ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ИЗМЕНЕНИЯХ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ РЕГИОНА АЗОВСКОГО МОРЯ

Л.В. Дашкевич

Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону
ldashkev@ssc-ras.ru

Аннотация. В статье рассмотрены многолетние изменения температуры воздуха, скорости ветра и количества атмосферных осадков по данным наблюдений на гидрометеорологических станциях Приморско-Ахтарск, Керчь и Геническ побережья Азовского моря. Анализ данных по выделенным периодам выявил рост средних значений температуры воздуха от начала XX к началу XXI вв., как на годовых значениях, так и для всех сезонов. Наибольший рост средних значений отмечен для зимы, несколько меньший – для весенне-летнего сезона. Меньше всего потепление затронуло южное побережье. На всем побережье Азовского моря наблюдается снижение средних годовых и сезонных скоростей ветра на протяжении всего рассматриваемого столетия. Значительно уменьшилось значение стандартного отклонения, особенно в зимний сезон. Наибольшее снижение средних годовых и сезонных скоростей ветра (более чем в 2 раза) отмечено на ГМС Приморско-Ахтарск. От начала XX к началу XXI века наблюдается рост средних годовых сумм атмосферных осадков на западном и южном побережье моря (примерно на 130 мм) при увеличении вариабельности их количества от года к году. Выявлены сезонные изменения в распределении осадков: в современный период увеличилась доля зимних и весенних осадков, при этом снизилась доля осенних и, особенно, летних. Наибольшие изменения в режиме осадков отмечены для ГМС Приморско-Ахтарск.

Ключевые слова: Азовское море, температура воздуха, скорость ветра, атмосферные осадки

Современные климатические изменения, наблюдаемые, в частности, в регионе Азовского моря, требуют всестороннего анализа факторов влияния, в первую очередь метеорологических. Оценка изменчивости таких индикаторных климатических характеристик как температура воздуха, ветровая активность и атмосферные осадки для рассматриваемого региона может быть выполнена практически за 100 летний период (1919–2018 гг.). В настоящей статье представлено исследование долговременных тенденций в изменении этих параметров, которое проводилось на основе данных наблюдений прибрежных гидрометеорологических станций (ГМС).

Материалы и методы. Источником данных наблюдений на ГМС были общедоступные базы данных: Южного научного центра РАН [1]; российского сайта ООО «Расписание Погоды» (<http://rp5.ru>) и Единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (<http://esimo.rasficinfo.ru>). Использовались данные срочных наблюдений.

При анализе метеорологических данных на столетнем промежутке времени были выделены 4 периода по 25 лет (1919–1943, 1944–1968, 1969–1993, 1994–2018 гг.). Выбраны ряды данных ГМС Приморско-Ахтарск, Геническ и Керчь, характеризующие соответственно прибрежные восточную, западную и южную части Азовского моря. Значительная продолжительность доступных рядов данных наблюдений на этих ГМС позволяет проследить изменения

метеорологических параметров за климатически значимый промежуток времени. К сожалению, автору пока не удалось найти в достаточном объеме данные наблюдений за 1944–1968 гг. за осадками на ГМС Приморско-Ахтарск и скоростью ветра на ГМС Геническ и Керчь, предполагается восполнить этот пробел при дальнейших исследованиях. В результате статистической обработки данных наблюдений для температуры воздуха, атмосферных осадков и скорости ветра были рассчитаны средние годовые и сезонные значения, а затем их максимумы, минимумы и стандартные отклонения для каждого периода.

Результаты и обсуждение. Анализ данных по выделенным периодам выявил на побережье Азовского моря рост средних значений температур воздуха от начала XX к началу XXI вв., как на годовых значениях, так и для всех сезонов (рис.1). Средние годовые значения температуры воздуха на всех ГМС от первого к современному периоду выросли: на восточном побережье примерно на 1,4°C, на западном – на 1,2°C, а на южном – на 0,8°C. При этом для ГМС Приморско-Ахтарск и Геническ разница между первым, вторым и третьим выделенными периодами незначительна, достаточно резкое повышение годовых температур отмечено от третьего к четвертому периоду (рис.1). А на ГМС Керчь отмечено даже небольшое снижение средних годовых температур от первого к третьему периоду (на 0,3°C) сменившееся затем резким ростом температуры в четвертом периоде (на 1,1°C).

