

УДК 556.12:556.51(268.46)

АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА БЕЛОГО МОРЯ

Л. Е. Назарова

*Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»
(пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185030)*

В условиях потепления климата оценки изменения режима выпадения атмосферных осадков важны не меньше, чем изменений температуры воздуха. В представленной статье на основании данных многолетних наблюдений на метеорологических станциях сети Росгидромета проанализированы изменения в режиме выпадения осадков на территорию водосбора Белого моря. Оценены изменения годовых и месячных сумм осадков, числа дней с осадками разной интенсивности, доли твердых и смешанных осадков, продолжительности периода выпадения твердых осадков, высоты и продолжительности залегания снежного покрова. Показано, что с начала XXI века почти на всей исследуемой территории отмечается рост количества осадков во все месяцы года, увеличилось число дней с сильными осадками (10 мм и более за сутки), изменилось соотношение долей твердых и смешанных осадков в годовой сумме, изменяется режим их выпадения. Также отмечено сокращение числа дней со снежным покровом на 10–20 суток.

Ключевые слова: атмосферные осадки; водосбор; твердые и смешанные осадки; снежный покров

Для цитирования: Назарова Л. Е. Атмосферные осадки на территории водосбора Белого моря // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 6. С. 16–25. doi: 10.17076/lim1563

Финансирование. Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН) в рамках темы «Комплексные исследования Белого моря и водосбора в интересах развития Арктической зоны РФ».

L. E. Nazarova. PRECIPITATION OVER THE WHITE SEA CATCHMENT AREA

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences (50 Al. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia)

In the regional climate warming context, estimating changes in precipitation patterns is as important as estimation of changes in air temperature. This paper analyzes changes in precipitation over the White Sea catchment area based on long-term data from Roshydromet meteorological stations. Changes in annual and monthly precipitation, a number of days with precipitation of varying intensity, contributions of solid and mixed precipitation, duration of the solid precipitation period, and depth and duration of the snow cover were estimated. It is demonstrated that starting from the beginning of the 21st century almost all of the area has seen a rise in precipitation throughout the year,

an increase in the number of days with heavy precipitation (10 mm and more per day), a change in the ratio of solid and mixed fractions in total annual precipitation, and an alteration of their regime. Also, the duration of the snow cover has decreased.

Keywords: precipitation; catchment area; solid and mixed precipitation; snow cover

For citation: Nazarova L. E. Precipitation over the White Sea catchment area. *Trudy Kareli'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2022. No. 6. P. 16–25. doi: 10.17076/lim1563

Funding. The study was financed from the Russian federal budget through government assignment to KarRC RAS (Northern Water Problems Institute KarRC RAS) within the topic “Integrated research of the White Sea and its catchment for promoting the development of the Russian Arctic zone.

Введение

Один из важнейших факторов формирования климатических условий территории – атмосферные осадки. Трудно переоценить значение достаточного количества осадков для увлажнения и питания почв, пополнения запасов пресной воды в водных объектах, для формирования гидрологического режима и баланса как территории в целом, так и отдельных водных объектов и водосборов и т. д. «Изучение атмосферных осадков, определение их количества по территории началось давно, и на каждом этапе обобщение режима осадков проводилось на все более высоком уровне знаний» [Швер, 1984]. Результаты исследований, посвященных атмосферным осадкам, выпадающим на территорию водосбора Белого моря, изложены в литературных источниках [Гидрометеорология..., 1991; Кобышева и др., 2001; Filatov et al., 2005; Белое..., 2007; Васильев, Водовозова, 2010 и др.], опубликованных до 2010 г. Краткие обобщения приведены в статьях [Филатов и др., 2012, 2019; Назарова, 2017 и др.]. В настоящее время в условиях потепления климата изменения количества и интенсивности выпадения атмосферных осадков вызывают особый интерес. Таким образом, основная цель данного исследования – более подробно изучить современное состояние и возможные изменения в режиме выпадения атмосферных осадков на территории водосбора Белого моря.

Материалы и методы

Для достижения поставленной цели использованы данные наблюдений на семи метеорологических станциях (МС) Карелии, пяти, десяти и четырех МС Мурманской, Архангельской и Вологодской областей соответственно, двух МС Ненецкого автономного округа и двух МС Республики Коми сети Федеральной службы РФ по гидрометеорологии и монито-

рингу окружающей среды за период от начала наблюдений на станциях по 2020 г. включительно. В работе использованы сведения, представленные на сайте Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ МЦД), а также информация, опубликованная в научно-прикладных справочниках по климату СССР. Проанализированы временные ряды данных наблюдений за атмосферными осадками и снежным покровом с разрешением год, месяц, сутки, сроки.

По решению Всемирной метеорологической организации (ВМО) для расчета климатических норм используют 30-летние базовые периоды. Единые временные отрезки и используемые методики позволяют получать сопоставимые результаты для различных точек наблюдения. На 16-й сессии ВМО в 2014 году решено, что в качестве базового и стабильного периода остается промежуток 1961–1990 гг. В связи с изменением глобального климата ВМО одобрило использование так называемых оперативных норм, которые обновляются каждые 10 лет. В 2021 году нормы должны быть обновлены, периодом расчета станет 1991–2020 гг. Однако для выявления тенденций изменения климата все новые климатические нормы будут сравнивать с периодом 1961–1990 гг.

