

Сток рек Ленского бассейна на территории Забайкальского края и его связь с атмосферными осадками

Н.В. Рахманова , Е.В. Носкова  , И.Л. Вахнина 

 elena-noskova-2011@mail.ru

ФГБУН «Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук», г. Чита, Россия

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Целью работы является оценка многолетних изменений стока рек Ленского бассейна на территории Забайкальского края и его связи с атмосферными осадками, как ведущим фактором формирования расходов воды. Изучение водного режима рек и определение циклов их водности особенно актуально с учетом возросшей в последние десятилетия экстремальности климата и необходимости выработки стратегии по устойчивому социально-экономическому развитию регионов в современных условиях. Однако гидрологические характеристики бассейна р. Лены в границах Забайкальского края изучены недостаточно. **Методы.** Исследование выполнено по данным среднемесячных расходов воды семи гидрологических постов за период 1976–2018 гг. Для анализа современных климатических условий использованы данные наблюдений за температурой воздуха и атмосферными осадками шести метеорологических станций. С применением корреляционного анализа Пирсона выявлена согласованность между стоком исследуемых постов и его внутригодовой динамикой, рассчитана связь с атмосферными осадками. Выявление многолетних тенденций расходов воды проводилось путем расчета и анализа линейных трендов, вычисляемых методом наименьших квадратов, и с помощью построения разностных интегральных кривых. **Результаты.** Более 80 % речного стока формируется в весенне-летний период, при этом суммарный зимний сток (декабрь–март) в среднем составляет менее 2 % от годового. В створах крупных рек Чара и Олекма величина среднегодового расхода воды варьирует от 3,20 до 54,5 м³/с, малых рек – Каренга, Бугарихта, Куанда – от 10,2 м³/с до 47,3 м³/с. Наибольшая согласованность расходов воды отмечается для весеннего (апрель–июнь) и летнего (июль–сентябрь) гидрологических сезонов, поскольку она обусловлена распределением атмосферных осадков в течение года, с которыми выявлена значимая корреляционная связь. За исследуемый период полный цикл водности не прослеживается, что, вероятно, свидетельствует о его большей продолжительности относительно других рек Забайкальского края. В настоящее время наблюдается многоводная фаза гидрологического цикла.

© Рахманова Н.В., Носкова Е.В., Вахнина И.Л., 2021


КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водный режим, расход воды, атмосферные осадки, многоводный период, Ленский бассейновый округ, Забайкальский край.

Для цитирования: Рахманова Н.В., Носкова Е.В., Вахнина И.Л. Сток рек Ленского бассейна на территории Забайкальского края и его связь с атмосферными осадками // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2021. № 5. С. 43–60. DOI: 10.35567/1999-4508-2021-5-3.

Дата поступления 20.11. 2020.

RUNOFF OF THE LENA BASIN RIVERS IN THE TRANS-BAIKAL TERRITORY AND ITS RELATIONSHIP WITH ATMOSPHERIC PRECIPITATION

Natalia V. Rakhmanova , Elena V. Noskova  , Irina L. Vakhnina 

 elena-noskova-2011@mail.ru

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

ABSTRACT

Significance. The objective of the article is assessment of many-year changes of the Lena River basin rivers' runoff on the territory of Trans-Baikal Kray and its correlation with atmospheric precipitation as a leading factor of the water flow formation. Studying of the rivers' water regime and determination of their water content cycles is especially relevant in view of extreme climate changes over the past decades and the necessity to elaborate a strategy of sustainable social/economic development of regions in contemporary conditions. However, the Lena River basin hydrological characteristics within the boundaries of Trans-Baikal Kray have been studied insufficiently. **Methods.** The analysis was carried out according to the data on the average monthly water consumption over the period from 1976 to 2018. To analyze the current climatic conditions we have used air temperature and atmospheric precipitation observation data from six meteorological stations. When used Pearson correlation analysis we have revealed correlation between the runoff at the posts under study and its within-year dynamics, as well as have calculated the connection with atmospheric precipitation. We have revealed many-year tendencies of the water flow by calculation and analysis of linear trends computed by the least-squares method and by plotting differential integral curves. **Results.** More than 80 % of river runoff is formed during the spring-summer period, at that the total winter (December-March) runoff on the average is less than 2 % of the annual runoff. In the studied sections of large rivers (Chara, Olekma), the average annual water discharge varies from 3.20 to 54.5 m³/s, small (Karenga, Bugarikhta, Kuanda) – from 10.2 m³/s up to 47.3 m³/s. The greatest consistency of water discharges is noted for the spring (April-June) and summer (July-September) hydrological seasons, since it is due to the distribution of atmospheric precipitation during the year, with which their significant correlation was revealed. During the study period, the full cycle in the sections of the studied rivers was not traced, which most likely indicates its longer duration relative to other rivers of the Trans-Baikal Kray. At present, we observe the high-water phase of the hydrological cycle.

Keywords: water regime, water flow rate, differential integral curve, recurrence, precipitation, high-water period, Lena basin district, Trans-Baikal Kray.

For citation: Rakhmanova N.V., Noskova E.V., Vakhnina I.L. Runoff of the Lena Basin Rivers in the Trans-Baikal Territory and its Relationship with Atmospheric Precipitation. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2021. No 5. P. 43–60. DOI: 10.35567/1999-4508-2021-5-3.

Received November 20, 2020.

ВВЕДЕНИЕ

Метеорологические условия оказывают значительное влияние на гидрологический режим водных объектов. Так, например, величину водных ресурсов определяют выпавшее за год количество атмосферных осадков и увлажненность территории предшествующего периода, а также температурный режим¹. Поэтому современные изменения климата, проявляющиеся возросшей экстремальностью², не могут не оказывать влияния на водный режим рек, что проявляется в трансформации сезонного и годового стоков рек, колебаниях максимальных и минимальных значений стока и т. д. [1, 2]. На территории Забайкальского края также отмечаются флуктуации гидрологических и климатических параметров [3–5]. В целом в регионе для межгодовой изменчивости количества атмосферных осадков характерна цикличность с продолжительностью ритмов около 30 лет [6].

В ситуации климатических изменений в настоящее время актуально изучение влияния многолетней динамики метеорологических параметров [7] на водный режим рек Забайкальского края с использованием современных гидрометеорологических данных. Поскольку северные территории края недостаточно исследованы в гидрологическом аспекте и более чувствительны к изменениям климата [8], особое значение приобретает изучение водного режима рек севера Забайкальского края (Ленский бассейн) и его связи с атмосферными осадками.

В Забайкальском крае расположены истоки трех крупных водных систем Сибири, Дальнего Востока и Центральной Азии – рек Лены, Амура и Енисея, при этом около 30 % территории региона занимает Ленский бассейн [9]. Для Забайкалья характерно чередование многоводных и маловодных периодов. Многоводная фаза в режиме увлажнения и, соответственно, гидрологического цикла в регионе началась в 2011 г. [5, 10], что привело

¹ Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. М.: НИУ Росгидромета, 2019. 79 с. Режим доступа: http://www.meteorf.ru/upload/pdf_download/o-klimaterf-2018.pdf.

² Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», 2014. 1009 с.

к формированию экстремальных паводковых волн на реках в последние годы³ и росту площадей водного зеркала озер [11].

Водосборный бассейн р. Лены – один из крупных бассейнов России – расположен на территории семи регионов (Иркутская и Амурская области, Республика Саха (Якутия), Республика Бурятия, Забайкальский, Красноярский и Хабаровский края). В границах Забайкальского края формируется около 7 % стока бассейна р. Лены, расположено около 5 % его площади [11]. Территория исследования отличается преобладанием горного рельефа с развитой речной сетью. Север Забайкальского края характеризуется богатым природно-ресурсным потенциалом с перспективными полиметаллическими и каменноугольными месторождениями. Одно из крупнейших в мире Удоканское месторождение меди осваивают в режиме территории опережающего развития (ТОР)⁴. В настоящее время на территории Забайкальского края развивается туризм, ведется активная работа по созданию особо охраняемых природных территорий (национальных парков) [12].

Исследуемые в данной работе реки Олекма, Чара, Бугарихта, Каренга, Куанда топографически относятся преимущественно к горному типу с большими уклонами и бурным течением [13]. Дождевое питание является основным для Куанды и Каренги – притоков р. Витим. Для бассейна Олекмы (реки Олекма, Чара и Бугарихта) характерно смешанное питание с преобладанием снегового, доля которого возрастает вниз по течению [13].

Если сток рек бассейна р. Лены на территории других регионов, в т. ч. и соседних, достаточно изучен [14–19], то в Забайкальском крае его детальных исследований ранее не проводилось, а одиночные работы носили общий характер [20]. Учитывая недостаточную изученность гидрологических характеристик Ленского бассейна в границах Забайкальского края и активно развивающуюся на данной территории горнодобывающую отрасль, выполненный в рамках статьи анализ имеет важное значение для решения ряда водохозяйственных вопросов, в т. ч. проектирования и использования гидротехнических сооружений.

В статье представлен анализ стока рек в створах гидрологических постов, отражающих характеристику водосборного бассейна р. Лены на территории региона. Цель выполненной работы – оценка многолетних изменений стока рек Ленского бассейна на территории Забайкальского края и его связь с атмосферными осадками как ведущим фактором формирования расхода воды.

³ Паводки 2018 года в Забайкалье. ФГБУ «Забайкальское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Режим доступа: <http://pogoda-chita.ru/gidromet/d0-bf-d0-b0-d0-b2-d0-be-d0-b4-d0-ba-d0-b8-2018-d0-b3-d0-be-d0-b4-d0-b0-d0-b2-d0-b7-d0-b0-d0-b1-d0-b0-d0-b9-d0-ba-d0-b0-d0-bb-d1-8c-d0-b5/>.

⁴ Общая информация о месторождении / Байкальская горная компания. Режим доступа: <https://www.bgk-udokan.ru/deposit/general-information-about-the-field/>.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использованы данные наблюдений за период с 1976 по 2018 гг. на семи гидрологических постах (г/п) ФГБУ «Забайкальское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», действующих в настоящее время и осуществляющих наблюдения за расходом воды рек, и шести метеорологических станций, расположенных в пределах указанных гидропостов (рис. 1). Анализ выполнен по данным о среднемесячных расходах воды и значениях температуры воздуха, а также месячных суммах атмосферных осадков.

По площади водосбора объекты исследования представлены двумя категориями⁵ (табл. 1): крупные реки – свыше 50 тыс. км² (Чара и Олекма); малые реки – от 0,2 до 20 тыс. км² (Каренга, Бугарихта, Куанда).

Выявление многолетних тенденций исследуемых параметров проводилось путем расчета и анализа линейных трендов, вычисляемых методом наименьших квадратов. Цикличность оценивали методом построения разностных интегральных кривых (РИК)⁶. Среднегодовые аномалии месячных сумм атмосферных осадков рассчитаны как отклонения от среднего за период 1981–2010 гг.⁷. Теснота связи между рядами оценивалась с помощью корреляционного анализа Пирсона, ее достоверность определяли по таблице критических значений. Оценку статистической значимости линейных трендов выполняли при помощи критерия Стьюдента: уровень значимости принят равным 5 %.

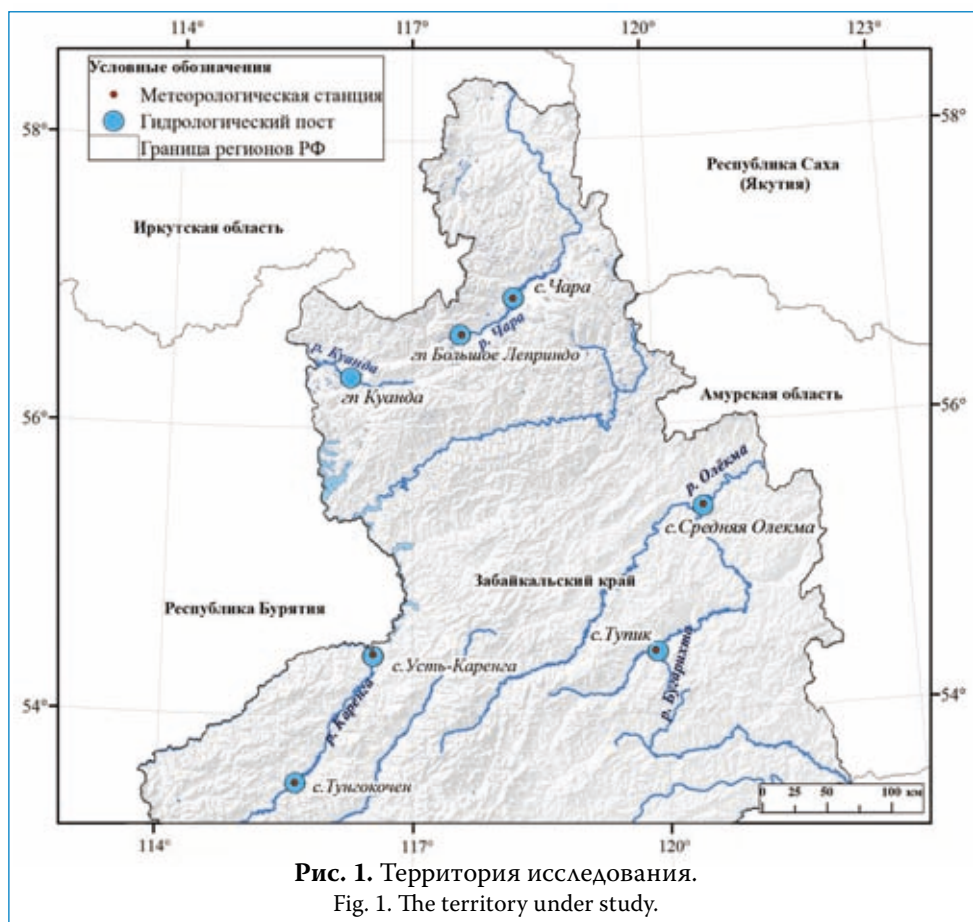
Таблица 1. Характеристика исследуемых водотоков
Table 1. Characteristics of the watercourses under study

