

- [23] *Franzke C., Feldstein S. B.* The continuum and dynamics of Northern Hemisphere teleconnection patterns // *J. Atmos. Sci.* 2005. Vol. 62, N 9. P. 3250—3267.
- [24] *Harrington R. et al.* Environmental change and the phenology of European aphids // *Global Change Biology*. 2007. N 13. P. 1550—1584.
- [25] *Westgarth-Smith A. R., Leroy S. A. G., Collins P. E. F. and Harrington R.* Temporal variations in English populations of a forest insect pest, the green spruce aphid (*Elatobium abietinum*), associated with the North Atlantic Oscillation and global warming // *Quaternary International*. Elsevier Ltd. and INQUA 173—174 (2007). P. 153—160.

Изв. РГО. 2017. Т. 149, вып. 5

СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВОДОСБОРА БЕЛОГО МОРЯ

© Л. Е. НАЗАРОВА

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, Петрозаводск
E-mail: larisanazarov@yandex.ru

На основе анализа данных многолетних наблюдений на метеорологических станциях, расположенных на водосборе Белого моря, рассматриваются изменения и изменчивость основных характеристик климата территории. Показана направленность изменений температурного режима. Дана характеристика режима атмосферных осадков на территории водосбора, составленная по современным данным в сравнении с климатическими нормами 1961—1990 гг., показаны основные тенденции изменений таких климатических показателей, как годовые и месячные суммы осадков и число дней с осадками различной интенсивности.

Ключевые слова: климат, водосбор Белого моря, температура воздуха, атмосферные осадки.

Введение. Климатические условия водосбора Белого моря достаточно хорошо изучены и освещены в литературных источниках, опубликованных до 2010 г. [1—4, 6, 12]. В данном исследовании основное внимание уделяется современной изменчивости и изменению климата, которые могут быть интересны при изучении ответной реакции гидрологического режима как самого моря, так и водоемов, расположенных на территории его водосбора. Результаты также могут быть полезны биологам при проведении мониторинга процесса адаптации растительного и животного мира к изменениям климата.

Материалы и методика исследований. Для выявления современных тенденций изменения климатических условий территории водосбора Белого моря были собраны сведения об основных параметрах и характеристиках климата. Изучение изменчивости климатического режима региона проводилось по данным наиболее длительных инструментальных наблюдений на метеорологических станциях (МС) и постах Федеральной службы РФ по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, расположенных на изучаемой территории, за период от начала наблюдений на станциях по 2015 г. включительно. Были использованы данные наблюдений на 7 МС Республики Карелия, 5 МС Мурманской обл., 7 МС Архангельской обл., 4 МС Вологодской обл., 2 МС Ненецкого автономного округа и 2 МС Республики Коми