В качестве основного для исследования климатических характеристик выбран метод статистического анализа данных многолетних метеорологических наблюдений.

Результаты

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 области и Карелии и до 700 мм на территории Республики Коми. В горных районах Мурманской

области за год выпадает 900–1300 мм атмосферных осадков [Назарова, 2017].

Увеличение повторяемости циклонов, сформировавшихся над Атлантикой, приводит не только к изменчивости температурного режима территории, но и к росту количества выпадающих атмосферных осадков. «Циклоническая деятельность является необходимым условием влагооборота на континенте, так как именно в циклонах совершается осаждение перенесенной с океана влаги» [Швер, 1984]. Согласно данным Второго оценочного доклада Росгидромета об изменениях климата на территории Российской Федерации [2014], за период 1936–2010 гг. отмечается увеличение годовых сумм осадков практически на всей территории европейской части России. Выраженный рост годовых сумм осадков со второй половины 1980-х годов отмечен также и в Докладе Федеральной службы по гидро-

метеорологии и мониторингу окружающей среды [Доклад..., 2021]. На водосборе Белого моря средние значения годовых сумм атмосферных осадков за 1991–2020 гг. превышают климатические нормы 1961–1990 гг. на 40–80 мм. Однако по данным наблюдений отдельных метеорологических станций (Канин Нос, Жижгин, Койнас, Тотьма) увеличение средних многолетних годовых значений не отмечается или незначимо (табл. 1). На рис. 1 представлена многолетняя динамика сумм атмосферных осадков по данным наблюдений МС Кандалакша и Вологда. Анализируя приведенные графики, можно сделать следующие выводы. До 1960 г. годовые суммы измеренных осадков были значительно ниже современных, что объясняется недоучетом осадков в этот период из-за существовавшей в то время практики измерений (использование дождемеров, замененных в 1950-е годы на осадкомеры;

Таблица 1. Средние годовые суммы атмосферных осадков

Table 1. Mean annual precipitation

Метеорологическая станция Meteorological station	Период осреднения Averaging period		Метеорологическая станция Meteorological station	Период осреднения Averaging period	
	1961–1990	1991–2020		1961–1990	1991–2020
Каневка Kanevka	465	502	Мезень Mezen	490*	580
Краснощелье Krasnoschel'e	502	551	Койнас Koynas	603	588
Ковдор Kovdor	576	611	Архангельск Arkhangelsk	553	633
Умба Umba	482	556	Онега Onega	588	636
Кандалакша Kandalaksha	520	571	Сура Sura	551	571
Энгозеро Engozero	539	629	Шенкурск Shenkursk	565	569
Калевала Kalevala	539	592	Няндомы Nyandoma	725	778
Кемь-порт Kem-harbour	464	525	Каргополь Kargopol	627	671
Гридино Gridino	411	476	Котлас Kotlas	528	599
Колежма Kolezhma	532	596	Усть-Вымь Ust-Vym	543*	575
Паданы Padany	530	571	Сыктывкар Syktyvkar	543	651
Сегежа Segezha	582	648	Великий Устюг Velikiy Ustyug	520*	579
Канин Нос Kanin-Nos	424	436	Тотьма Tot'ma	620	623
Шойна Shoyna	389	419	Никольск Nicol'sk	598	653
Жижгин Zhyzhgin	371	341	Вологда Vologda	568	568

Примечание. *Рассчитано за период 1966–1990 гг.

Note. *Calculated for 1966–1990.

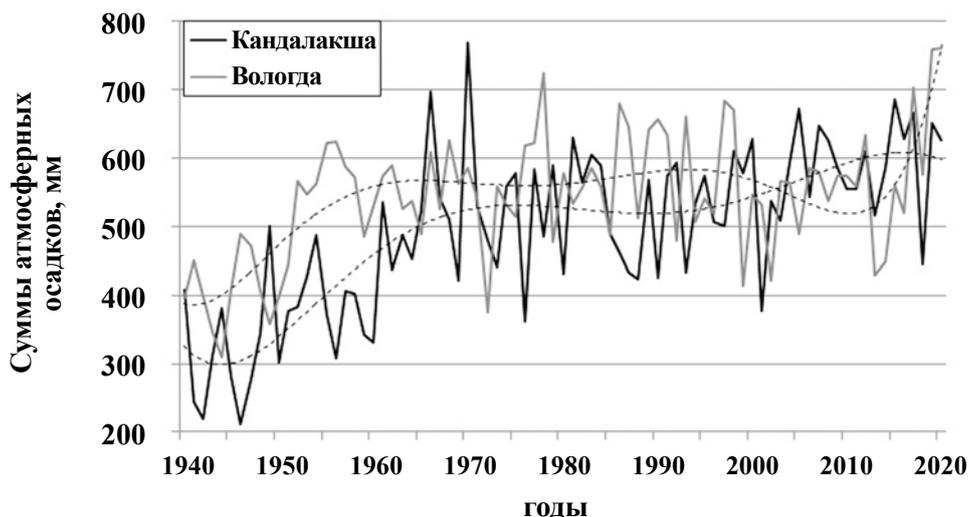


Рис. 1. Годовые суммы атмосферных осадков (мм), МС Кандалакша и Вологда. Пунктирная линия – полиномиальный тренд 6-й степени