Река	Количество гидропостов	Место впадения	Длина, км ¹	Площадь водосбора, тыс. км ² ¹	Преимущественный тип питания [11]
Каренга	2	р. Витим	366	10,1	дождевое
Куанда	1	р. Витим	196	6,53	дождевое
Олекма	1	р. Лена	1436	210	дождевое, снеговое
Чара	2	р. Олекма	851	87,6	снеговое, дождевое
Бугарихта	1	р. Тунгир	26	–	дождевое, снеговое

⁵ ГОСТ 17.1.1.02-77 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Классификация водных объектов (с Изменением № 1).

⁶ СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик.

⁷ ВМО № 12-03. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм. 2017. 32 с.



РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

В целом Ленскому бассейну в границах Забайкальского края присущи основные черты климата Восточной Сибири, однако рельеф играет немало-важное значение в формировании термического режима и режима увлажнения [21]. Для этой части региона характерны более низкие температуры воздуха [21]. За 1976–2018 гг. среднегодовая температура в среднем составила $-6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, изменяясь от $-5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ на метеостанции Большая Лепринда до $-6,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ на метеостанции Чара. В среднем с октября по апрель среднемесячная температура воздуха отрицательная. Количество дней с отрицательной температурой составляет около 200 (от 192 в Средней Олекме до 204 в Чаре). Самый холодный месяц – январь (средняя температура $-30,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), самый теплый – июль (средняя температура $16,4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Устойчивый переход через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ весной в среднем происходит 20 апреля, осенью – 6 октября. Абсолютный

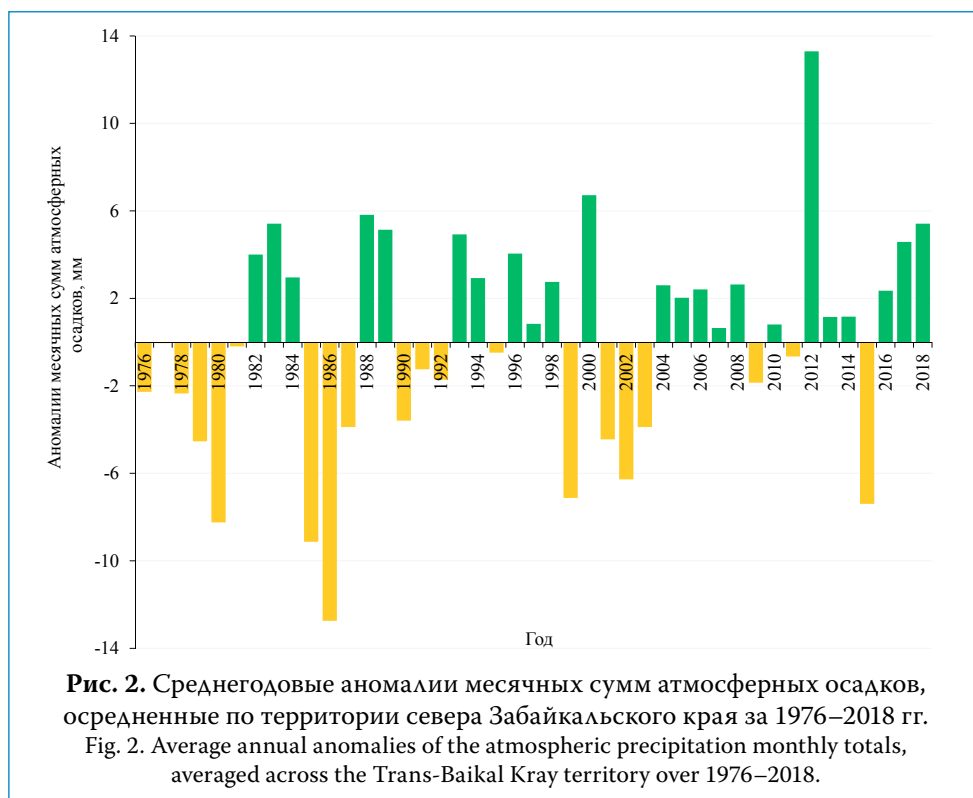
минимум за весь период наблюдения был зафиксирован в январе 1987 г. в Усть-Каренге и составил $-56,4^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум – в июне 2010 г. в Тунгокочене ($37,3^{\circ}\text{C}$).

В районе исследования отмечается сравнительно большое для Забайкальского края годовое количество атмосферных осадков – около 450 мм. Максимальное их значение (519 мм) фиксируется в Большой Лепринде, минимальное (369 мм) – в Чаре. Наименьшее количество атмосферных осадков за период исследования отмечено в 1985 г. в Чаре (178 мм), наибольшее – в 2005 г. в Средней Олекме (699 мм). В зимний период осадки выпадают исключительно в виде снега, весной и осенью – в виде дождя, мокрого снега и снега, летом – в виде дождя. Летом выпадает около 61 % от годовой суммы атмосферных осадков, зимой – около 3 %. Устойчивый снежный покров образуется в среднем 22 октября, разрушается 9 апреля, его средняя продолжительность составляет 169 дней.

За период 1976–2018 гг. среднегодовая температура воздуха по территории исследования повысилась на $0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет (тренд статистически достоверен при 5 % уровне значимости). В режиме увлажнения прослеживается тенденция к увеличению количества годовой суммы атмосферных осадков, что обусловлено, вероятнее всего, тем, что в настоящее время в Восточном Забайкалье наблюдается многоводная фаза цикла [8]. Однако ввиду более суровых климатических условий территории исследования цикличность увлажнения здесь выражена не так явно (рис. 2), как на остальной территории региона [2]. При этом количество лет с положительными аномалиями атмосферных осадков в последние два десятилетия растёт.

