using the reconstructed monthly grid-based sea level pressure (SLP) fields taken from KNMI Climate Explorer. It was revealed that in June of the 18-20th centuries there was an increase of pressure to the south. So, on average, the minimum pressure was observed at 65°N, the maximum pressure – at 50-45°N. In July of the 18th century compared to the previous month there was a drop of pressure at all latitudes by 1-2 hPa and no significant changes were found in the 19-

20th centuries. In August of the 18th century compared to the previous month there was an increase of pressure in the region, the most significant along latitudes 55-50°N. In the 19th century there was a slight drop of pressure at latitudes 60-70°N, and no significant changes were noted at 55-40°N. In August of the 20th century, the pressure increased by an average of 1 hPa at 70-60°N and its slight drop was noted at 55-40°N. It is shown that on average in all summer months the surface ridges were predominated at 5-20°E and surface troughs were prevailed at 25-40°E, and no significant changes in their positions were detected during the study period.

Keywords: surface atmospheric circulation; reconstructed SLP fields; surface ridge; surface trough.

Характер циркуляции атмосферы над определенной территорией является одним из климато- и погодообразующих факторов. Основным механизмом межширотного обмена теплом и влагой в атмосфере являются атмосферные объекты синоптического масштаба – циклоны и антициклоны умеренных широт. Циклоны переносят воздушные массы из низких широт в более высокие, антициклоны – из высоких широт в более низкие. С циклонами связаны пониженное атмосферное давление, облачность, осадки, изменения ветра и температуры. С интенсивными циклонами связаны ливневые осадки летом и сильные снегопады зимой. Согласно климатическим данным, в холодный период года для территории Европы и особенно Восточной Европы характерным является преобладание повышенного атмосферного давления [1]. Летом в связи с распространением отрогов азорского максимума поддерживается полоса повышенного атмосферного давления.

Современные изменения климата имеют сложную региональную структуру. В глобальных масштабах отмечается ослабление зональной циркуляции и усиление меридиональной во все сезоны года, изменяются районы формирования и траектории перемещения барических образований [2]. В последние десятилетия увеличилось количество циклонов, которые приходят с юга на территорию Беларуси, при этом количество западных и северо-западных циклонов существенно не изменилось [3]. Оценка макроциркуляционных условий в процессе эволюции циклонов с использованием регионального индекса блокирования ЕСВІ показала преобладание западной составляющей потока в любом процессе циклогенеза над Восточной Европой. При этом в условиях блокирования наиболее часто образовывались и эволюционировали южные циклоны.

В XX в. изменение региональной циркуляции атмосферы в Северной Атлантике сопровождалось уменьшением расстояния по широте между постоянными центрами действия атмосферы, что привело к усилению Североатлантического колебания и его влиянию на климат Европы после 1960 г. С конца XX в. выявились значительные изменения с исландским минимумом, североатлантическим гребнем и европейской ложбиной [2].

Общее падение давления над Северным полушарием сказалось на усилении всех климатических минимумов давления и ослаблении и сокращении территории климатических максимумов давления. Особенно заметным было углубление Алеутской депрессии и европейской ложбины, которая под влиянием североатлантического гребня сместилась на восток. Препятствием для свободного доступа холодного воздуха из центральной части Евразийского континента в Европу послужило ограничение Сибирского максимума с обеих сторон интенсивным развитием основных циклонических центров действия атмосферы.

В то же время изучение климата прошлого в последние десятилетия привлекает все больше внимания ученых с целью установления основных климатических изменений. Пространственные и временные оценки прошлой естественной изменчивости климата важны для оценки недавних значительных климатических тенденций. Восстановленные поля приземного давления и на уровне 500 гПа могут быть полезны для исследований по моделированию, особенно для анализа низкочастотной атмосферной изменчивости и динамики циркуляции атмосферы [4].

Целью данного исследования является анализ динамики и особенностей приземной циркуляции атмосферы в летние месяцы над Европой, для территории, ограниченной 40-70° северной широты и 5-40° восточной долготы, в 18-20 веках с использованием восстановленных сеточных месячных полей приземного давления, полученных из библиотеки данных Метеорологического института Королевства Нидерланды (KNMI Climate Explorer), являющейся частью Регионального климатического центра ВМО совместно с Европейским проектом по оценке климата и набору данных.

Анализ среднемесячных полей приземного давления.