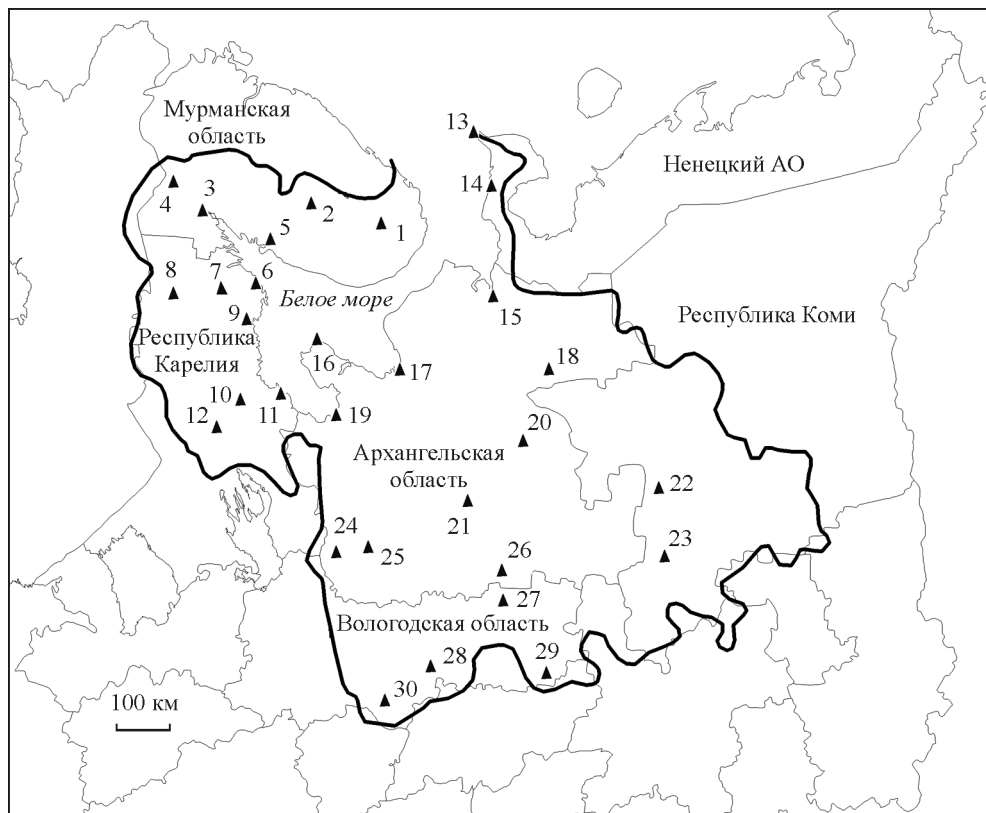


Рис. 1. Схема расположения метеорологических станций.

1 — Каневка, 2 — Краснощелье, 3 — Кандакшша, 4 — Ковдор, 5 — Умба, 6 — Гридино, 7 — Энгозеро, 8 — Калевала, 9 — Кемь-порт, 10 — Сегежа, 11 — Колежда, 12 — Паданы, 13 — Канин Нос, 14 — Шойна, 15 — Мезень, 16 — Жижгин, 17 — Архангельск, 18 — Койнас, 19 — Онега, 20 — Сура, 21 — Шенкурск, 22 — Усть-Вымь, 23 — Сыктывкар, 24 — Каргополь, 25 — Няндома, 26 — Котлас, 27 — Великий Устюг, 28 — Тотьма, 29 — Никольск, 30 — Вологда. Жирной линией показана граница водосбора Белого моря.

(рис. 1). Полученные ряды в зависимости от задач исследования подвергались статистической обработке согласно статистическим методам, применяемым в метеорологии и климатологии. При расчете аномалий температуры воздуха за климатическую норму принималось среднее многолетнее значение за базовый период 1961—1990 гг.

Результаты и их обсуждение. Физико-географические и климатические особенности рассматриваемого региона неоднородны. Климат исследуемой территории можно охарактеризовать как субарктический на территории Ненецкого автономного округа, субарктический морской, имеющий черты континентального в Мурманской и северо-западной части Архангельской областей, переходный от морского к континентальному на территории Карелии и умеренно-континентальный на территории Вологодской обл. и Республики Коми. Климатические условия формируются под влиянием переноса воздушных масс с Арктики и Атлантики.

Средние многолетние значения годовой температуры воздуха изменяются от -1.0°C на северо-западе Архангельской обл., от 0°C на побережье Барен-