В створах крупных рек за 1976–2018 гг. величина среднегодового расхода воды варьирует от 3,20 и $54,5\text{ м}^3/\text{с}$ на р. Чаре (на г/п Большое Леприндо и в с. Чара соответственно) до $329\text{ м}^3/\text{с}$ на р. Олекме. На этих постах среднегодовой расход воды превышал среднее значение 1976–2018 гг. на два стандартных отклонения (на г/п р. Чара – ст. Чара в 1983 и 2007 гг. – $90,2$ и $84,9\text{ м}^3/\text{с}$ соответственно), на р. Чара – г/п Большое Леприндо в 1983 и 2012 гг. – $5,88$ и $5,43\text{ м}^3/\text{с}$, на р. Олекме – с. Средняя Олекма в 1988 и 2016 гг. – 635 и $559\text{ м}^3/\text{с}$). В 1985 г. на г/п р. Чара – с. Чара среднегодовой расход воды составил $27,0\text{ м}^3/\text{с}$, что ниже среднемноголетнего значения на два стандартных отклонения.

На малых реках среднегодовой расход воды в створах за исследуемый период изменялся от $10,2\text{ м}^3/\text{с}$ на г/п р. Бугарихта – с. Тупик до $47,3\text{ м}^3/\text{с}$ на г/п р. Каренга – с. Усть-Каренга. Превышение среднегодового расхода воды на два стандартных отклонения на р. Каренга – с. Тунгокочен отмечено в 1983 г. ($33,5\text{ м}^3/\text{с}$), р. Каренга – с. Усть-Каренга – в 2008 и 2012 гг. ($95,1$ и $98,8\text{ м}^3/\text{с}$ соответственно), р. Куанда – г/п Куанда – в 1983 и 2012 гг. ($68,8$ и $74,7\text{ м}^3/\text{с}$), р. Бугарихта – с. Тупик в 2004 г. ($17,7\text{ м}^3/\text{с}$).



Между всеми рядами среднегодовых значений расхода воды в исследуемых створах отмечается прямая, в большинстве случаев, достоверная связь (табл. 2). Для расходов воды малых рек характерна значимая связь с главной рекой подбассейна. Например, малая р. Бугарихта – с. Тупик (приток Олекмы) имеет достоверный коэффициент корреляции лишь с г/п р. Олекма – с. Средняя Олекма (0,48).

Наибольшая согласованность стока в створах исследуемых рек в весенний (апрель–июнь) и летний (июль–сентябрь) гидрологические сезоны⁸ обусловлена внутригодовым распределением атмосферных осадков. Весной достоверные коэффициенты корреляции варьируют от 0,25 до 0,88, летом – от 0,24 до 0,71. В осенний (октябрь–ноябрь) и зимний (декабрь–март) гидрологические сезоны теснота связи значительно снижается (коэффициенты корреляции составляют 0,22–0,56), что обуславливается возникновением ледовых явлений в эти периоды. Также зимой проявляются значимые обратные корреляционные зависимости.

⁸ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения.

Таблица 2. Матрица парных коэффициентов корреляции между рядами среднегодового расхода воды
Table 2. The matrix of pair coefficients of correlation between average annual water flows

Гидрологический пост	р. Чара – с. Чара	р. Чара – г/п Большое Леприндо	р. Олекма – с. Средняя Олекма	р. Бугарихта – с. Тупик	р. Каренга – с. Усть-Каренга	р. Каренга – с. Тунгокочен
р. Чара – г/п Большое Леприндо	0,49					
р. Олекма – с. Средняя Олекма	0,39	0,41				
р. Бугарихта – с. Тупик	0,05	0,16	0,48			
р. Каренга – с. Усть-Каренга	0,27	0,52	0,64	0,20		
р. Каренга – с. Тунгокочен	0,14	0,43	0,46	0,10	0,81	
р. Куанда – г/п Куанда	0,28	0,37	0,18	0,07	0,27	0,33

Примечание: статистически достоверным при $p \geq 0,95$, по t-критерию Стьюдента, является коэффициент корреляции $|r| \geq 0,22$; жирным шрифтом выделены связи с коэффициентом корреляции $|r| \geq 0,22$.

Распределение стока внутри года крайне неравномерное. Ввиду особенностей типа питания в течение теплого периода на реках проходят дождевые паводки, чаще всего они наблюдаются в июле и августе. На эти месяцы, как правило, приходится наибольшее количество атмосферных осадков и речного стока (рис. 3).

Осенью вследствие уменьшения количества выпавших атмосферных осадков величина речного стока резко снижается, а в зимний период на малых водотоках сток вообще прекращается в связи с истощением запасов грунтовых вод и их промерзанием [11], поэтому более 80 % речного стока формируется в весенне-летний период. Суммарный зимний сток (декабрь–март) на реках составляет в среднем менее 2 % от годового суммарного стока, потому как большую часть года исследуемые водотоки находятся подо льдом. В среднем по створам исследуемой территории зимний сток варьирует от 0,003 (р. Каренга – с. Усть-Каренга) до 2,27 % (р. Чара – с. Чара) от его годовой суммы. Первые ледовые явления (забереги, шуга) в среднем за период исследования на малых реках отмечаются с 7 по 11 октября, на крупных – с 9 по 15 октября, ледостав начинает устанавливаться с 19 по 27 октября.

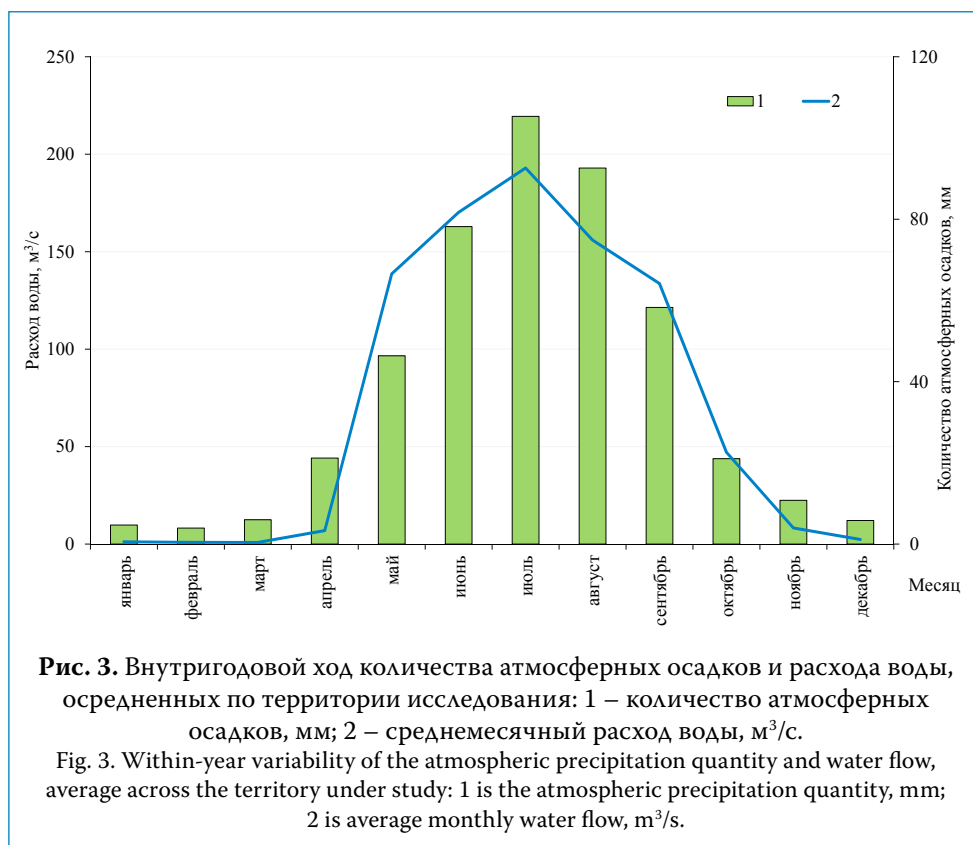


Рис. 3. Внутригодовой ход количества атмосферных осадков и расхода воды, усредненных по территории исследования: 1 – количество атмосферных осадков, мм; 2 – среднемесячный расход воды, м³/с.

