

УДК 551.577 (470.22)

АТМОСФЕРНЫЕ ОСАДКИ В КАРЕЛИИ

Л. Е. Назарова

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН

Представлена характеристика режима атмосферных осадков на территории Карелии, 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.

К л ю ч е в ы е с л о в а: климатические нормы; годовые и месячные суммы осадков; день с осадками.

L. E. Nazarova. PRECIPITATION OVER THE TERRITORY OF KARELIA

In the present paper, the precipitation regime over Karelia is described relying on modern data as compared to the climatic norms for the period 1961–1990. The main trends in annual and monthly total precipitation and the number of days with precipitation of various intensity are considered.

К e y w o r d s: climatic norm; annual and monthly precipitation; day with precipitation.

Введение

Важным метеорологическим элементом являются атмосферные осадки. Знание климатологии атмосферных осадков необходимо для различных аспектов жизнедеятельности человека (сельское хозяйство, энергетика и транспорт, опасные гидрометеорологические явления, связанные с наводнениями и засухами, и др.) и собственно для климатической системы (облачность, потоки скрытого тепла, приток пресной воды в океан, аккумуляция ледовых щитов и горных ледников и т. д.) [Груза, Ранькова, 2004]. Изучение динамики элементов водного баланса, одним из которых являются атмосферные осадки, оценка их изменчивости под влиянием естественных и антропогенных факторов представляет собой сложную научную задачу и имеет важное практическое

значение для охраны водных объектов и их рационального использования.

Однако оценки, касающиеся изменений количества осадков, существенно менее надежны, чем аналогичные оценки для температуры воздуха. Это вызвано как трудностями непосредственно инструментальных измерений (в особенности твердых осадков в зимний период), так и неоднородностью рядов наблюдений на метеорологических станциях, связанных с изменениями наблюдательной практики. Кроме того, существенно меньшая, по сравнению с полями температуры, пространственная связанность полей осадков делает менее надежными оценки регионально-осредненных величин.

Во «Втором оценочном докладе Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации» [2014 г.] отмечается, что за период 1936–2010 гг.

практически на всей европейской части России, а также в Центральной Сибири наблюдается увеличение годовых сумм атмосферных осадков. Коэффициент линейного тренда составляет 0,3 мм/месяц за 10 лет. В Западной и Восточной Сибири, в Прибайкалье, Забайкалье, Приамурье и Приморье преобладают площади с отрицательными значениями трендов. В работе Э. Г. Богдановой с соавторами [2010] показано, что к 2000 году на всей европейской части России выделяется область увеличения осадков с максимальными значениями на севере Кольского полуострова, достигающими более 40 % среднего многолетнего количества осадков, или 240 мм за 65 лет. Данные, приведенные в работе Н. Н. Филатова с соавторами [2012], также говорят о росте количества выпадающих атмосферных осадков на территории Карело-Кольского региона. Изменения в режиме выпадения осадков на водосборе Онежского озера в условиях меняющегося климата рассмотрены автором ранее [Назарова, 2010]. Наиболее полная и подробная характеристика режима атмосферных осадков на территории республики дана в работе А. А. Романова [1961]. Осадки на территории отдельных районов Карелии подробно проанализированы в работах «Климат Петрозаводска» [1982] и «Климат Сортавалы» [1988]. Характеристика современных изменений в режиме выпадения атмосферных осадков на территории Карелии приведена в данной работе.

Материалы и методы

Для составления характеристики режима атмосферных осадков на территории Карелии в работе использованы данные многолетних наблюдений на станциях и постах Северо-Западного территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период от начала наблюдений на станциях до 2013 года.

Полученные ряды данных о суточных, месячных и годовых суммах атмосферных осадков и числе дней с осадками различной интенсивности в зависимости от задач исследования подвергались статистической обработке.