Fig. 1. Annual rainfall (mm) based on the data from MS Kandalaksha and Vologda. Dotted line presents a trend approximated by the sextic polinomial

изменение методики введения поправок на смачивание). После 1960 г. число лет, когда осадков было больше нормы, примерно соответствует количеству лет с осадками ниже нормы. В последние 17–20 лет, по данным наблюдений большинства станций (кроме указанных выше), преобладают положительные тенденции изменения годовых сумм атмосферных осадков. Однако, как отмечено в [Доклад..., 2021], «региональные тренды наблюдаются на фоне существенных колебаний с периодом в несколько десятилетий, так что нельзя с уверенностью утверждать наличие тренда, а лишь наличие определенной фазы таких колебаний».

Внутри года количество выпадающих атмосферных осадков неравномерно. Наибольшее количество выпадает с июня по октябрь – до 60 % годовой суммы. Минимальное отмечается в марте–апреле (рис. 2).

Среднее годовое число дней с осадками составляет в основном 190–210, в некоторых районах до 220. За день с осадками считают такой день, когда отмечено выпадение 0,1 мм и более осадков за сутки. 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 и начала XXI веков годовое число дней с осадками было в пределах или несколько ниже климатической нормы.

Анализ данных о сильных (10 мм и более за сутки) осадках показал, что в течение 1991–2020 гг. годовое число дней с сильными

осадками в большинстве случаев превышало климатическую норму 1961–1990 гг. (рис. 3).

В результате таких колебаний в режиме выпадения атмосферных осадков изменились средние многолетние значения числа дней с сильными осадками на всей территории водосбора Белого моря (табл. 2).

Анализ представленных на сайте ВНИИГМИ МЦД рядов многолетних наблюдений за различными видами осадков с устранением систематических погрешностей осадкомерных приборов (до 2015 года включительно) позволил сделать следующие выводы. Количество твердых осадков за год (снег, крупа, снежные зерна, ледяной дождь, град), по данным наблюдений всех метеостанций, расположенных на водосборе Белого моря, значительно сократилось (рис. 4). Одновременно повсеместно возросла доля смешанных осадков (мокрый снег, дождь со снегом) (рис. 5). Смешанные осадки выпадают при приземной температуре от -2° до $+2^{\circ}$, но чаще всего – от 0° до $+2^{\circ}$, когда снежинки частично подтаивают или когда вместе со снегом выпадает дождь. Увеличение доли смешанных осадков хорошо согласуется с увеличением повторяемости оттепелей в течение холодного периода года.

Поскольку выпадение твердых осадков регулируется температурой воздуха, то даже незначительное повышение средней годовой температуры приводит к существенному уменьшению доли твердых осадков. Так, по данным Ц. А. Швер [1984], для севера ЕЧР

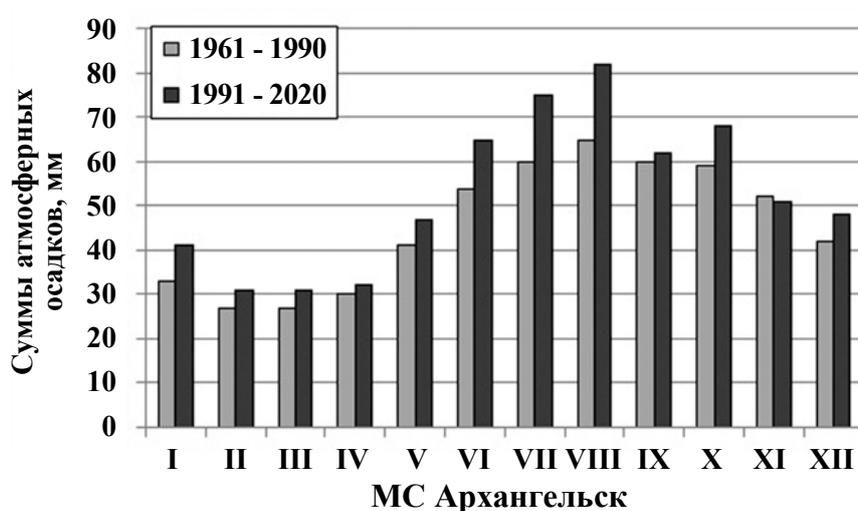
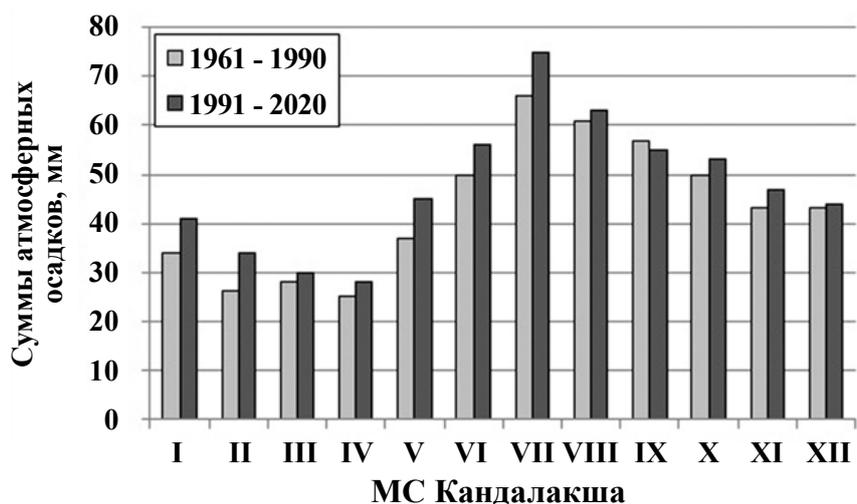