Fig. 3. Within-year variability of the atmospheric precipitation quantity and water flow, average across the territory under study: 1 is the atmospheric precipitation quantity, mm; 2 is average monthly water flow, m³/s.

Самые ранние усредненные сроки наступления ледостава характерны для г/п р. Каренга – с. Тунгокочен (9 октября), поздние – для р. Чара – г/п Большое Леприндо (27 октября). Длительность всех ледовых явлений составляет от 214 (р. Каренга – с. Усть-Каренга) до 228 (р. Чара – с. Чара) дней. Первыми полностью ото льда освобождаются малые и средние реки, позднее – крупные. В большинстве случаев ледовые явления заканчиваются 8–21 мая.

Среднегодовые значения расхода воды на всех исследуемых постах значимо связаны с количеством атмосферных осадков ($|r_{\text{крит}}| \geq 0,22$), коэффициенты корреляции превышают 0,4, достигая в некоторых створах 0,7 и более. Поэтому анализ многолетних тенденций стока в створах исследуемых гидрологических постов на фоне роста температур воздуха и прохождения многоводной фазы цикла показал, что в целом среднегодовой расход воды увеличился. Для примера, на рис. 4 приведен график межгодового хода за 1976–2018 гг. расхода воды в створе р. Олекма – с. Средняя Олекма и ко-

личества атмосферных осадков и температуры воздуха на метеостанции Средняя Олекма за этот же период. Рост составил от 8 % от среднего значения (р. Бугарихта – с. Тупик) до 36 % (р. Каренга – с. Усть-Каренга). На р. Каренге в створе у с. Тунгокочен за 1976–2018 гг. не прослеживается однонаправленной тенденции в межгодовом ходе среднегодового расхода воды, а на г/п р. Чара – с. Чара сток воды уменьшился на 5 % от среднего значения.

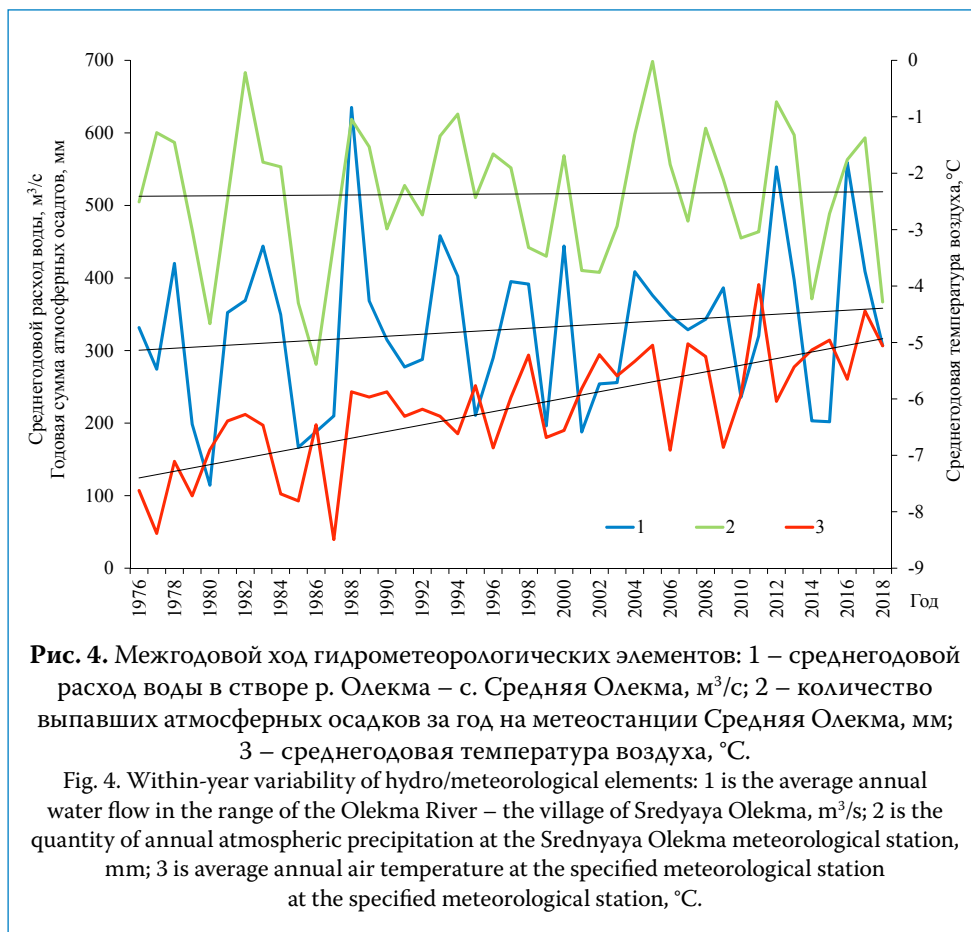


Рис. 4. Межгодовой ход гидрометеорологических элементов: 1 – среднегодовой расход воды в створе р. Олекма – с. Средняя Олекма, м³/с; 2 – количество выпавших атмосферных осадков за год на метеостанции Средняя Олекма, мм; 3 – среднегодовая температура воздуха, °С.