Для средних сезонных значений зимы и весны от первого к четвертому периоду отмечена стабильная тенденция к росту на 1,5–2,4°C и 1,5–1,8°C соответственно (наибольшие значения на ГМС Приморско-Ахтарск). В летний и осенний сезоны от первого к третьему периодам наблюдалось уменьшение средних значений на 0,3–0,8°C и 0,2–1,2°C соответствен-

но, с наибольшим снижением на западном и южном побережье. Затем, в современный период, на всем побережье моря летом отмечено резкое увеличение сезонной температуры на 1,1–1,5°C. При этом осенью ее рост наблюдается только на восточном побережье моря, а на западе и юге – незначительное снижение примерно на 0,2°C.

Рис. 1 Средние годовые и сезонные температуры воздуха по периодам на ГМС Приморско-Ахтарск (А), Керчь (Б) и Геническ (В), °C

Следует отметить, что от первого периода к современному для всех ГМС минимальные средние значения как сезонных, так и годовых температур росли быстрее, чем максимальные средние. Отме-

чено небольшое снижение стандартного отклонения для весны, зимы и осени и столь же незначительный рост вариабельности летом (рис.1). Схожие тенденции были отмечены для северо-востока моря [2].

Рис. 2 Средние годовые и сезонные скорости ветра по периодам на ГМС Приморско-Ахтарск (А), Керчь (Б) и Геническ (В), м/с

На отрезке времени 1919–2018 гг. рост годовых температур составил около 2°С за 100 лет для ГМС Приморско-Ахтарск и Геническ (а также ГМС Таганрог [2]),

а на юге у ГМС Керчь – около 1°С. При этом в современный период наблюдались наибольшие скорости роста температуры воздуха за последнее столетие.

Данные нашего анализа соответствуют наблюдениям разных авторов для всего Азово-Черноморского бассейна, как по данным ГМС, например, [3,4], так и спутниковым наблюдениям [5,6 и др.]. При этом оценки наблюдаемых изменений по побережью Азовского моря у авторов различны, однако общей является наблюдаемая тенденция

к повышению годовых и сезонных температур. По данным нашего анализа [7–9 и др.] разница в оценках изменений температуры воздуха и вод азовского побережья в основном связана с временными границами оцениваемого периода, а также имеет различия из-за географического положения ГМС.

Рис. 3 Среднее годовое и сезонное количество атмосферных осадков по периодам на ГМС Приморско-Ахтарск (А), Керчь (Б) и Геническ (В), мм

Анализ ветровой активности на азовских прибрежных ГМС разными авторами [3,7, 9–11] свидетельствует о понижении скорости ветра как в среднем за год, так и для всех сезонов на протяжении всего XX столетия. В начале XXI века данная тенденция сохранилась.

От первого к четвертому выделенным периодам на восточном побережье моря (ГМС Приморско-Ахтарск) наблюдается значительное снижение средней скорости ветра – более чем в 2 раза, – как годовой, так и сезонных (рис. 2). Также отмечено уменьшение как средних максимальных, так и средних минимальных сезонных и годовых скоростей ветра. Схожая ситуация наблюдается на северо-востоке моря [2]. При этом на западном побережье снижение средних годовой и сезонных скоростей ветра составило около 1 м/с (наибольшее – зимой – 1,2 м/с). А на юге моря – всего около 0,5 м/с (наибольшее – осенью – 0,8 м/с). Уменьшение максимальных и минимальных средних сезонных и годовых скоростей здесь также незначительно.

Следует отметить снижение значений стандартного отклонения (рис. 2), особенно на ГМС Приморско-Ахтарск во все сезоны года, несколько меньшее на ГМС Керчь. А на западном побережье в современный период отмечен небольшой рост вариабельности.