Рис. 2. Средние месячные суммы атмосферных осадков, мм, за 1961–1990 и 1991–2020 гг. по данным наблюдений МС Кандалакша и Архангельск

Fig. 2. Mean monthly precipitation, mm, in 1961–1990 and 1991–2020, based on the data from MS Kandalaksha and Arkhangelsk

и примыкающих арктических районов повышение средней годовой температуры воздуха на 1 °С приводит к снижению доли твердых осадков на 5–6 %.

Кроме изменения количества твердых атмосферных осадков также отмечены изменения во внутригодовом режиме их выпадения. В осенний сезон начало периода с твердыми осадками сместилось на месяц позже. В сентябре осадки в твердой фазе не отмечает ни одна метеостанция. Окончание этого периода весной также отмечается на месяц раньше, для северных районов водосбора Белого моря – в мае, для южных – в апреле. Таким образом, продолжительность периода, в течение которого наблюдается выпадение твердых осадков, сократилась примерно на два месяца

на всей исследуемой территории (рис. 6). При этом следует отметить, что в отдельные зимние месяцы станции регистрируют увеличение сумм твердых осадков. Так, МС Кандалакша фиксирует рост количества твердых осадков в среднем за 1991–2015 гг. для января с 39 до 47 мм, для февраля – с 32 до 38 мм. Увеличение сумм январских твердых осадков отмечают МС Сыктывкар, Архангельск, Сура и др., февральских – Шойна, Архангельск, Калевала, Каневка и др. Отдельные станции наблюдают незначительное увеличение количества твердых осадков в марте. Также следует отметить, что погодные условия каждого конкретного года, безусловно, могут сильно отличаться от средних многолетних значений, приведенных в статье.

Таблица 2. Число дней с осадками различной интенсивности

Table 2. Number of days with precipitation of varying intensity

Станция Station	1961–1990 гг. 1961–1990		1991–2020 гг. 1991–2020	
	$\geq 0,1$ мм $\geq 0,1$ mm	$\geq 10,0$ мм $\geq 10,0$ mm	$\geq 0,1$ мм $\geq 0,1$ mm	$\geq 10,0$ мм $\geq 10,0$ mm
Канин Нос Kanin-Nos	217	3	216	5
Краснощелье Krasnoschel'e	205	8	209	10
Кандалакша Kandalaksha	203	9	197	11
Архангельск Arkhangelsk	205	9	206	12
Онега Onega	196	12	187	14
Калевала Kalevala	198	9	205	11
Кемь-порт Kem-harbour	181	7	181	10
Вологда Vologda	187	11	184	12
Сыктывкар Syktyvkar	197	9	204	13