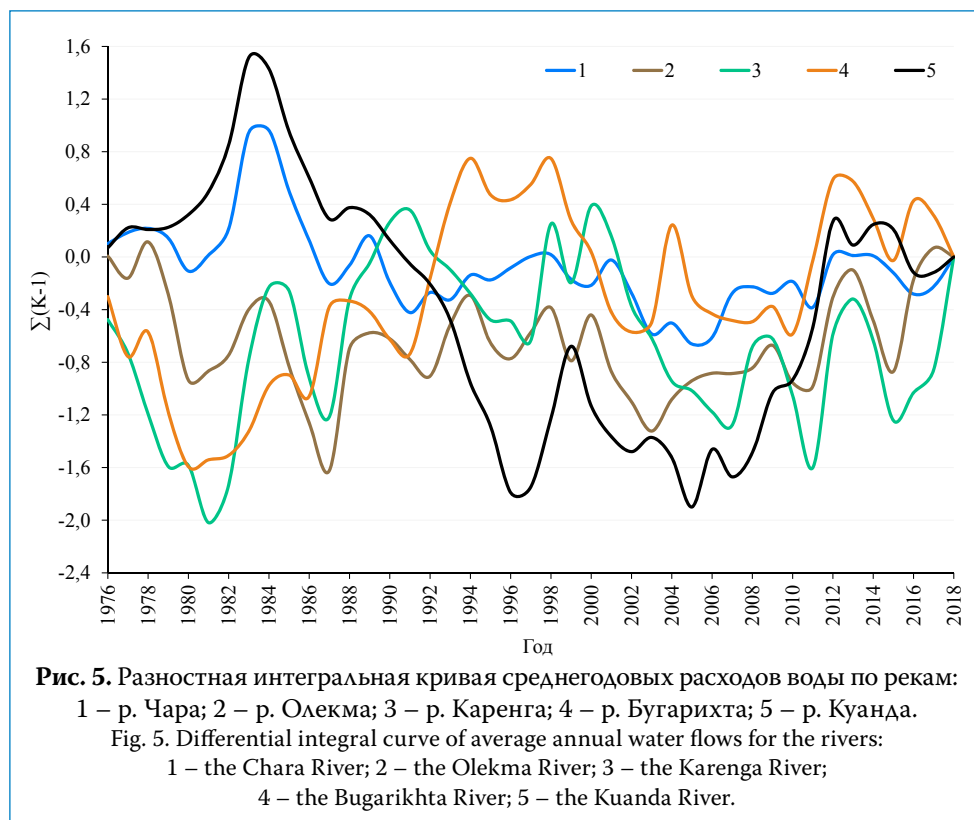
Fig. 4. Within-year variability of hydro/meteorological elements: 1 is the average annual water flow in the range of the Olekma River – the village of Srednyaya Olekma, m³/s; 2 is the quantity of annual atmospheric precipitation at the Srednyaya Olekma meteorological station, mm; 3 is average annual air temperature at the specified meteorological station at the specified meteorological station, °C.

В соответствии с СП 33-101-2003 в створах исследуемых рек для всей территории бассейнового округа в пределах Забайкальского края очень многоводными были 1983 и 2012 гг. ($P < 16,7\%$). Для большинства исследуемых водотоков средними по водности ($33,3\% < P < 66,7\%$) можно считать 1989, 1996, 2005 и 2006 гг., очень маловодными ($P > 83,3\%$) – 1985, 1999, 2002, 2015 гг.

Как отражено на рис. 5, при анализе стока во времени и пространстве методом разностных интегральных кривых отмечается его высокая амплитуда. Наиболее четко выделяются фазы водности в створе р. Куанда – г/п Куанда (рис. 5). На этом притоке Витима прослеживаются две восьмилетние многоводные фазы (1976–1983, 2005–2012 гг.), длительная маловодная фаза 1984–1996 гг. (13 лет) и менее длительный маловодный период 1999–2004 гг. С 2015 г. во многих створах отмечено начало многоводной фазы гидрологического цикла. Однако наличие резких колебаний речного стока может привести к неточности в выделении и продолжительности отдельных фаз водности.

В бассейне р. Витим смена многоводных и маловодных фаз происходит более плавно, чем в бассейне р. Олекма (рис. 6), что, вероятнее всего, связано с типом питания рек.

В целом для территории бассейна Лены полный цикл не прослеживается, что свидетельствует, по всей видимости, о его большей продолжительности относительно других рек края [2].



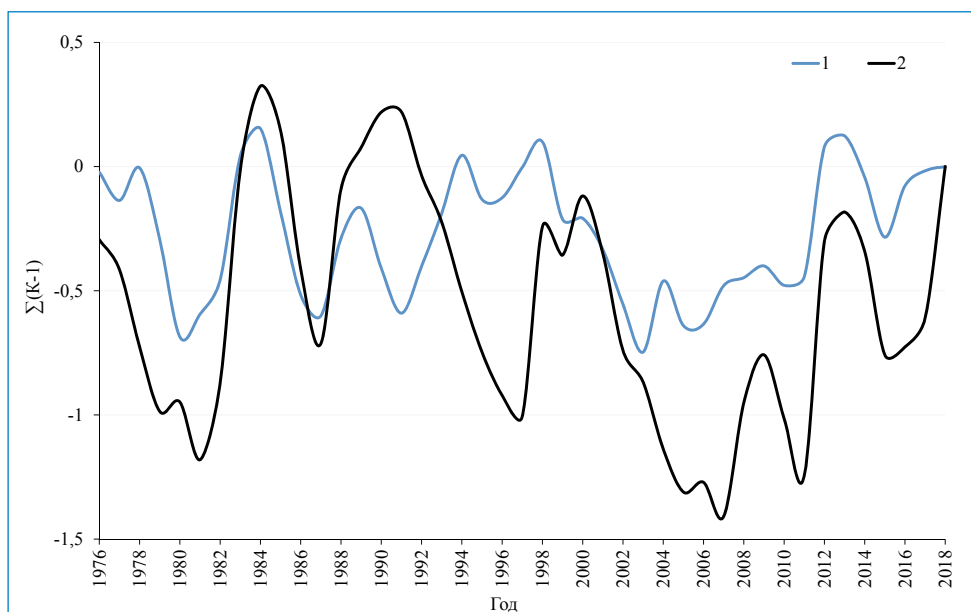


Рис. 6. Разностная интегральная кривая среднегодовых расходов воды 1 – осредненная РИК для рек бассейна р. Витим; 2 – осредненная РИК для рек бассейна р. Олекма.

Fig. 6. Differential integral curve of average annual water flows: 1 is the averaged differential integral curve for the Vitim River basin rivers; 2 is the averaged differential integral curve for the Olekma River basin rivers

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для территории Ленского бассейна в пределах Забайкальского края характерны более низкие температуры воздуха, чем для других районов региона и сравнительно большое годовое количество атмосферных осадков. Во внутригодовом ходе атмосферных осадков характерна неравномерность их выпадения. За период исследования отмечается рост температуры воздуха, а в режиме увлажнения прослеживается тенденция к увеличению количества годовой суммы атмосферных осадков, что обусловлено, вероятнее всего, тем, что в настоящее время в Восточном Забайкалье наблюдается многолетняя фаза цикла, количество лет с положительными аномалиями атмосферных осадков в последние годы увеличивается.

В исследуемых створах крупных рек (Чара и Олекма) величина среднегодового расхода воды варьирует от 3,20 и 54,5 м³/с, малых (реки Каренга, Бугарихта, Куанда) – от 10,2 м³/с до 47,3 м³/с. Наибольшая согласованность расходов воды на этих водотоках характерна для весеннего (апрель–июнь) и летнего (июль–сентябрь) гидрологических сезонов, что обусловлено рас-

пределением атмосферных осадков в течение года, с которыми выявлена их значимая корреляционная связь.