Результаты и обсуждение

В среднем за год на территории Карелии, относящейся к зоне избыточного увлажнения, выпадает 550–750 мм осадков. Годовое их количество возрастает в направлении с севера на юг. Однако на распределение осадков большое влияние оказывают орографические

особенности местности и характер подстилающей поверхности, ведущие к нарушению плавного хода изменения количества осадков. Довольно заметно уменьшаются годовые суммы осадков вблизи крупных водоемов, таких как Белое море, озера Ладожское, Онежское, Топозеро, Пяозеро и т. д. В районе побережья Белого моря в границах Карелии отмечаются наименьшие в республике годовые суммы осадков (450–550 мм). Равнинная, покатая к Белому морю территория побережья в средней и северной части покрыта огромными массивами болот, открыта для воздействия ветров на значительные расстояния, вплоть до возвышенностей западной Карелии. При таких условиях рельефа влияние Белого моря сказывается здесь в смягчении среднегодовых температур воздуха, а также в создании минимума осадков в северной приморской полосе. Летом Белое море холоднее суши, и воздух, поступающий с моря на сушу, нагревается и при этом не только не выделяет свою влагу, а, напротив, поглощает влагу, образовавшуюся на суше [Романов, 1961].

На протяжении года осадки распределены неравномерно – их количество за теплый период (май–октябрь) колеблется от 350 до 400 мм, за холодный – 150–350 мм. Максимальное количество осадков на большей части республики приходится на июль–август, иногда на сентябрь. В эти месяцы их выпадает от 70 (по северной Карелии) до 80–90 мм (по остальной территории). Жидкие осадки отмечаются в каждом месяце и составляют 60–65 % от годовой суммы, твердые осадки составляют 24–25 %, смешанные – 10–15 % годовых значений.

Анализируя многолетние данные наблюдений за атмосферными осадками, можно сделать вывод, что к началу XXI века годовые суммы осадков увеличились по всей территории Карелии. С начала 1990-х годов в основном преобладают положительные аномалии. На рисунке 1 представлены значения годовых сумм осадков в виде отклонений от климатической нормы (1961–1990) по данным наблюдений метеостанций (МС) Петрозаводск и Калевала. Обращает на себя внимание тот факт, что годовые суммы осадков в 2014 году в южных районах Карелии были ниже средних многолетних значений на 20–30 % (рис. 1, а). В центральных и северных районах количество осадков превышало климатическую норму примерно на 10–30 %.

Увеличение годовых сумм осадков привело к изменению средних многолетних значений, рассчитанных за продолжительные периоды. Согласно данным, приведенным