Июнь. В северной части Европы, над Скандинавией на протяжении 18-20 вв. преобладали малоградиентные поля пониженного атмосферного давления. Пути циклонов проходили вдоль 65° с.ш. – это самая северная их траектория в летний период. Южнее 60° с.ш. погодные условия формировал отрог азорского максимума, ось которого в 18 в. была ориентирована через центральные районы Германии, Польши на территорию Беларуси, а в 19-20 вв. над Восточной Европой сохранялось поле повышенного атмосферного давления, но давление было на несколько гектопаскалей ниже.

Было выявлено, что в июне 18-20 вв. в исследуемом регионе наблюдалось повышение давления к югу. Так, за 3 столетия в среднем минимальное давление отмечено на 65° с.ш. (1011 гПа – в 18 и 19 вв., 1012 гПа – в 20 в.), максимальное давление – на 50 и 45° с.ш. (1014 гПа). В 18 в. самое высокое давление (1015 гПа) было зафиксировано в период с 1780 по 1799 гг. в промежутке широт 55-45° с.ш., а также на широте 55° с.ш. в 1750-1759 гг., самое низкое давление (1010-1011 гПа) отмечено в последнем десятилетии в

северной части исследуемого региона ($65-70^{\circ}$ с.ш.). В 19 в. самое высокое давление (1016 гПа) наблюдалось в 1800-1809 гг. на широтах 50 и 45° с.ш., а самое низкое (1009 гПа) фиксировалось в 1840-49 гг. на 65 и 60° с.ш. В целом, в промежутке широт $50-70^{\circ}$ с.ш. с 1840 по 1849 гг. фиксировалось самое низкое давление за столетие. В 20 в. наибольшее давление (1015 гПа) фиксировалось в 1960-69 гг. на 50° с.ш., а наименьшее (1009,3 гПа) – в 1920-29 гг. на 65° с.ш. Следует отметить, что на большинстве широт минимальное давление в столетии фиксировалось в период 1920-29 гг.

Июль. В июле по сравнению с июнем отмечена общая тенденция понижения атмосферного давления над большей частью Европы. Над Скандинавией оно понижается на 1-2 гПа и более выражено в 19 в. Траектории циклонов отклоняются к югу на 2° . Ось азорского максимума принимает более широтное положение. Характерно увеличение барических градиентов на его периферии в связи с поступлением более теплых воздушных масс в середине лета.

В июле 18 в. по сравнению с предыдущим месяцем отмечалось падение давления на всех широтах на 1-2 гПа (на 50 и 45° с.ш. существенно не изменилось). Минимальное давление (1010-1011 гПа) было характерно для промежутка широт $60-70^{\circ}$ с.ш., в более южных широтах давление увеличивалось, достигая максимума (1014 гПа) на 50 и 45° с.ш. Самое высокое давление (1015 гПа) фиксировалось в 1780-89 гг. на широтах $50-45^{\circ}$ с.ш., самое низкое (1009 гПа) – на 60° с.ш. в 1730-39 гг., на 65° с.ш. – в последнем десятилетии. В июле 19 века наблюдалось понижение давления в регионе (в среднем на 1 гПа) по сравнению с прошлым столетием. Минимальное давление (1010 гПа) было на широтах 65 и 60° с.ш., с тенденцией увеличения к югу (максимальное – 1014 гПа на 50 и 45° с.ш. Самое высокое давление (1014,5 гПа) фиксировалось в 1830-39 гг. на 50 и 45° с.ш., а самое низкое (1008,1 гПа) – в 1840-49 гг. на 65° с.ш. В июле 20 века по сравнению с предыдущим столетием наблюдался незначительный рост давления на всех широтах, минимальное давление (1011 гПа) отмечено на 65 и 60° с.ш., максимальное (1013,7 гПа) – на 50 и 45° с.ш. Самое высокое давление (1014,8 гПа) наблюдалось в периоды 1960-69 и 1980-89 гг. на 50° с.ш., а самое низкое (1010 гПа) – в 1920-29 гг. на 70 и 65° с.ш.

Август. Активизируются атлантические циклоны, над северной частью Европы преобладает зональный перенос ВМ. Наиболее низкое давление было отмечено в 18 и 19 веках над районами Норвежского моря и западной частью Скандинавского полуострова. Таким образом, происходило понижение фронтальной зоны, наблюдалось усиление барических градиентов в промежутке широт $55-60^{\circ}$ и отрог азорского максимума оттеснялся в более южные широты, усиливаясь.