Для территории бассейна Лены за исследуемый период не прослеживается полный гидрологический цикл, поэтому можно предположить, что его длительность значительно больше относительно других рек края. Наиболее четко выделяются фазы водности только в створе притока р. Куанда – г/п Куанда, где были отмечены две восьмилетние многоводные фазы (1976–1983 гг., 2005–2012 гг.), длительная маловодная фаза (1984–1996 гг.) и менее длительный маловодный период (1999–2004 гг.). Во многих створах с 2015 г. выражено начало многоводной фазы цикла.

В створах исследуемых рек для всей территории бассейнового округа в пределах Забайкальского края очень многоводными были 1983 и 2012 гг. Для большинства исследуемых водотоков средними по водности можно считать 1989, 1996, 2005 и 2006 гг., очень маловодными – 1985, 1999, 2002, 2015 гг.

Исследование особенностей водного режима рек и определение их циклов водности с использованием актуальных данных представляет интерес для отраслей экономики, которые так или иначе зависят от гидрометеорологических условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зуев В.В., Короткова Е.М., Уйманова В.А. Водный и ледовый режим реки Майма в условиях современных изменений климата (Горный Алтай) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2019. № 5. С. 25–39. DOI: 10.35567/1999-4508-2019-5-2.
2. Обязов В.А. Тенденции многолетних изменений речного стока в Забайкалье в многоводные и маловодные периоды // Доклады Академии наук. География. 2013. Т. 450. № 6. С. 713–716. DOI: 10.7868/S0869565213180205.
3. Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Рахманова Н.В. Суммы активных температур воздуха (выше 10 °С) на территории Забайкальского края // Успехи современного естествознания. 2019. № 11. С. 148–153. DOI: 10.17513/use.
4. Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Обязов В.А. Изменения приземной температуры воздуха на юге Сибири и их взаимосвязь с крупномасштабными циркуляционными процессами в атмосфере // Географический вестник = Geographical bulletin. 2021. № 2 (57). С. 75–84. DOI: 10.17072/2079-7877-2021-2-75-84.
5. Носкова Е.В., Рахманова Н.В., Вахнина И.Л. Формирование летних дождевых паводков на реке Чита (Забайкалье) // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2019. Т. 1. № 3. С. 314–328. DOI: 10.34753/HS.2019.1.3.001.
6. Вахнина И.Л., Обязов В.А., Замана Л.В. Динамика увлажнения в степной зоне юго-восточного Забайкалья с начала XIX столетия по кернам сосны обыкновенной // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. 2018. № 2. С. 28–33.

7. Surface Runoff and the Water Cycle [Электр. ресурс] / U.S. Geological Survey]. Режим доступа: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/surface-runoff-and-water-cycle?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects.
8. Okan Aygün, Christophe Kinnard, Stéphane Campeau. Impacts of climate change on the hydrology of northern midlatitude cold regions. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*. 2019. Vol. 44. No. 3. P. 338–375.
9. Кулаков В.С., Обязов В.А. Малая энциклопедия Забайкалья: Природное наследие. Новосибирск: Наука, 2009. 698 с.
10. Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Курганович К.А. Характеристика условий увлажнения территории бессточных озер Торейской равнины с использованием метеорологических данных // Вестник Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 25. № 3. С. 22–30. DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-3-22-30.
11. Вахнина И.Л., Носкова Е.В., Голятина М.А. Особенности изменения площадей водного зеркала и количества озер степной зоны Восточного Забайкалья // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. 2020. № 3. С. 13–23. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.3/3019>.
12. Помазкова Н.В., Фалейчик Л.М., Усманов М.Т. Оценка биоклиматических условий для развития туризма в национальном парке «Кодар» (Северное Забайкалье) // Устойчивое развитие горных территорий. 2019. Т. 11. № 4 (42). С. 484–497. DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-4-484-496.
13. Научно-популярная энциклопедия «Вода России». Режим доступа: <https://water-ru.ru/>.
14. Георгиади А.Г., Кашутин Е.А. Многолетние изменения годового и сезонного стока рек бассейна Лены // Известия Российской академии наук. Сер. географическая. 2014. № 2. С. 71–83.
15. Кичигина Н.В. Опасность наводнений на реках Байкальского региона // География и природные ресурсы. 2018. № 2. С. 41–51. DOI 10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(41-51).
16. Магрицкий Д.В. Факторы и закономерности многолетних изменений стока воды, взвешенных наносов и теплоты на нижней Лене и Вилюе // Вестник Московского университета. Сер. 5: География, 2015. № 6. С. 85–95.
17. Максютова Е.В., Кичигина Н.В., Воропай Н.Н., Балыбина А.С., Осипова О.П. Тенденции гидроклиматических изменений на Байкальской природной территории // География и природные ресурсы. 2012. № 4. С. 72–80.
18. Романовский Н.Н., Булдович С.Н., Типенко Г.С., Сергеев Д.О., Касымская М.В., Гаврилов А.В. Оценка влияния климатических изменений на поверхностный сток с помощью моделирования теплового взаимодействия многолетнемерзлых пород и подземных вод (на примере верхней части водосборного бассейна р. Лены) // Криосфера Земли. 2009. Т. 13. № 1. С. 55–64.
19. Тимофеева С.С. Мониторинг наводнений на территории Иркутской области на основе ретроспективного анализа / С. С. Тимофеева, В. Э. Эглит, О. В. Морозова // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2011. № 9 (56). С. 82–89.

20. Обызов В.А., Смахтин В.К. Многолетний режим стока рек Забайкалья: анализ и фоновый прогноз // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2012. № 1. С. 63–72. DOI: 10.35567/1999-4508-2012-1-5.
21. Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Голятина М.А. Изменение климата читинского участка зоны БАМ // Аспирант. Приложение к журналу Вестник Забайкальского государственного университета. 2018. Т. 12. № 2. С. 61–65.