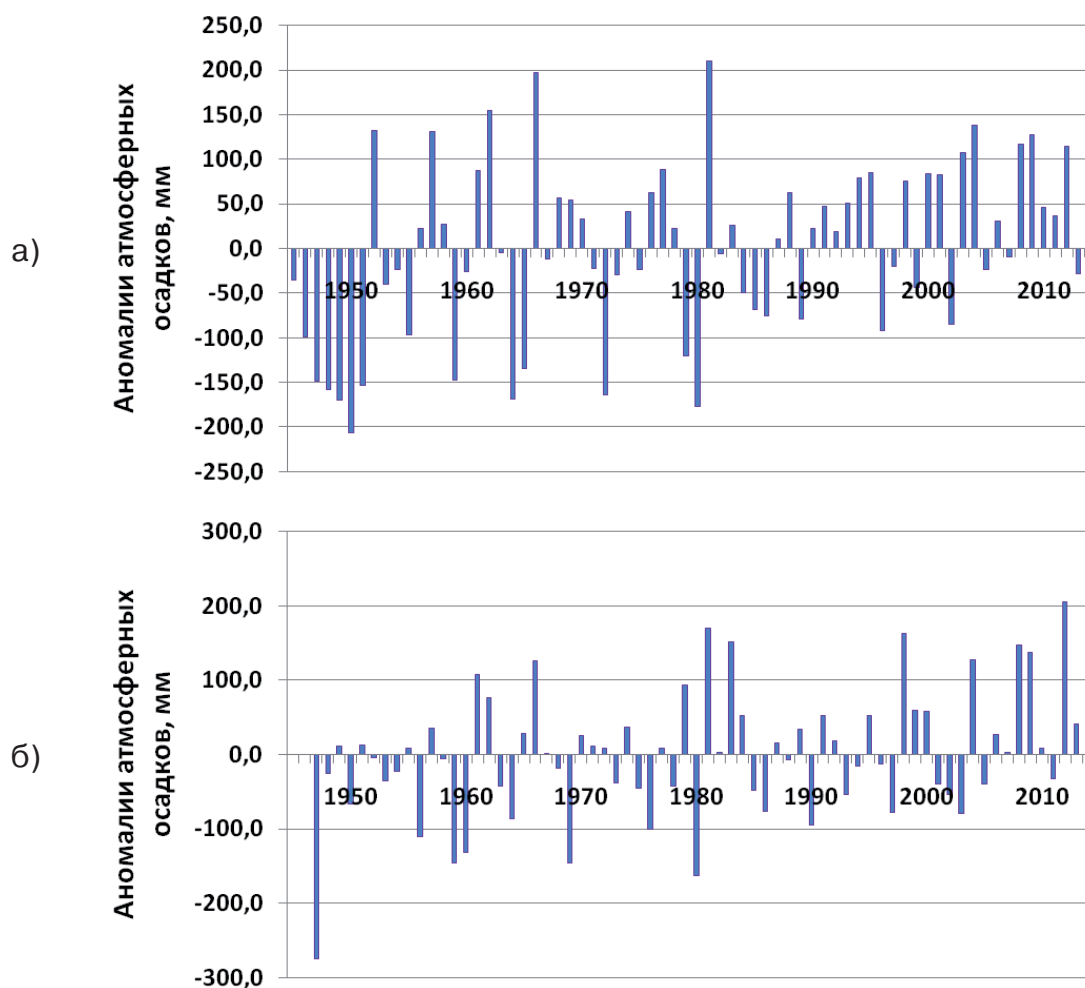


Рис. 1. Отклонения от нормы (1961–90 гг.) годовых сумм атмосферных осадков по данным МС Петрозаводск (а) и Калевала (б) за 1945–2014 гг.

Таблица 1. Средние годовые суммы атмосферных осадков, мм

Метеорологическая станция	Период осреднения	
	1961–1990	1991–2013
Энгозеро	539	614
Калевала	539	567
Кемь-порт	464	514
Гридино	411	456
Колежда	532	580
Паданы	530	561
Сегежа	582	632
Медвежьегорск	665	727
Кондопога	560	601
Пудож	686	698
Петрозаводск	578	618
Сортавала	601	655
Олонец	687	719

в таблице 1, средние за 1991–2013 гг. годовые суммы превышают климатические нормы на 20–70 мм.

Выполненные ранее оценки возможных изменений в режиме атмосферных осадков для территории Карелии и Кольского полуострова

[Сало и др., 2004; Назарова, 2010] в течение первой половины XXI века с использованием результатов численного моделирования на модели ЕНСАМ4/ОРУС3 показали, что суммы осадков в средних многолетних значениях могут возрасти на 20–50 мм в условиях

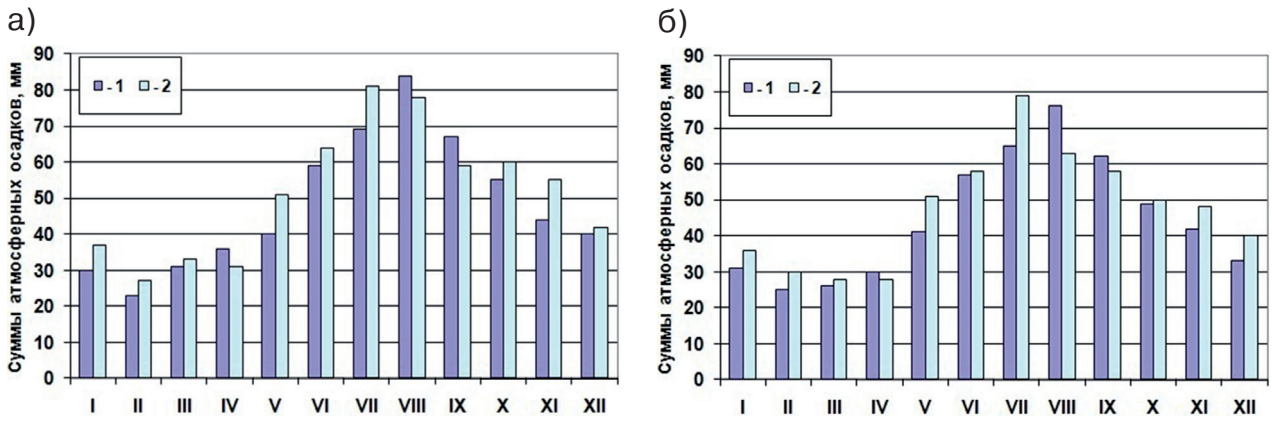


Рис. 2. Средние месячные суммы атмосферных осадков за 1961–1990 гг. (1) и 1991–2013 гг. (2) по данным наблюдений МС Петрозаводск (а) и Калевала (б)