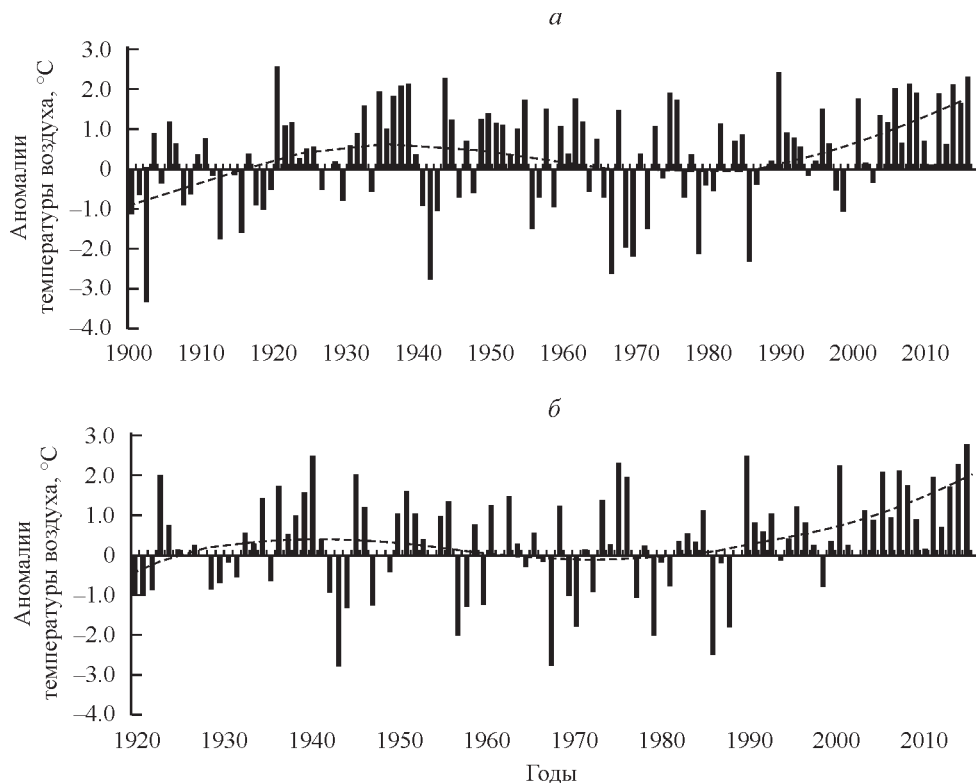


Рис. 2. Отклонения средней годовой температуры воздуха от климатической нормы (1961—1990 гг.).

a — МС Архангельск, *б* — МС Кемь-порт. Пунктирная линия — полиномиальный тренд 6-й степени.

цева и Белого морей до -2.0°C в центральной части и -3 — 4°C в горных районах Кольского п-ова, -1.0°C в районе Канина Носа и до 2.4 — 2.6°C в центральных районах Карелии и в Вологодской обл. Продолжительность безморозного периода увеличивается с севера на юг от 50—60 дней в Ненецком автономной округе и в центральных районах Мурманской обл. до 120 дней на территории Вологодской обл.

Оценки изменения приземной температуры воздуха, полученные по данным длительных инструментальных измерений на водосборе Белого моря, отражают общие черты и тенденции изменения температуры нижнего слоя атмосферы в северном полушарии в XX—начале XXI в. Данные наблюдений свидетельствуют о почти синхронном характере изменчивости среднегодовой температуры воздуха от мыса Канин Нос до Калевалы и Каргополя с наличием квазипериодических колебаний с временными масштабами порядка 2, 10 и 30 лет, как было показано нами ранее [7—9].

Если рассмотреть данные многолетних наблюдений за годовой температурой воздуха в виде аномалий (отклонений от климатической нормы), то происходившие колебания будут видны более наглядно (рис. 2). С начала XX в. изменения температуры воздуха не были однонаправленными. Рост температуры с начала века к 1950-м гг. сменился похолоданием, на смену которого в 1980-е гг. пришла новая волна потепления. Обращает на себя внимание тот факт, что, хотя в течение последних 20—25 лет повсеместно на ис-

Таблица 1
Средняя годовая температура воздуха (°С)

Метеорологическая станция	Период осреднения, годы		Метеорологическая станция	Период осреднения, годы	
	1961—1990	1991—2015		1961—1990	1991—2015
Каневка	–2.1	–1.1	Мезень	–0.8	0.2
Краснощелье	–1.6	–0.5	Койнас	–1.0	–0.1
Ковдор	–1.0	0.3	Архангельск	0.8	1.7
Умба	0.2	1.4	Онега	1.5	2.6
Кандалакша	–0.3	0.8	Сура	0.0	0.9
Энгозеро	0.5	1.6	Шенкурск	1.6	2.6
Калевала	0.3	1.5	Няндом	1.1	2.1
Кемь-порт	1.0	2.0	Каргополь	1.7	2.7
Гридино	0.9	1.8	Котлас	1.4	2.3
Колежда	1.2	2.2	Усть-Вымь	0.3	1.1
Паданы	1.6	2.7	Сыктывкар	0.6	1.6
Сегежа	1.3	2.4	Великий Устюг	1.5	2.4
Канин Нос	–1.1	–0.2	Тотьма	1.9	3.0
Шойна	–1.7	–0.9	Никольск	1.8	3.0
Жижгин	0.9	1.8	Вологда	2.6	3.4

следуемой территории преобладают положительные аномалии температуры воздуха, дальнейший значительный рост температуры не отмечается. Данные тенденции описаны в работе Н. В. Груза и Э. Я. Раньковой для глобальных изменений температуры воздуха: «...хотя десятилетие 2001— 2010 гг. в целом остается самым теплым за весь период инструментальных наблюдений, внутри него монотонного потепления не наблюдается» [5, с. 27].