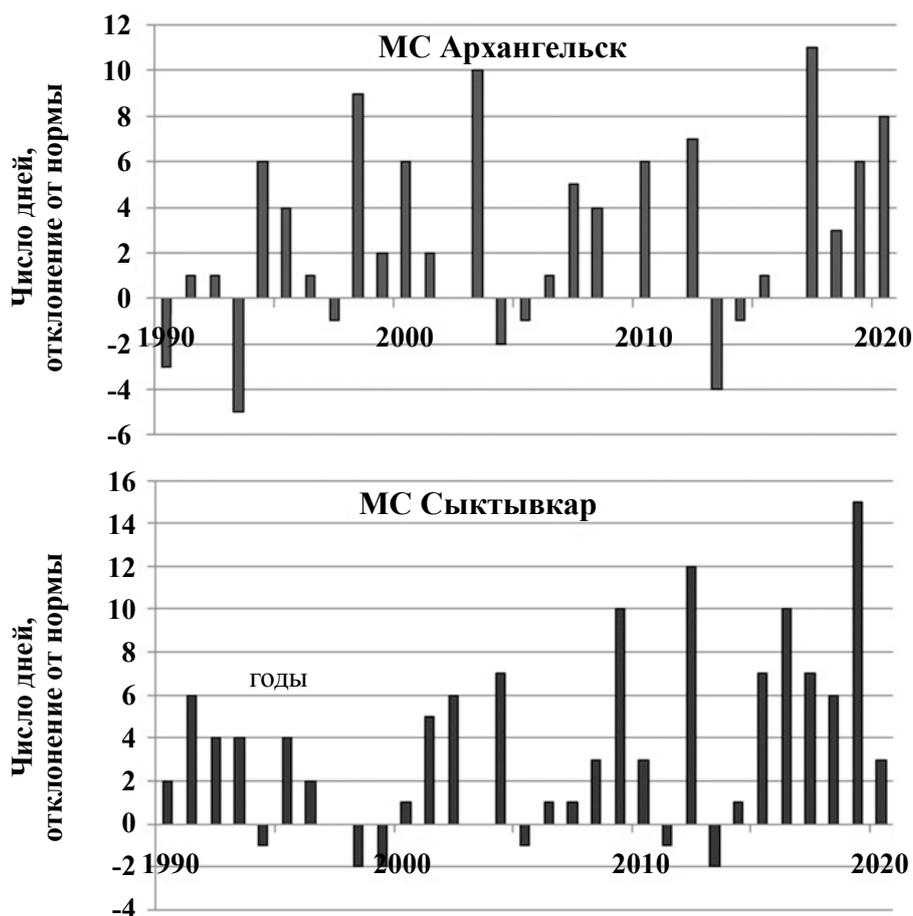


Рис. 3. Отклонения числа дней за год с осадками $\geq 10,0$ мм от климатической нормы (1961–1990), МС Архангельск и МС Сыктывкар

Fig. 3. Deviation of the number of days with precipitation ≥ 10 mm from the climatic norm (1961–1990) based on the data from MS Arkhangelsk and Syktyvkar

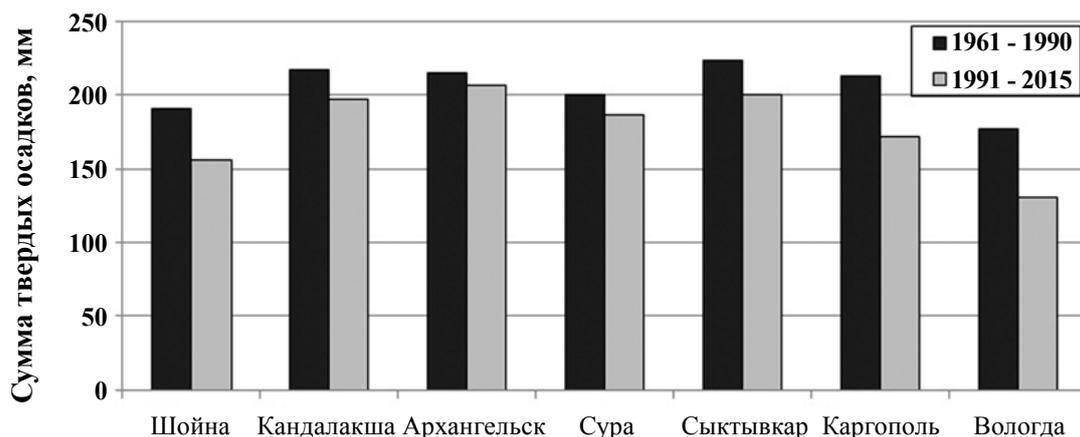


Рис. 4. Средние годовые суммы твердых осадков на территории водосбора Белого моря за 1961–1990 и 1991–2015 гг.

Fig. 4. Mean annual solid precipitation in the White Sea catchment area in 1961–1990 and 1991–2015

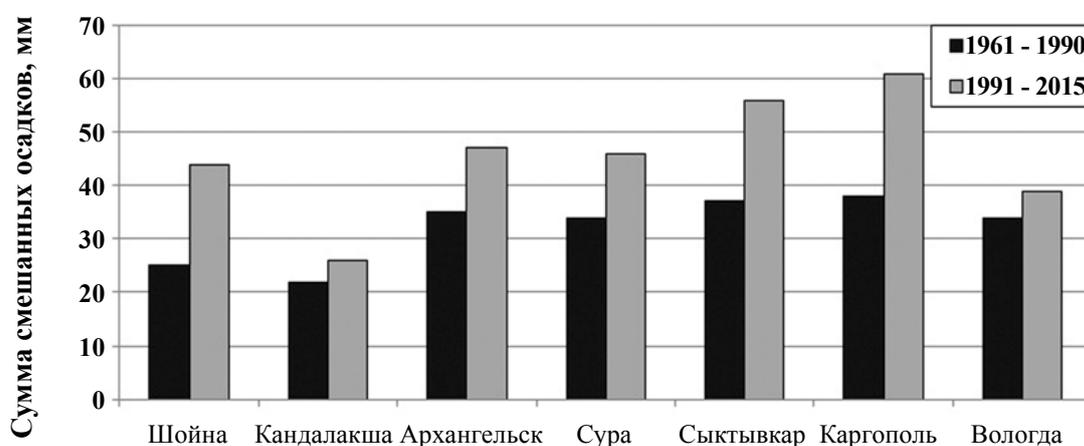


Рис. 5. Средние годовые суммы смешанных осадков на территории водосбора Белого моря за 1961–1990 и 1991–2015 гг.