Выделяют несколько причин снижения скорости ветра в регионе. Это и значительное увеличение плотности застройки прилегающих к ГМС территорий, и изменение инструментария для измерения скоростей ветра. Однако, значительное снижение ветровой активности на всех прибрежных азовских ГМС безусловно имеет климатическую составляющую, в частности смену циркуляционной эпохи в 1970–1975 гг. [10, 12–14]. Произошло увеличение повторяемости западных ветров в течение года. Если в середине XX века они преобладали лишь в летне-осенний период, с 1989 г. – охватывают и зимнее время, а с 1996 г. – период с февраля по июнь. С этим также можно связать увеличение количества зимних осадков в регионе в конце XX – начале XXI вв. [15]. Весьма вероятно, что отмеченные тенденции являются примером внутри- и межвековых природных циклов [16, 17].

Атмосферные осадки – важнейший фактор формирования речного стока и водного баланса Азовского моря. В результате перестройки климата в конце XX – начале XXI веков в регионе наблюдается увеличение среднегодового количества осадков относительно первой половины прошлого века (рис. 3). За период 1891–1995 гг. тренд атмосферных осадков был положительным [12]. В последующие годы тенденция оставалась прежней: средне-

годовое количество осадков с 1979 по 2010 год увеличилось на 54 мм [3,6]. Наблюдаемые изменения исследователи связывают с увеличением количества циклонов и их «водности» в азовском регионе [18]. Наибольшие изменения среднегодового количества осадков отмечены на юго-западе региона.

Как можно видеть на рис. 3, от первого к четвертому выделенному периоду на западном и южном побережье Азовского моря произошло значительное увеличение среднего годового количества осадков (примерно на 130 мм). Следует отметить здесь резкий рост максимальных средних сезонных сумм осадков, особенно в холодный период года. Значительно выросло значение стандартного отклонения. При этом на восточном побережье в современный период наблюдается снижение среднего годового количества осадков, в основном за счет уменьшения их количества летом и осенью. Также можно отметить малое изменение по периодам стандартного отклонения на ГМС Приморско-Ахтарск.

Отмечено перераспределение доли осадков на побережье Азовского моря по сезонам. Так от первого к четвертому периоду доля осадков выросла зимой с 22–23 до 25–27 %, весной – с 21 до 23–25 %. А осенью и особенно летом доля осадков уменьшилась на 1–2 и 3–6 % соответственно. Наибольшие изменения в режиме осадков отмечены для ГМС Приморско-Ахтарск.

Заключение. С конца XX к началу XXI века наблюдается повышение температуры воздуха на побережье Азовского моря, как годовых значений, так и для всех сезонов, максимальный тренд отмечен на восточном побережье. Наибольший рост средних сезонных значений температуры отмечен для зимы, несколько меньший – для весны и лета. Наблюдается снижение средних годовых и сезонных скоростей ветра на протяжении всего рассматриваемого столетия. На западном и южном побережье Азовского моря в современный период произошло значительное увеличение среднего годового количества осадков, при этом на восточном – отмечается его снижение. Выявлено перераспределение осадков по сезонам: увеличение доли зимних и весенних осадков и снижение – осенних и особенно летних.

Как показано в настоящей работе, а также в работах [2,7–9 и др.], особенно ярко накопленные изменения проявляются при сравнении гидрометеорологических начал XX и XXI веков.

Работа выполнена в рамках Госзадания ЮНЦ РАН, № госрегистрации 01201363188.