В табл. 1 приведены климатические нормы средней годовой температуры воздуха на водосборе Белого моря за стандартный климатический период 1961—1990 гг. и средние значения за 1991—2015 гг. для различных метеорологических станций. Анализ приведенных значений показывает, что в конце XX—начале XXI в. средние многолетние значения годовой температуры воздуха повсеместно превышают климатические нормы на 0.9—1.2 °С. Согласно Ц. А. Швер, изменение средних значений метеорологических параметров может быть связано «либо с наличием сверхвековых колебаний, больших, чем фактическое число лет наблюдений, либо с реально быстрым изменением метеорологического режима в данном районе» [11, с. 15].

Оценка изменений средних многолетних значений температуры воздуха по месяцам показала, что для разных сезонов года изменения проходили неравномерно. Наибольшее повышение температуры характерно для зимних месяцев, особенно для января (средние значения за 1991—2015 гг. превышают климатические нормы на 1.7—3.0 °С). Средние значения температуры воздуха по месяцам за последние 20 лет на территории водосбора Белого моря превышают климатическую норму во все месяцы, кроме ноября. В ноябре на некоторых метеостанциях региона (Краснощелье, Калевала, Мезень, Архангельск, Тотьма) отмечается слабая тенденция к понижению температуры воздуха, ряд станций (Сегежа, Паданы, Вологда, Койнас, Шенкурск, Оне-

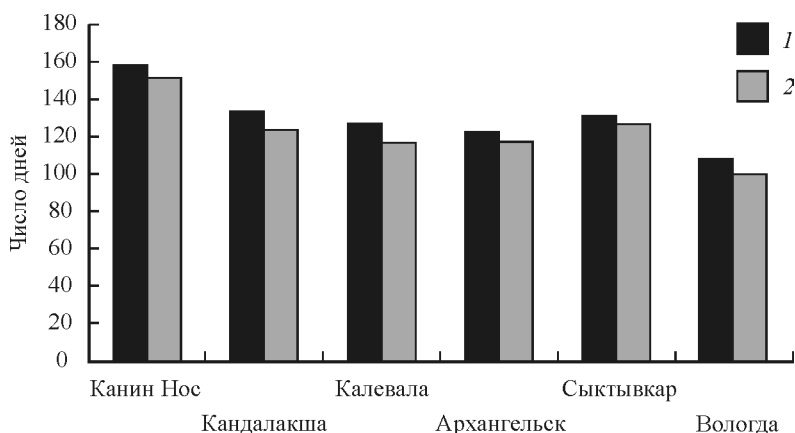


Рис. 3. Число дней без оттепели (за год) по данным наблюдений метеорологических станций, расположенных на водосборе Белого моря.

1 — 1961—1990 гг., 2 — 1991—2015 гг.

га, Няндомы) не фиксируют каких-либо изменений в температурном режиме этого месяца.

В зимние месяцы, для которых характерно наибольшее повышение средних месячных значений температуры воздуха, отмечается повсеместное уменьшение числа дней без оттепели (рис. 3). Днем без оттепели считается день, когда в течение всех суток температура воздуха по показаниям максимального термометра не поднималась выше 0°C [6, с. 111]. Число морозных дней сокращается, оттепели наблюдаются чаще на 10—15 дней в течение зимы, зимние сезоны становятся более неустойчивыми по температурному режиму, что приводит к повышению средних месячных температур воздуха зимних месяцев. Тенденции к снижению числа дней без оттепели отмечаются с начала 2000-х гг.

Вся территория водосбора Белого моря расположена в зоне избыточного увлажнения. Годовое количество осадков колеблется от 400 мм на севере Ненецкого автономного округа до 500—650 мм в Вологодской обл. и в Карелии и до 700 мм на территории Республики Коми. В горных районах Мурманской обл. за год выпадает 900—1300 мм атмосферных осадков.