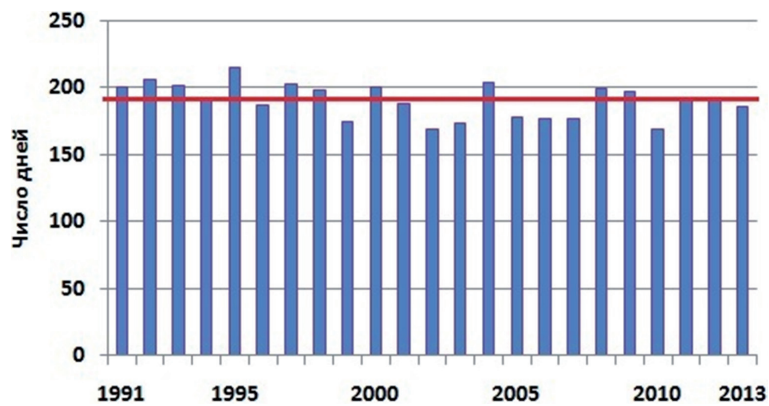


Рис. 3. Число дней с осадками выше 0,1 мм (МС Петрозаводск)

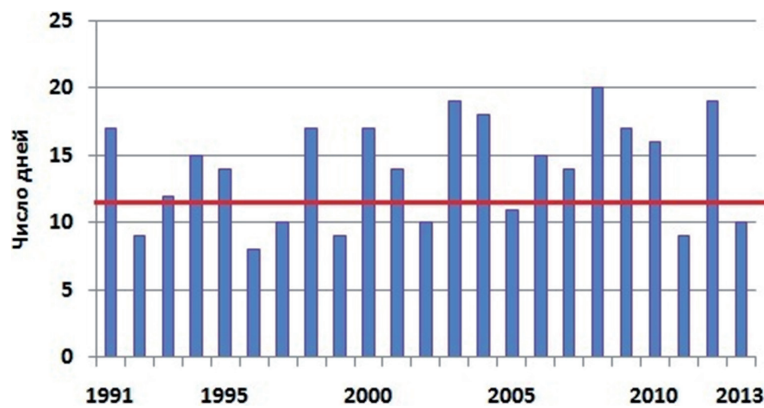


Рис. 4. Число дней с осадками более 10 мм (МС Петрозаводск)

меняющегося климата, что хорошо согласуется с наблюдаемыми изменениями (табл. 1). В работе С. А. Кондратьева с соавторами [2008] показано, что если изменения климата на территории Карелии в XXI веке будут происходить в соответствии со сценариями модели ЕНСАМ4/ОРУС3, то можно ожидать существенное внутригодовое перераспределение атмосферных осадков. До 30 % возрастут осенние и зимние осадки. Весенние осадки практически

не изменятся, а уменьшение летних осадков достигнет 18 % по отношению к периоду тестирования модели (1951–2000 гг.).

Анализ изменчивости количества выпадающих осадков по месяцам показал, что в основном на территории Карелии отмечается рост сумм атмосферных осадков во все сезоны года (рис. 2). Исключение составляют апрель, август и сентябрь, когда средние значения за 1991–2013 годы несколько ниже климатических

Таблица 2. Число дней с осадками различной интенсивности

Станция	1961–1990 гг.		1991–2013 гг.	
	≥ 0,1 мм	≥ 10,0 мм	≥ 0,1 мм	≥ 10,0 мм
Калевала	198	9	202	11
Кемь-порт	181	7	177	9
Реболы	199	11	198	11
Паданы	190	9	189	11
Петрозаводск	200	12	191	14
Сортавала	181	13	184	15

норм. Наибольшее увеличение месячных сумм осадков характерно для января, июля и ноября.

В отдельные годы месячные суммы осадков могут значительно отклоняться в ту или иную сторону от многолетних величин. Например, в июле 1973 года в Юшкозере выпало 0,0 мм осадков за месяц при климатической норме 66 мм; станция Петрозаводск в сентябре 1970 года зарегистрировала месячную сумму осадков 182,1 мм при норме 77 мм.

Величина суточных максимумов количества осадков также может быть довольно значительной. Так, в Пудоже в июле 1965 г. за сутки выпало 110,7 мм осадков (двухмесячная норма), а в июле 1993 г. в д. Черный Порог Сегежского района было отмечено выпадение 89,6 мм осадков за 12 часов.