Список литературы

1. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008. Matishov G., Matishov D., Gargopa Yu., Dashkevich L., Berdnikov S., Kulygin V., Archipova O., Chikin A., Shabas I., Baranova O., Smolyar I. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008. G. Matishov, S. Levitus, Eds., NOAA Atlas NESDIS 65, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 2008. 148 p.
2. Дашкевич Л.В. Многолетние изменения температуры воздуха, скорости ветра и количества атмосферных осадков на ГМС Таганрог // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. Вып. 4. – Ростов н/Д, изд-во ЮНЦ РАН, 2019. С.127–133. DOI: 10.23885/2500-123X-2019-2-4-127-133
3. Дьяков Н.Н. Современный гидрометеорологический режим Азовского моря: автореф. дис. канд. географ. наук. Севастополь, 2010. 21 с.
4. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 г. Москва, 2019. 79 с.
5. Гинзбург А.И., Костяной А.Г., Шеремет Н.А. Черное и Азовское моря: сравнительный анализ изменчивости температуры поверхности (1982–2009 гг., спутниковая информация) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 4. С. 209–218.
6. Костяной А.Г., Гинзбург А.И., Лебедев С.А. Климатическая изменчивость гидрометеорологических параметров морей России в 1979–2011 гг. // Труды главной геофиз. обсерватории им. А.И. Воейкова. 2014. №. 570. С. 50–87.
7. Dashkevich L. V., Berdnikov S. V. Climatic changes and salinity of the Sea of Azov for 100 years. In: Proceedings of the 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016 (Albena, 28 June – 6 July, 2016). New York: Curran Associates, Inc., 2016, book 3, vol. 2, pp. 719–726. doi: 10.5593/SGEM2016/B32/S15.094.
8. Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Анализ климатических факторов по данным наземных наблюдений и спутниковым снимкам, на примере Таганрогского залива // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2017. Т. 1. № 2. С. 216–226.
9. Бердников С.В., Дашкевич Л.В., Кулыгин В.В. Климатические условия и гидрологический режим Азовского моря в XX – начале XXI вв. // Водные биоресурсы и среда обитания, 2019, т.2, № 2, С. 7–19.
10. Гаргона Ю.М. Закономерности многолетней динамики океанографических процессов и компонентов биоты Азовского моря // Среда, биота и моделирование экологических процессов в Азовском море. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. С. 44–71.
11. Дьяков Н.Н., Фомин В.В., Мартынов Е.С., Гармашов А.В. Ветро-волновой режим Азовского моря // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2010. № 22. С. 228–239.
12. Лурье П.М., Панов В.Д. Влияние изменений климата на гидрологический режим р. Дон в начале XXI века // Метеорология и гидрология. 1999. № 4. С. 90–97.
13. Луц Н.В. Многолетняя изменчивость скорости ветра в восточном Приазовье // Метеорология и гидрология. 2001. № 2. С. 98–102.
14. Гаргона Ю.М. Крупномасштабные изменения гидрометеорологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря: автореф. дис. канд. геогр. наук. Мурманск: Изд-во ММБИ КНЦ РАН, 2003. 48 с.
15. Сорокина В.В., Ивлиева О.В., Лурье П.М. Динамика стока на устьевых участках рек Дон и Кубань во второй половине XX века // Вестник южного научного центра РАН. 2006. Т. 2, № 2. С. 58–67.
16. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргона Ю.М. Климатогенные изменения экосистем южных морей в условиях антропогенных воздействий // Известия РАН. Серия географическая. 2008. № 3. С. 26–34.
17. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Гаргона Ю.М., Дашкевич Л.В. Замерзание Азовского моря и климат в начале XXI века // Вестник Южного научного центра РАН. 2010. Т. 6, № 1. С. 33–40.
18. Бабкин В.И., Постников А.Н. О роли циклонической деятельности в формировании стока Волги, Дона и Днепра // Водные ресурсы. 2000. Т. 27, № 1. С. 106–108.

LONG-TERM TRENDS IN CHANGES IN METEOROLOGICAL PARAMETERS OF THE SEA OF AZOV REGION

L.V. Dashkevich

Federal Research Centre The Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
ldashkev@ssc-ras.ru

Abstract. The article discusses the long-term changes in air temperature, wind speed and precipitation amount according to observations at the Primorsko-Akhtarsk, Kerch, Genichesk hydrometeorological stations on the coast of the Sea of Azov. Analysis of the data for the selected periods revealed an increase in the average values of air temperature from the beginning of the 20th to the beginning of the 21st centuries, both at annual values and for all seasons. The largest increase in average values was noted for the winter, slightly less for the spring-summer season. Warming affected the southern coast least of all. On the entire coast of the Sea of Azov, a decrease in the average annual and seasonal wind speeds is observed throughout the entire century under consideration. The value of the standard deviation of wind speeds has decreased significantly, especially in the winter season. The largest decrease in the average annual and seasonal wind speeds (more than 2 times) was noted at the Primorsko-Akhtarsk HMS. From the beginning of the 20th century to the beginning of the 21st century, there is an increase in the average annual amounts of atmospheric precipitation on the western and southern coast of the sea (by about 130 mm) with an increase in the variability of their amount from year to year. Seasonal changes in the distribution of precipitation were revealed: in the modern period, the proportion of winter and spring precipitation has increased, while the proportion of autumn and, especially, summer precipitation has decreased. The greatest changes in the precipitation regime were noted for the Primorsko-Akhtarsk HMS.