К началу XXI в. годовые суммы осадков увеличились практически по всему водосбору Белого моря. Число лет, когда суммы осадков были выше климатических норм, значительно превышает число лет с отрицательными отклонениями (рис. 4, а). Данные тенденции отмечены практически во всех пунктах наблюдений. Однако отдельные станции (Койнас, Вологда, Тотьма) фиксируют слабое понижение количества выпадающих осадков в начале XXI в. (рис. 4, б) или отсутствие каких-либо изменений (МС Сура) (табл. 2). Эти тенденции являются, скорее, исключением для исследуемой территории, на которое, однако, нельзя не обращать внимания.

Среднее годовое число дней с осадками составляет в основном 190—210 дней, в некоторых районах Ненецкого автономного округа до 220 дней. За день с осадками считают такой день, когда отмечено выпадение 0.1 мм и более осадков за сутки [6, с. 111]. Наибольшее число дней с осадками отмечается в холодный период года — с октября по февраль (до 20—25 дней за месяц). В течение последнего десятилетия XX в. и начала XXI в. годовое

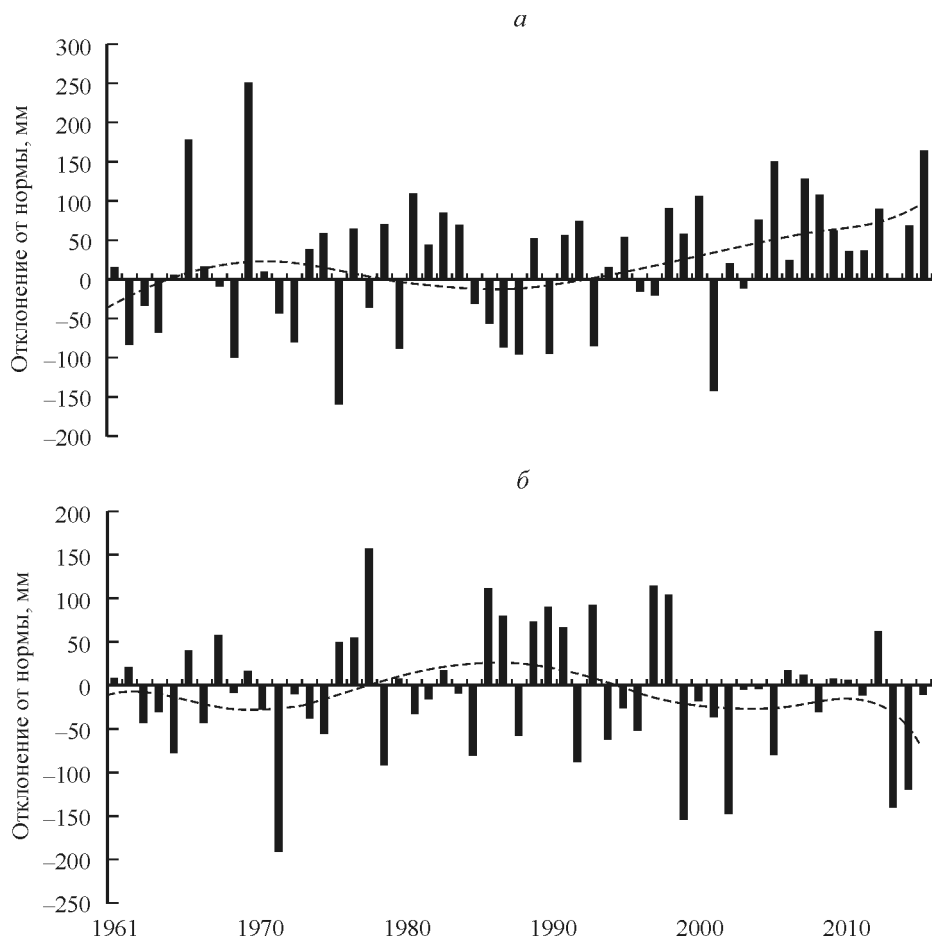


Рис. 4. Отклонения годовых сумм атмосферных осадков от климатической нормы (1961—1990 гг.).

a — МС Кандалакша, *б* — МС Вологда. Пунктирная линия — полиномиальный тренд 6-й степени.

число дней с осадками было в пределах или несколько ниже климатической нормы.

Анализ данных о сильных осадках (10 и более мм за сутки) показал, что в течение 1991—2015 гг. годовое число дней с сильными осадками в большинстве случаев превышало климатическую норму, что привело к изменению средних многолетних значений числа дней с сильными осадками на всей территории водосбора Белого моря (табл. 3).