Fig. 5. Mean annual mixed precipitation in the White Sea catchment area in 1961–1990 and 1991–2015

В целом же наблюдается увеличение общих сумм атмосферных осадков холодного периода года (ноябрь–март) на исследуемой территории (рис. 7).

Твердые атмосферные осадки являются основным источником формирования снежного покрова. Постоянный снежный покров в Мурманской области устанавливается обычно в течение октября, сохраняется на вершинах Хибин и Чунатундры в среднем 220 дней, на остальной территории – 180 дней. В равнинных районах средняя многолетняя высота снежного покрова в конце зимы – 70 см, на Мурманском побережье, где снег сдувается ветром, – 40 см. В Карелии снежный покров держится на юге 160 дней, на севере 190. Средняя толщина его обычно не превышает 50–60 см, но в отдельные годы может дохо-

дить до 110 см. Снежный покров на п-ове Каннин образуется в начале ноября. Разрушение его заканчивается в начале июня. В Архангельской области снежный покров появляется в ноябре и начинает разрушаться в апреле, а на Крайнем Севере может сохраниться до начала июля. Залегает от 237 дней на севере до 160 дней на юге области. Высота к концу зимы достигает 50–60 см. В Вологодской области устойчивый снежный покров сохраняется в течение 160–170 дней, начало устойчивого снежного покрова относится к началу–середине ноября. Сходит во второй половине апреля. Высота достигает в марте 60–65 см.

Анализ данных о снежном покрове основан на результатах наблюдений по снегомерным рейкам, установленным на постоянных участках. Рассматривались данные о числе дней

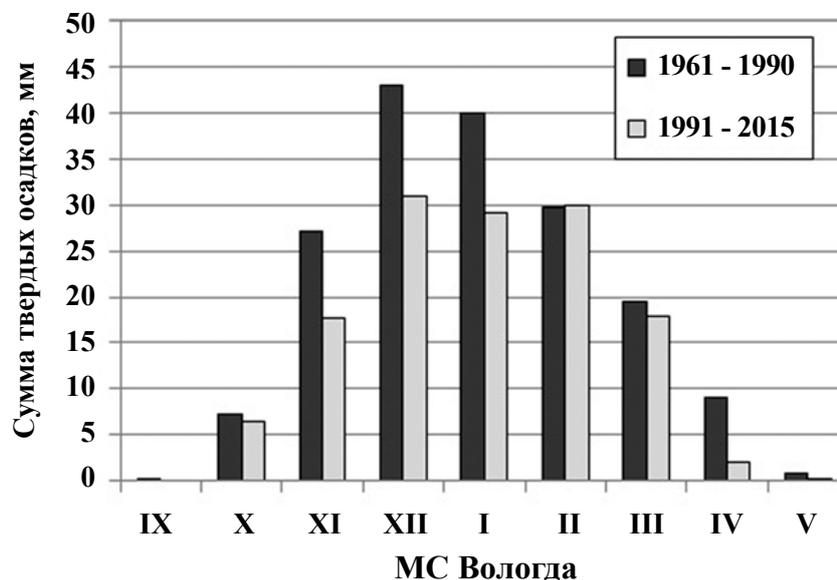
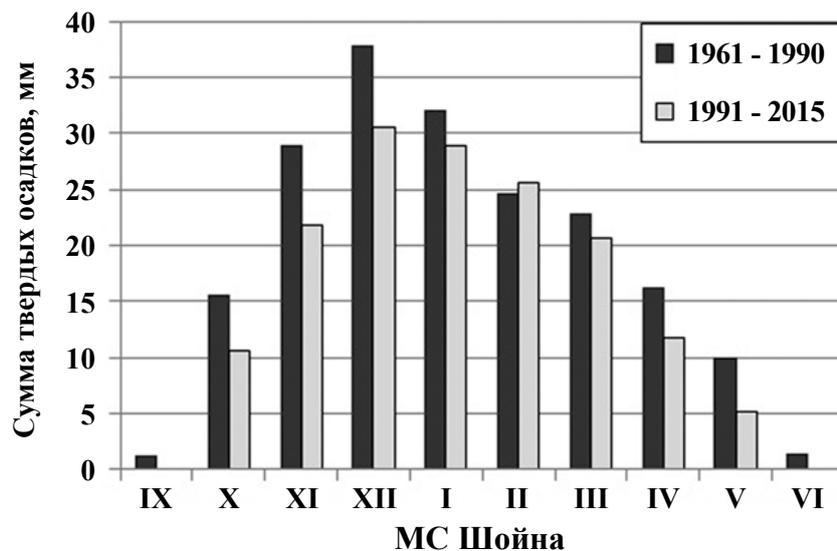


Рис. 6. Средние месячные суммы твердых осадков за 1961–1990 и 1991–2015 гг., мм, МС Шойна и Вологда

Fig. 6. Mean monthly solid precipitation, mm, in 1961–1990 and 1991–2015, based on the data from MS Shoyna and Vologda

в году со снежным покровом и высоте снежного покрова (осредненные за декаду). Днем со снежным покровом считается тот, когда более половины видимой окрестности покрыто снегом, независимо от его высоты. Согласно информации, приведенной в [Доклад..., 2021], на значительной части РФ сохраняется тенденция уменьшения продолжительности залегания снежного покрова. Для территории водосбора Белого моря сравнение данных наблюдений в течение 1991–2020 гг. с климатической нормой 1961–1990 гг. позволяет сде-

лать вывод, что в настоящее время число дней со снежным покровом ниже средних многолетних значений на 10–20.