Key words: Sea of Azov, air temperature, wind speed, precipitation

References:

1. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008. Matishov G., Matishov D., Gargopa Yu., Dashkevich L., Berdnikov S., Kulygin V., Archipova O., Chikin A., Shabas I., Baranova O., Smolyar I. Climatic Atlas of the Sea of Azov 2008. G. Matishov, S. Levitus, Eds., NOAA Atlas NESDIS 65, U.S. Gov. Print. Office, Washington, D.C., 2008. – 148 p. (In English)
2. *Dashkevich L.V.* Mnogoletniye izmeneniya temperatury vozdukh, skorosti vetra i kolichstva atmosfernih osadkov na HMS Taganrog [Long-term changes in the air temperature, wind speed and precipitation at the Taganrog hydrometeorological station] *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Geoinformatsionnyye tekhnologii i kosmicheskii monitoring*. [Ecology. Economy. Informatics. Series: Geoinformation technologies and space monitoring]. issue 4, 2019. P.127–133. DOI: 10.23885/2500-123X-2019-2-4-127-133. (In Russian).
3. *D'yakov N.N.* Sovremennyy gidrometeorologicheskii rezhim Azovskogo morya: avtoref. dis. kand. geograf. nauk. [Modern hydrometeorological regime of the Azov sea. Extended abstract of Candidate's (Geography) Thesis] Sevastopol', 2010. 21 p. (In Russian).
4. A report on climate features on the territory of the Russian Federation in 2018. Moscow. 2019. 79 p. (In Russian).
5. *Ginzburg A.I., Kostyanoi A.G., Sheremet N.A.* Chernoye i Azovskoye morya: sravnitel'nyy analiz izmenchivosti temperatury poverkhnosti (1982–2009, sputnikovaya informatsiya) [Black and Azov seas: a comparative analysis of surface temperature variability (1982–2009, satellite information)]. *Sovremennyye problemy dstantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space]. 2011. V.8. no. 4, p. 209–218. (In Russian)
6. *Kostyanoi A.G., Ginzburg A.I., Lebedev S.A.* Klimaticheskaya izmenchivost' gidrometeorologicheskikh parametrov morei Rossii v 1979–2011 gg. [Climatic variability of hydrometeorological parameters of Russian seas in 1979–2011]. *Trudy glavnoi geofizicheskoi observatorii im. A.I. Voeikova* [Proceedings of the main geophysical Observatory named after A. I. Voeikov], 2014, no. 570. pp. 50–87. (In Russian).
7. *Dashkevich L.V., Berdnikov S.V.* Climatic changes and salinity of the Sea of Azov for 100 years. In: Proceedings of the 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2016 (Albena, 28 June – 6 July, 2016). New York: Curran Associates, Inc., 2016, book 3, vol. 2, pp. 719–726. doi: 10.5593/SGEM2016/B32/S15.094.
8. *Dashkevich L.V., Kulygin V.V.* Analiz klimaticheskikh faktorov po dannym nazemnykh nablyudeniy i sputnikovym snimkam, na primere Taganrogskogo zaliva [Analysis of climate factors following the data from ground-based observations and satellite images, through the example of the Taganrog Bay]. In: *Sistemnyy analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem: materialy Vserossiyskoy konferentsii "Ekologiya. Ekonomika. Informatika"* (p. Dyurso, 4–9 sentyabrya 2017 g.) [System analysis and mathematical modeling of ecological and economic systems. Proceedings of the All-Russian Conference "Ecology. Economy. Informatics" (Dyurso, 4–9 September, 2017)]. Rostov-on-Don: SFEDU (Southern Federal University) Publ., 2017, vol. 1, no. 2, pp. 216–226. (In Russian).
9. *Berdnikov S.V., Dashkevich L.V., Kulygin V.V.* Klimaticheskiye usloviya i gidrologicheskiy rezhim Azovskogo morya v XX – nachale XXI vv. [Climatic conditions and hydrological regime of the Azov Sea in the twentieth – early twenty-first centuries]. *Vodnyye biosursy i sreda obitaniya*, 2019, V.2, No 2, P. 7–19. (In Russian).