REFERENCES

1. Zuev V.V., Korotkova E.M., Uymanova V.A. Water and glacial regime of the Mayma River in the current conditions of climate change (Gorniy Altay). *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*, 2019, no 5, p. 25–39 (in Russ.).
2. Obyazov V.A. Tendencies of the many-year changes of river runoff in Trans-Baikalia during high-water and low-water periods. *Doklady Akademiyi Nauk. Geografya*. [Reports of the Academy of Sciences. Geography], 2013, vol. 450, no 6, p. 713–716. DOI: 10.7868/S0869565213180205 (in Russ.).
3. Noskova E.V., Vakhnina I.L., Rahmanova N.V. Total active air temperature (higher 10 °C) on the territory of Trans-Baikal Kray. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya* [Achievements of contemporary natural science], 2019, no 11, p. 148–153. DOI: 10.17513/use (in Russ.).
4. Noskova E.V., Vakhnina I.L., Obyazov V.A. Changes of surface air temperature in the south of Siberia and their interconnection with large-scale circulation processes in atmosphere. *Geograficheskiy vestnik* [Geographical bulletin], 2021, no 2 (57), p. 75–84. DOI: 10.17072/2079-7877-2021-2-75-84.
5. Noskova E.V., Rakhmanova N.V., Vakhnina I.L. Formation of summer rain floods in the Chita River (Trans-Baikalia). *Gidrosfera. Opasnyye protsessy i yavleniya*. [Hydro/sphere. Hazardous processes and phenomena], 2019, vol. 1, no 3, p. 314–328. DOI: 10.34753/HS.2019.1.3.001 (in Russ.).
6. Vakhnina I.L., Obyazov V.A., Zamana L.V. Dynamics of moistening in the steppe zone of the south-eastern Trans-Baikalia from the early XIX century determined by the Scotch pine core samples. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografya*. [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 2018, no 2, p. 28–33. (in Russ.).
7. Surface Runoff and the Water Cycle. U.S. Geological Survey. Rezhim dostupa: https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/surface-runoff-and-water-cycle?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects.
8. Okan Ayyün, Christophe Kinnard, Stéphane Campeau. Impacts of climate change on the hydrology of northern midlatitude cold regions. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 2019, vol. 44, no 3, p. 338–375.
9. Kulakov V.S., Obyazov V.A. Small encyclopedia of Trans-Baikalia: Heritage of Nature. gl. red. R. F. Geniatulin. Novosibirsk: Nauka, [Science] 2009. 698 p. (in Russ.).
10. Noskova E.V., Vakhnina I.L., Kurganovich K.A. Characteristics of moistening conditions of closed lakes of the Toreysk plain with the use of meteorological data. *Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Trans-Baikal State University], 2019, vol. 25, no 3, p. 22-30. DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-3-22-30 (in Russ.).
11. Vakhnina I.L., Noskova E.V., Golyatina M.A. Special features of the water table area changes and the number of lakes of the steppe zone of the Eastern Trans-Baikal region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geografija. Geojekologiya*.

- [Bulletin of Trans-Baikal State University. Series: Geographia. Geo/ecology], 2020, no 3, p. 13–23. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.3/3019> (in Russ.).
12. Pomazkova N.V., Faleychik L.M., Usmanov M.T. Assessment of bio/climatic conditions for the tourism development in “Kodar” national park (Northern Trans-Baikal region). *Ustoychivoye razvitie gornykh territoriy*. [Sustainable development of mountain territories], 2019, vol. 11, no 4 (42), p. 484-497. DOI: 10.21177/1998-4502-2019-11-4-484-496 (in Russ.).
 13. “Water of Russia” scientific/popular encyclopedia (site). Rezhim dostupa: <https://water.ru/> (in Russ.).
 14. Georgiadi A.G., Kashutina Y.A. Many-year changes of the Lana River basin rivers’ annual and seasonal runoff. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical series], 2014, no 2, p. 71–83 (in Russ.).
 15. Kichigina N.V. Flood risk on the rivers of the Baikal region. *Geografiya i prirodnyye resursy*. [Geography and natural resources], 2018, no 2, p. 41–51. DOI 10.21782/GIPR0206-1619-2018-2(41-51) (in Russ.).
 16. Magritskiy D.V. Factors and regularities of the many-year changes of water runoff, suspended sediments and heat in the lower Lana and Viluy rivers. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University], 2015, no 6, p. 85–95. (in Russ.).
 17. Maksyutova Y.V., Kichigina N.V., Voropay N.N., Balybina A.S., Osipova O.P. Trends in hydro/climatic changes on the Baikal nature territory. *Geografiya i prirodnyye resursy*. [Geography and natural resources], 2012, no 4, p. 72–80 (in Russ.).
 18. Romanovskiy N.N., Buldovich S.N., Tipenko G.S., Sergeev D.O., Kasymovskaya M.V., Gavrilov A.V. Assessment of the climate change impact on surface runoff with the help of simulating of thermal interaction between many-year permafrost and groundwater (the Lena River catchment area upper part as a study case). *Kriosfera Zemli* [Cryo/sphere of the Earth], 2009, vol. 13, no 1, p. 55–64 (in Russ.).
 19. Timofeyeva S.S. Flood monitoring on the territory of Irkutsk Oblast based on the retrospective analysis. S. S. Timofeyeva, V. E. Eglit, O. V. Morozova. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Irkutsk State Engineering University], 2011, no 9(56), pp 82–89 (in Russ.).
 20. Obyazov V.A., Smakhtin V.K. The Trans-Baikal region rivers’ many-year runoff regime: analysis and background forecast. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*, 2012, no 1, p. 63–72 (in Russ.).
 21. Noskova E.V., Vakhnina I.L., Golyatina M.A. Climate change in the Chita area of the Baikal-Amur Railway zone. *Aspirant. Prilozhenie k zhurnalu Vestnik Zabajkalskogo gosudarstvennogo universiteta*. [Post-graduate. Supplement to Bulletin of Trans-Baikal State University], 2018, vol. 12, no 2, p. 61–65 (in Russ.).

Сведения об авторах:

Рахманова Наталья Владимировна, аспирант, ФГБУН «Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук», 672002, г. Чита, а/я 1032; ORCID: 0000-0002-2180-1590; e-mail: rnn1997@mail.ru

Носкова Елена Викторовна, канд. геогр. наук, младший научный сотрудник, ФГБУН «Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отде-

ления Российской академии наук», 672002, г. Чита, а/я 1032, ORCID: 0000-0001-9782-1996; e-mail: elena-noskova-2011@mail.ru

Вахнина Ирина Леонидовна, канд. биол. наук, научный сотрудник, ФГБУН «Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук», 672002, г. Чита, а/я 1032; ORCID: 0000-0001-5111-6255; e-mail: vahnina_il@mail.ru

About the authors:

Natalia V. Rakhmanova, Post-graduate Student, Russian Academy of Sciences Siberian Branch Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, P.O. Box 1032, Chita 672002, Russia; ORCID: 0000-0002-2180-1590; e-mail: rnv1997@mail.ru

Elena V. Noskova, Candidate of Geographical Sciences, Junior Researcher, Russian Academy of Sciences Siberian Branch Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, P.O. Box 1032, Chita 672002, Russia; ORCID: 0000-0001-9782-1996; e-mail: elena-noskova-2011@mail.ru

Irina L. Vakhnina, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Russian Academy of Sciences Siberian Branch Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, P.O. Box 1032, Chita 672002, Russia; ORCID: 0000-0001-5111-6255; e-mail: vahnina_il@mail.ru