Выводы

Таким образом, анализ данных многолетних наблюдений за основными параметрами и характеристиками климата позволяет сделать следующие выводы. Начиная с 1989 г. преобладают положительные аномалии средней годовой температуры воздуха (1—2 °C), хотя дальнейший рост температуры не наблюдается. Наиболее интенсивное потепление отмечается в зимние меся-

Таблица 2
Годовые суммы атмосферных осадков (мм)

Метеорологическая станция	Период осреднения, годы		Метеорологическая станция	Период осреднения, годы	
	1961—1990	1991—2015		1961—1990	1991—2015
Каневка	432	494	Мезень	490	572
Краснощелье	502	548	Койнас	603	581
Ковдор	576	613	Архангельск	553	622
Умба	482	540	Онега	588	627
Кандалакша	520	565	Сура	551	555
Энгозеро	539	623	Шенкурск	565	569
Калевала	539	581	Няндом	725	779
Кемь-порт	464	512	Каргополь	627	656
Гридино	411	460	Котлас	528	591
Колежда	532	584	Усть-Вымь	543	559
Паданы	530	562	Сыктывкар	543	629
Сегежа	582	634	Великий Устюг	520	564
Канин Нос	424	439	Тотьма	620	607
Шойна	389	422	Никольск	598	643
Жижгин	371	334	Вологда	568	548

цы, что обусловлено частым наступлением оттепелей при прохождении циклонов, сформировавшихся над Атлантикой. Анализ изменений количества осадков в районе исследований показывает, что в целом наблюдается рост годовых сумм выпавших атмосферных осадков; отклонения от нормы в течение первого десятилетия XXI в. составляют 50—100 мм. При этом общее число дней с осадками в основном было ниже нормы или соответствовало ей. В течение 1995—2015 гг. на территории водосбора Белого моря дожди были более интенсивны, чем в среднем за многолетний период; число дней с сильными дождями превышало норму по всему району исследований.

Таблица 3
Число дней с осадками различной интенсивности (мм) за год

Метеорологическая станция	1961—1990 гг.		1991—2015 гг.	
	≥ 0.1 мм	≥ 10.0 мм	≥ 0.1 мм	≥ 10.0 мм
Канин Нос	217	3	220	5
Краснощелье	205	8	207	9
Кандалакша	203	9	195	11
Архангельск	205	9	204	11
Онега	196	12	185	14
Калевала	198	9	202	11
Кемь-порт	181	7	178	9
Вологда	187	11	181	11
Сыктывкар	197	9	199	12

Список литературы

- [1] Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов / Под ред. Н. Н. Филатова, А. Ю. Тержевика. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 335 с.
- [2] Белое море: Справочник «Проект «Моря России». Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. II. Вып.1. Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 240 с.
- [3] Борисов А. А. Климаты СССР. Москва: Гос. учебно-педагогическое изд. Министерства просвещения РСФСР, 1948. 224 с.
- [4] Васильев Л. Ю., Водовозова Т. Е. Климат // Система Белого моря. Т. I. Природная среда водосбора Белого моря. М.: Научный мир, 2010. С. 16—40.
- [5] Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. Обнинск: ФГБХ «ВНИИГМИ-МЦД», 2012. 194 с.
- [6] Кобышева Н. В., Акентьева Е. М., Богданова Э. Г., Карпенко В. Н., Ключева М. В., Липовская В. И., Лугина К. М., Разова Е. Н., Семенов Ю. А., Стадник В. В., Хайруллин К. Ш. Климат России. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 655 с.
- [7] Филатов Н. Н., Выручалкина Т. Ю., Дианский Н. А., Назарова Л. Е., Синюкович В. Н. Внутривековая изменчивость уровня крупнейших озер России // Докл. Академии наук. 2016. Т. 467, № 5. С. 589—593.
- [8] Филатов Н. Н., Георгиев А. П., Ефремова Т. В., Назарова Л. Е., Пальшин Н. И., Руховец Л. А., Толстиков А. В., Шаров А. Н. Реакция озер Восточной Фенноскандии и Восточной Антарктиды на изменения климата // Докл. Академии наук. 2012. Т. 444, № 5. С. 554—558.
- [9] Филатов Н. Н., Назарова Л. Е., Георгиев А. П., Семенов А. В., Анциферова А. Р. Изменение и изменчивость климата европейского Севера России и их влияние на водные объекты // Арктика. Экология и экономика. 2012. № 2 (6). С. 80—94.
- [10] Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1955. 455 с.
- [11] Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 285 с.
- [12] Filatov N. N., Pozdnyakov D. V., Johannessen O. M. et al. White Sea. Its Marine Environment and Ecosystem Dynamics Influenced by Global Change. Chichester: Springer-Praxis Publishing, 2005. 472 p.