10. *Gargopa Yu.M.* Zakonomernosti mnogoletney dinamiki okeanograficheskikh protsessov i komponentov bioty Azovskogo morya [Consistent patterns in the long-term dynamics of oceanographic processes and biota components of the Sea of Azov]. In: *Sreda, biota i modelirovanie ekologicheskikh protsessov v Azovskom more* [Habitat, biota and modeling of environmental processes in the Sea of Azov]. Apatity: Kola Science Centre of the RAS Publ., 2001, pp. 44–71. (In Russian).
11. *D'yakov N.N., Fomin V.V., Martynov E.S., Garmashov A.V.* Vetro-volnovoy rezhim Azovskogo morya [Wind and wave regime of the Sea of Azov]. *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoy i shel'fovoy zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa* [Ecological safety of coastal and shelf zones and comprehensive use of shelf resources], 2010, no. 22, pp. 228–239. (In Russian).
12. *Lur'e P.M., Panov V.D.* Vliyanie izmeneniy klimata na gidrologicheskiy rezhim r. Don v nachale XXI veka [An influence of climate changes on hydrological regime of the Don River in the early 21st century]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Russian Meteorology and Hydrology], 1999, no. 4, pp. 90–97. (In Russian).
13. *Luts N.V.* Mnogoletnyaya izmenchivost' skorosti vetra v vostochnom Priazov'e [Long-term variability of wind speed in the Eastern Azov Region]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Russian Meteorology and Hydrology], 2001, no. 2, pp. 98–102. (In Russian).
14. *Gargopa Yu.M.* Krupnomasshtabnye izmeneniya gidrometeorologicheskikh usloviy formirovaniya bioproduktivnosti Azovskogo morya: avtoref. dis. kand. geogr. nauk [Wide-scale changes in the hydrometeorological conditions of biological productivity formation in the Sea of Azov]. Murmansk: MMBI KSC RAS (Murmansk Marine Biological Institute, Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences) Publ., 2003, 48 p. (In Russian).
15. *Sorokina V.V., Ivlieva O.V., Lur'e P.M.* Dinamika stoka na ust'evykh uchastkakh rek Don i Kuban' vo vtoroy polovine XX veka [River flow alteration in the Don and the Kuban mouths, the second part of XX century]. *Vestnik yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN* [SSC RAS Bulletin], 2006, vol. 2, no. 2, pp. 58–67. (In Russian).
16. *Matishov G.G., Matishov D.G., Gargopa Yu.M.* Klimatogennye izmeneniya ekosistem yuzhnykh morey v usloviyakh antropogennykh vozdeystviy [Climatic changes of ecosystems of the southern seas under anthropogenic impact]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya* [Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Geographics], 2008, no. 3, pp. 26–34. (In Russian).
17. *Matishov G.G., Matishov D.G., Gargopa Yu.M., Dashkevich L.V.* Zamerzanie Azovskogo morya i klimat v nachale XXI veka [Freezing of the Sea of Azov and climate at the beginning of the XXI century]. *Vestnik Yuzhnogo nauchnogo tsentra RAN* [SSC RAS Bulletin], 2010, vol. 6, no. 1, pp. 33–40. (In Russian).
18. *Babkin V.I., Postnikov A.N.* O roli tsiklonicheskoy deyatel'nosti v formirovanii stoka Volgi, Dona i Dnepra [About the role of cyclonic activity in the formation of streamflow of the Volga, Don, Dnepr rivers]. *Vodnye resursy* [Water Resources], 2000, vol. 27, no. 1, pp. 106–108. (In Russian).