Анализ данных о средней декадной высоте снежного покрова, измеренной по постоянным снегомерным рейкам, показывает, что в 1991–2020 гг. значения данной характеристики в среднем за указанный период были в пределах климатической нормы (рис. 8), кроме тех районов, где отмечено увеличение количества твердых осадков в отдельные зимние месяцы, что было указано ранее.

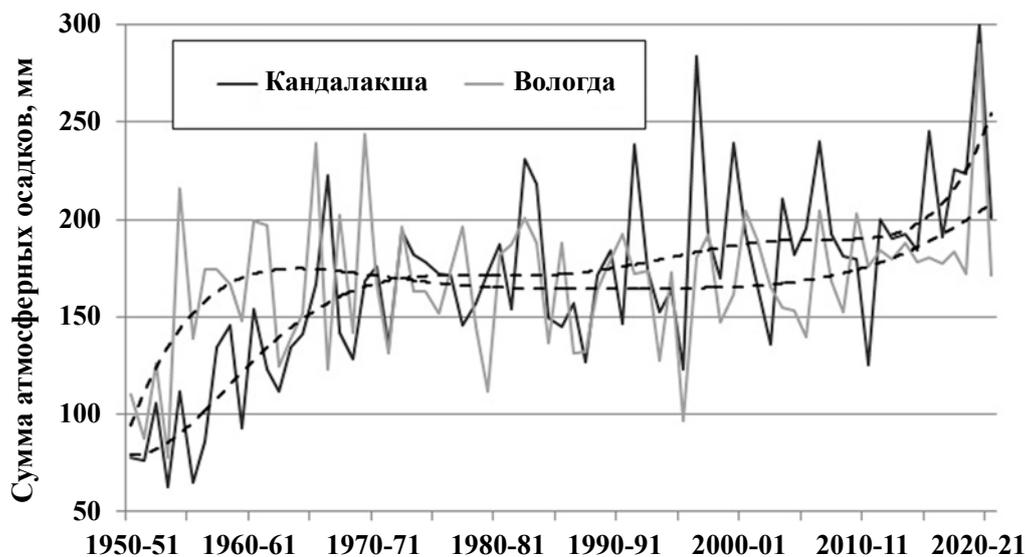


Рис. 7. Суммы атмосферных осадков холодного периода года (ноябрь–март), мм. Пунктирная линия – полиномиальный тренд 6-й степени

Fig. 7. Rainfall for the cold period (November–March), mm. Dotted line presents a trend approximated by the sextic polynomial

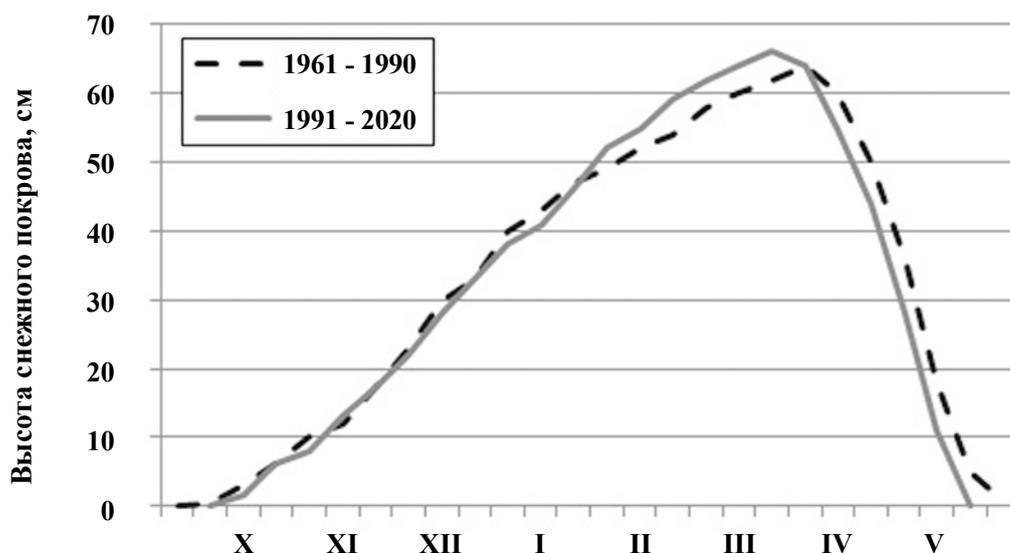


Рис. 8. Средняя декадная высота снежного покрова, см, за периоды 1961–1990 и 1991–2020 гг., МС Каневка