Поступило в редакцию
28 марта 2017 г.

Modern climatic conditions of the White Sea basin area

© L. E. Nazarova

Northern water problems Institute Karelian Research centre RAS, Petrozavodsk
E-mail: larisanazarov@yandex.ru

Based on the analysis of long-term data from meteorological stations located within the White (Belo) Sea basin area, change and variability of main parameters describing the local climate are considered. The trend in air temperature regime changes is shown. The atmospheric precipitation regime over the White Sea catchment area is described, being based on modern data as compared to the climatic norms for

the period of 1961—1990. The main trends of annual and monthly sums and number of days with precipitation of various intensity are considered.

Key words: climate, White Sea basin area, air temperature, atmospheric precipitation.

References

- [1] Beloe more i ego vodosbor pod vlijaniem klimaticheskikh i antropogennykh faktorov / Pod red. N. N. Filatova, A. Ju. Terzhevika. Petrozavodsk: KarNC RAN, 2007. 335 s.
- [2] Beloe more: Spravochnik «Proekt «Morja Rossii». Gidrometeorologija i gidrohimija morej SSSR. T. II. Vyp. 1. Gidrometeorologicheskie uslovija. L.: Gidrometeoizdat, 1991. 240 s.
- [3] Borisov A. A. Klimaty SSSR. Moskva: Gos. uchebno-pedagogicheskoe izd. Ministerstva prosveshhenija RSFSR, 1948. 224 s.
- [4] Vasil'ev L. Ju., Vodovozova T. E. Klimat // Sistema Belogo morja. T. I. Prirodnaja sreda vodosbora Belogo morja. M.: Nauchnyj mir, 2010. S. 16—40.
- [5] Gruza G. V., Ran'kova Je. Ja. Nabljudajemye i ozhidaemye izmenenija klimata Rossii: temperatura vozduha. Obninsk: FGBH «VNIIGMI-MCD», 2012. 194 s.
- [6] Kobysheva N. V., Akent'eva E. M., Bogdanova Je. G., Karpenko V. N., Kljueva M. V., Lipovskaja V. I., Lugina K. M., Razova E. N., Semenov Ju. A., Stadnik V. V., Hajrul'in K. Sh. Klimat Rossii. SPb.: Gidrometeoizdat, 2001. 655 s.
- [7] Filatov N. N., Vyruchalkina T. Ju., Dianskij N. A., Nazarova L. E., Sinjukovich V. N. Vnutrivenkovaja izmenchivost' urovnja krupnejshih ozer Rossii // Dokl. Akademii nauk. 2016. T. 467, N 5. S. 589—593.
- [8] Filatov N. N., Georgiev A. P., Efremova T. V., Nazarova L. E., Pal'shin N. I., Ruho-vec L. A., Tolstikov A. V., Sharov A. N. Reakcija ozer Vostochnoj Fennoskandii i Vostochnoj Antarktidy na izmenenija klimata // Dokl. Akademii nauk. 2012. T. 444, N 5. S. 554—558.
- [9] Filatov N. N., Nazarova L. E., Georgiev A. P., Semenov A. V., Anciferova A. R. Izmenenie i izmenchivost' klimata evropejskogo Severa Rossii i ih vlijanie na vodnye ob'ekty // Arktika. Jekologija i jekonomika. 2012. N 2 (6). S. 80—94.
- [10] Hromov S. P., Mamontova L. I. Meteorologicheskij slovar'. L.: Gidrometeorologicheskoe izd-vo, 1955. 455 s.
- [11] Shver C. A. Atmosfernye osadki na territorii SSSR. L.: Gidrometeoizdat, 1984. 285 s.
- [12] Filatov N. N., Pozdnyakov D. V., Johannessen O. M. et al. White Sea. Its Marine Environment and Ecosystem Dynamics Influenced by Global Change. Chichester: Springer-Praxis Publishing, 2005. 472 p.