При изучении изменений и изменчивости климата важной частью является учет интенсивности, частоты и продолжительности выпадения атмосферных осадков.

Поскольку годовые суммы атмосферных осадков повсеместно увеличиваются, особый интерес вызывает режим выпадения осадков. Анализ данных о суточных суммах атмосферных осадков дает возможность отметить значительную изменчивость этих величин внутри каждого месяца, что объясняется определяющим влиянием в этом временном масштабе особенностей атмосферной циркуляции с достаточно активной циклонической деятельностью.

Общее число дней с осадками более 0,1 мм в Карелии составляет 193–212 за год. Наибольшее их число отмечается в холодный период года – с октября по февраль (до 20–25 дней за месяц), но число дней с сильными (10,0 мм и более) осадками в это время года невелико – менее 1 дня за месяц. В течение весны и летнего сезона общее число дней с осадками уменьшается до 13–18, но возрастает число дней с осадками более 1,0 и 5,0 мм за день, хотя продолжительность выпадения осадков за сутки обычно невелика. Анализ данных о числе дней с осадками за 1961–2013 гг. позволил сделать следующие выводы. В течение 1991–2013 годов общее число дней с осадками 0,1 мм и более в основном было ниже нормы,

рассчитанной за 1961–1990 гг., или соответствовало ей (рис. 3).

В работе С. М. Семенова [2009] отмечается аналогичная тенденция для значительной территории европейской части РФ. «При практически повсеместном увеличении годовой суммы осадков доля суток с суммой осадков, превышающих 0,1 мм, на обширных территориях уменьшилась».

В то же время анализ данных о сильных (10 и более мм за сутки) осадках позволяет говорить о том, что в течение 1991–2013 гг. число дней с сильными осадками в большинстве случаев превышало климатическую норму (рис. 4).

Следовательно, в течение 1995–2013 годов на территории Карелии дожди были более интенсивны, чем в среднем за многолетний период, число дней с сильными дождями превышало норму по всему району исследований. Больше количество осадков стало выпадать за меньшее число суток.

Данные о числе дней с осадками различной интенсивности по отдельным пунктам наблюдения на территории Карелии приведены в таблице 2.

Поскольку сильные осадки характерны в основном для теплого периода года, следует отметить, что увеличение количества выпадающих атмосферных осадков отмечается также и в холодный период (см. рис. 3).

Выводы

Главным источником естественных ресурсов природных вод, а также одним из важнейших абиотических факторов, существенно влияющих на условия существования живых организмов, являются атмосферные осадки. Кроме того, атмосферные осадки определяют миграцию и распространение различных, в том числе и загрязняющих веществ в окружающей среде. Как и другие элементы климата, атмосферные осадки испытывают значительные изменения в пространстве и с течением времени. Изменчивость основных характеристик режима выпадения осадков определяется особенностями атмосферной циркуляции,

физико-географическими особенностями и сезоном года.

Анализ многолетних данных по режиму осадков на территории Карелии позволяет сделать следующие выводы. В целом в течение второй половины XX и в начале XXI веков наблюдается рост годовых сумм атмосферных осадков для всех районов республики. Средние многолетние значения за 1991–2013 гг. превышают климатические нормы на 20–70 мм. Анализ данных по месяцам показал, что в основном на территории Карелии отмечается рост сумм атмосферных осадков во все сезоны года. Увеличение общего количества осадков связано с увеличением интенсивности выпадения атмосферных осадков.

Литература

Богданова Э. Г., Гаврилова С. Ю., Ильин Б. М. Временные изменения атмосферных осадков на территории России по данным их скорректированных значений за период 1936–2000 гг. // *Метеорология и гидрология*. 2010. № 10. С. 78–89.

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

Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстре-

мальность климата // *Метеорология и гидрология*. 2004. № 4. С. 50–67.

Кондратьев С. А., Назарова Л. Е., Бovyкин И. В. и др. Водный режим водосбора Онежского озера под воздействием изменений климата // *Известия РГО*. 2008. Т. 140, вып. 3. С. 21–26.

Климат Петрозаводска // Ред. Ц. А. Швер. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 212 с.

Климат Сортавалы // Ред. Ц. А. Швер и Л. С. Ракова. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 117 с.

Назарова Л. Е. Влияние колебаний климата на сток с водосбора Онежского озера // *География и природные ресурсы*. 2010. № 1. С. 171–174.