В августе 18 века по сравнению с предыдущим месяцем, за исключением 70° с.ш. отмечался рост давления в регионе, наиболее существенный вдоль 50 и 55° с.ш. (на 1-2 гПа). Минимальное среднее давление (1011 гПа) наблюдалось на 70 и 65° с.ш., максимальное (1015 гПа) – на 50° с.ш. Самое высокое давление фиксировалось в последнем десятилетии (1016 гПа) – на 50 и 45° с.ш., самое низкое (1009 гПа) на 65 и 60° с.ш. – в 1730-39 гг., а на 70° с.ш. – и в последнем десятилетии. В 19 веке по сравнению с предыдущим столетием отмечалось незначительное падение давления на широтах 60 - 70° с.ш., а в широтном промежутке 40 - 55° с.ш. существенных изменений поля приземного давления не наблюдалось. Минимальное среднее давление отмечалось на 65° с.ш. – 1010,1 гПа, максимальное – на 50° с.ш. (1015 гПа). Самое высокое давление фиксировалось в промежутке широт 45 - 55° с.ш. (1016 гПа) в период 1800-1809 гг., а самое низкое (1009 гПа) – в 1830-39 гг. на 65° с.ш. В августе 20 века по сравнению с предыдущим столетием происходил рост давления на широтах 60 - 70° с.ш. в среднем на 1 гПа, а в широтном промежутке 40 - 55° с.ш. – отмечалось его незначительное падение. Минимальное среднее давление отмечалось на 65° с.ш. – 1010,8 гПа, максимальное – на 50° с.ш. (1014,7). Самое высокое давление (1016 гПа) отмечалось в 1970-79 гг. на 55 и 50° с.ш., самое низкое (1008,4 гПа) – в 1900-1909 гг. на 65° с.ш.

Показано, что во все летние месяцы 18-20 веков на долготах 5 - 20° в.д. преобладали гребни, а на долготах 25 - 40° в.д. – ложбины, и существенного изменения их положений в рассматриваемый период выявлено не было. Но, однако, можно выделить территорию (25 - 40° в.д. и 70 - 60° с.ш., а в августе также на 55° с.ш.), где приземные гребни также доминировали в течение длительного периода времени (июнь – 1990-1999 гг., июль – 1700-1799 гг., 1840-1899 гг., 1920-1999 гг.; август – в течение 18-20 веков).

Корреляция приземных гребней, выявленных в разных частях территории Европы с использованием восстановленных полей приземного давления, с исторической хроникой экстремальных явлений погоды [5, 6], в частности с засухами показало их высокую согласованность (в 90-95% случаев).

Таким образом, с использованием восстановленных полей приземного давления, было выявлено, что приземная циркуляция в летние месяцы над Европейским континентом в 18-20 веках имела следующие особенности. Над северной частью Европы преобладало пониженное атмосферное давление, что определяло прохладную и дождливую погоду в регионе, а южнее 60° с.ш. в гребне азорского максимума устанавливалась теплая и сухая погода.

Библиографические ссылки

1. Klimenko V., Solomina O. Climatic Variations in the East European Plain during the Last Millennium: State of the Art. The Polish Climate in the European Context: An Historical Overview / R. Przybylak et al. (eds.). 2010. Chapter 3. P. 71-101. DOI: 10.1007/978-90-481-3167-9_3.
2. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменение атмосферной циркуляции в Северном полушарии в течение периода глобального потепления в XX веке. Український географічний журнал. 2007. №3. С. 10-20.
3. Сумак Е. Н., Семёнова И. Г. Особенности перемещения циклонов над Беларусью в современный климатический период. Природные ресурсы. 2017. № 2. С. 101-109.
4. Luterbacher J. et al. Reconstruction of Sea Level Pressure fields over the Eastern North Atlantic and Europe back to 1500. Climate Dynamics. 2002. № 18. P. 545–561.
5. Борисенков Е.Л., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. Минск: Издательство «Мысль»; 1988. 128 с.
6. Борисенков Е.Л., Пасецкий В.М. Летопись необычайных явлений природы за 2,5 тысячелетия. СПб: Гидрометеиздат; 2002. 536 с.