Fig. 8. Mean decade height of snow cover, cm, in 1961–1990 and 1991–2020, based on the data from MS Kanevka

Заключение

Анализ изменений количества осадков в районе исследований показывает, что примерно с 2000 года в целом наблюдается рост годовых сумм выпавших атмосферных осадков (в среднем на 40–80 мм). Практически все метеорологические станции, многолетние данные наблюдений которых использованы для

исследования, отмечают увеличение количества осадков во все сезоны года. Также наблюдается усиление интенсивности выпадения осадков при практически неизменном числе дней с осадками ($\geq 0,1$ мм) в течение года. В связи с изменением температурного режима территории, повышением температуры воздуха, примерно на два месяца сократилась продолжительность периода, в течение которого наблюдается

выпадение твердых осадков. Доля твердых осадков в общем годовом количестве значительно уменьшилась, в то же время повсеместно возросла доля смешанных осадков. Высота снежного покрова и продолжительность его залегания несколько ниже климатических норм 1961–1990 гг.

Литература

Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов / Под ред. Н. Н. Филатова, А. Ю. Терзевича. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 335 с.

Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря России». Т. II. Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / Под ред. Б. Х. Глуховского. Л.: Гидрометеоздат, 1991. 240 с.

Васильев Л. Ю., Водовозова Т. Е. Климат // Система Белого моря. Том I. Природная среда водосбора Белого моря. М.: Научный мир, 2010. С. 16–40.

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М.: Росгидромет, 2014. 60 с.

Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. М., 2021. 104 с.

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.: Гидрометеоздат, 2001. 655 с.

Назарова Л. Е. Современные климатические условия водосбора Белого моря // Известия РГО. 2017. Т. 149, вып. 5. С. 16–24.

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.

Филатов Н. Н., Назарова Л. Е., Дружинин П. В. Влияние климатических и антропогенных факторов на состояние системы «Белое море – водосбор» // Труды Карельского научного центра РАН. 2019. № 9. С. 30–50. doi: 10.17076/lim1117

Швер Ц. А. Атмосферные осадки на территории СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 285 с.

White Sea. Its marine environment and ecosystem dynamics influenced by global change / Eds. Filatov N. N.,

Pozdnyakov D. V. London: Springer-Verlag London Ltd, 2005. 472 p.

References

A report on climate features in the Russian Federation in 2020. Moscow; 2021. 104 p. (In Russ.)

Filatov N. N., Nazarova L. E., Druzhinin P. V. Influence of climatic and anthropogenic factors on the White Sea – catchment system. *Trudy Kareli'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre of RAS*. 2019;9:30–50. (In Russ.)

Filatov N. N., Nazarova L. E., Georgiev A. P., Semenov A. V., Antsiferova A. R. Change and variability of climate of the European North of Russia and its influence on the water bodies. *Arktika. Ekologiya i ekonomika = The Arctic. Ecology and Economics*. 2012;2(6):80–94. (In Russ.)

Filatov N. N., Pozdnyakov D. V. (eds.). White Sea. Its marine environment and ecosystem dynamics influenced by global change. London: Springer-Verlag London Ltd; 2005. 472 p.

Filatov N. N., Terzhevik A. Yu. (eds.). The White Sea and its catchment under the influence of climatic and anthropogenic factors. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2007. 335 p. (In Russ.)

Glukhovskiy B. Kh. (ed.). Hydrometeorology and hydrochemistry of seas of the Soviet Union. Project 'Seas of Russia'. Vol. II. The White Sea. Iss. 1. Hydrometeorological conditions. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1991. 240 p. (In Russ.)

Kobysheva N. V., Akent'eva E. M., Bogdanova E. G., Karpenko V. N., Klyueva M. V., Lipovskaya V. I., Lugina K. M., Razova E. N., Semenov Yu. A., Stadnik V. V., Hairullin K. Sh. Climate of Russia. St. Petersburg: Gidrometeoizdat; 2001. 655 p. (In Russ.)

Nazarova L. E. Modern climatic conditions of the White Sea catchment. *Izvestiya RGO = The RGS Herald*. 2017;149(5):16–24. (In Russ.)

Shver C. A. Atmospheric precipitation on the territory of the USSR. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1984. 285 p. (In Russ.)

The second evaluation report of Roshydromet on climate changes and its consequences over the territory of the Russian Federation. A general summary. Moscow: Rosgidromet; 2014. 60 p. (In Russ.)

Vasil'ev L. Yu., Vodovozova T. E. Climate. *Sistema Belogo morya = The White Sea system*. Vol. I. Environment of the White Sea catchment. Moscow: Nauchnyi mir; 2010. P. 16–40. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 01.04.2022; принята к публикации / accepted: 19.04.2022.
Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов / The author declares no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Назарова Лариса Евгеньевна

канд. геогр. наук, директор ИВПС КарНЦ РАН

e-mail: nazarova@nwpi.krc.karelia.ru

CONTRIBUTOR:

Nazarova, Larisa

Cand. Sci. (Geogr.), Director, Northern Water Problems Institute KarRC RAS