Романов А. А. О климате Карелии. Петрозаводск: Карелия, 1961. 139 с.

Сало Ю. А., Назарова Л. Е. Возможные изменения климата и элементов водного баланса территории Карелии в 2001–2005 гг. // *Климат Карелии: Изменчивость и влияние на водные объекты и водосборы*. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2004. С. 88–101.

Семенов С. М. Осадки и водные объекты // *Гидрологические последствия изменений климата: Труды Британско-Российской конференции*. Барнаул: Пять плюс, 2009. С. 128–136.

Филатов Н. Н., Назарова Л. Е., Георгиев А. П. и др. Изменения и изменчивость климата европейского Севера России и их влияние на водные объекты // *Арктика. Экология и экономика*. 2012. № 2. С. 80–93.

Поступила в редакцию 28.01.2015

References

Bogdanova E. G., Gavrilova S. Yu., Il'in B. M. Vremennye izmeneniya atmosferykh osadkov na territorii Rossii po dannym ikh skorrektirovannykh znachenii za period 1936–2000 gg. [Time changes of atmospheric precipitation in Russia from the corrected data, 1936–2000]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2010. No 10. P. 78–89.

Filatov N. N., Nazarova L. E., Georgiev A. P., Semenov A. V., Antsiferova A. R., Ozhigina V. N., Bogdan M. I. Izmeneniya i izmenchivost' klimata evropeiskogo Severa Rossii i ikh vliyanie na vodnye ob'ekty [Climate changes and variability in the European North of Russia and their effect on water bodies]. *Arktika. Ekologiya i ekonomika*. 2012. No 2. P. 80–93.

Gruza G. V., Ran'kova E. Ya. Obnaruzhenie izmenenii klimata: sostoyanie, izmenchivost' i ekstremal'nost' klimata [Detection of changes in climate state, variability, and extremity]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2004. No 4. P. 50–67.

Kondrat'ev S. A., Nazarova L. E., Bovykin I. V., Shmakova M. V., Markova E. G. Vodnyi rezhim vodosbora Onezhskogo ozera pod vozdeistviem izmenenii klimata [Water regime in the catchment of Lake Onego under climate changes]. *Izvestiya RGO*. 2008. Vol. 140. Iss. 3. P. 21–26.

Klimat Petrozavodsk [Climate of Petrozavodsk]. Eds. Ts. A. Shver. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1982. 212 p.

Klimat Sortavaly [Climate of Sortavala]. Eds. Ts. A. Shver, L. S. Rakova. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. 117 p.

Nazarova L. E. Vliyanie kolebanii klimata na stok s vodosbora Onezhskogo ozera [Influence of climate fluctuations on the runoff from the catchment of Lake Onego]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural resources]. 2010. No 1. P. 171–174.

Romanov A. A. O klimate Karelii [On the climate of Karelia]. Petrozavodsk: Kareliya, 1961. 139 p.

Salo Yu. A., Nazarova L. E. Vozmozhnye izmeneniya klimata i elementov vodnogo balansa territorii Karelii v 2001–2005 gg. [Possible changes of climate and water balance elements for the territory of Karelia in 2001–2005]. *Klimat Karelii: Izmenchivost' i vliyanie na vodnye ob'ekty i vodosbory* [Climate of Karelia. Variability and effect on water bodies and watersheds]. Petrozavodsk: KarRS of RAS. 2004. P. 88–101.

Semenov S. M. Osadki i vodnye ob'ekty [Precipitation and water bodies]. *Gidrologicheskie posledstviya izmenenii klimata: Trudy Britansko-Rossiiskoi konferentsii* [Hydrological impact of climate changes. Proceedings

of British-Russian conference]. Barnaul: Pyat' plyus, 2009. P. 128–136.

Vtoroi otsenochnyi doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii [The second Roshydromet assessment

report on climate change and its consequences in the Russian Federation]. Obshchee rezyume. Moscow, 2014. 60 p.

Received January 28, 2015

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Назарова Лариса Евгеньевна

зам. директора по НИР, к. г. н.
Институт водных проблем Севера
Карельского научного центра РАН
пр. А. Невского, 50, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185030
эл. почта: nazarova@nwpi. krc.karelia.ru
тел.: (8142) 576381

CONTRIBUTOR:

Nazarova, Larisa

Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
50 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: nazarova@nwpi. krc.karelia.ru
tel.: (8142) 576381