

ISSN 0869-6071

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО



ИЗВЕСТИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

Специальный выпуск

СОВРЕМЕННЫЕ

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В БАЙКАЛЬСКОЙ АЗИИ

Часть 1

Том 156, номер 2

апрель – июнь

2024



НАУКА

— 1727 —

СОДЕРЖАНИЕ

Том 156, номер 2, 2024

- Современные изменения климата в Селенгинском среднегорье и их отражение в стоке рек и древесно-кольцевых хронологиях
И. Л. Вахнина, Е. В. Носкова, В. А. Обязов, К. А. Курганович, В. С. Мыглан 93
- Динамика и миграционная концентрация населения Транссибирского коридора в Байкальской Сибири
Н. В. Воробьев, А. Н. Воробьев 113
- Динамика природных процессов в Байкальском регионе и их сопряжение
Д. Ц.-Д. Жамьянов, В. С. Батомункуев, Б. О. Гомбоев, А. В. Алексеев, З. Е. Банзаракцаев, Б. С. Норбоева, Т. Ш. Рыгзынов, А. Б. Цыбикова 124
- Национальная туристская политика на Дальнем Востоке России: пример Республики Бурятия
Л. Б.-Ж. Максанова, Д. Г. Будаева, Т. А. Хребтова 138
- Распространение и динамика наледей в Селенгинском среднегорье
В. Н. Черных 155
- Геоэкологические функции байкальской эндемичной амфиподы *Gmelinoides fasciatus* в донной подсистеме водоема-охладителя Читинской ТЭЦ-1
А. Б. Шойдоков, П. В. Матафонов, С. В. Борзенко 169
-
-

CONTENT

Volume 156, No. 2, 2024

Modern Climate Changes in the Selenga Mid-mountain Region and their Reflection in Rivers Runnow and Tree Ring Chronologies <i>I. L. Vakhnina, E. V. Noskova, V. A. Obyazov, K. A. Kurganovich, V. S. Myglan</i>	93
Dynamics and Migration Concentration of the Population of the Trans-Siberian Corridor in Baikal Siberia <i>N. V. Vorobyev, A. N. Vorobyev</i>	113
Dynamics of Natural Processes in the Baikal Region and their Conjugation <i>D. Ts.-D. Zhamyanov, V. S. Batomunkuev, B. O. Gomboev, A. V. Alexeev, Z. E. Banzaraktsaev, B. S. Norboeva, T. Sh. Rygzynov, A. B. Tsybikova</i>	124
National Tourism Policy in the Russian Far East of Russia: a Case Study of the Republic of Buryatia <i>L. B.-Zh. Maksanova, D. G. Budaeva, T. A. Khrebtova</i>	138
Distribution and Dynamics of Icings in the Selenga Middle Mountains <i>V. N. Chernykh</i>	155
Geoecological functions of the Baikal endemic amphipod <i>Gmelinoides fasciatus</i> in the bottom subsystem of the cooling reservoir of the Chita TPP-1 <i>A. B. Shoydokov, P. V. Matafonov, S. V. Borzenko</i>	169

УДК 551.524.3

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В СЕЛЕНГИНСКОМ СРЕДНЕГОРЬЕ И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В СТОКЕ РЕК И ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЯХ

© 2024 г. И. Л. Вахнина^{a, *}, Е. В. Носкова^{a, **}, В. А. Обязов^{b, ***},
К. А. Курганович^{c, ****}, В. С. Мыглан^{d, *****}

^aИнститут природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук, Чита, Россия

^bООО НПО Гидротехпроект, Валдай, Россия

^cЗабайкальский государственный университет, Чита, Россия

^dСибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

*E-mail: vahnina_il@mail.ru

**E-mail: elena-noskova-2011@mail.ru

***E-mail: obviaf@mail.ru

****E-mail: naptheodor@mail.ru

*****E-mail: v.myglan@gmail.com

Поступила в редакцию 22.03.2024 г.

После доработки 20.07.2024 г.

Принята к публикации 20.08.2024 г.

По данным 7 метеорологических станций рассмотрены основные параметры (температура приземного воздуха, атмосферные осадки, индексы засушливости и увлажнения), характеризующие климатические тенденции за 1950–2021 гг. на территории Селенгинского среднегорья (Республика Бурятия), и их влияние на речной сток и радиальный прирост сосны обыкновенной. Показано существенное повышение температуры приземного воздуха, происходящее с высокой степенью согласованности на разных метеостанциях. Значение линейного тренда в среднем по территории за общий период составило 2.1°C. Наиболее интенсивный рост температуры и увеличение частоты положительных аномалий наблюдаются в последние 11 лет (2011–2021 гг.). В режиме выпадения атмосферных осадков за исследуемый период выявлено два полных цикла увлажнения (1961–1981 и 1982–2018 гг.) продолжительностью 21 и 37 лет. В настоящее время отмечается гумидная фаза, начавшаяся с 2019 г. Рост температуры приводит к усилению засушливости региона, что особенно заметно проявляется в аридные фазы. Цикличность, характерная для режима атмосферных осадков, проявляется и в многолетних изменениях стока рек. Наибольшую зависимость от атмосферных осадков имеют расходы воды р. Селенги. Однако не на всем протяжении временного ряда соблюдается синхронность их изменений. В режиме осадков фаза пониженной увлажненности в начале XXI века не столь однозначно выражена, в отличие от режима стока. Такие же различия выявлены в режиме стока разных рек, что обусловлено расположением их водосборов. Водосборы только двух рек — Джиды и Оронгоя — находятся полностью в Селенгинском среднегорье. Большая часть водосборов рек Селенга и Чикой расположены за пределами исследуемой территории. Это обстоятельство определяет в большей степени хорошую согласованность многолетних изменений расходов воды этих рек и отличия от режима стока р. Оронгоя и особенно р. Джиды. Динамика ширины годичных колец деревьев сосны обыкновенной, произрастающих на территории Селенгинского среднегорья, отражает изменение ее гидротермического режима за текущий и предшествующий периоды вегетации. Выражено

влияние атмосферных осадков, так сумма осадков за май-июнь объясняет около 40% прироста для остаточной (без автокорреляционной составляющей) древесно-кольцевой хронологии.

Ключевые слова: климат, гидрология, дендрохронология, водосборная территория р. Селенги, Байкальский регион, Юго-Западное Забайкалье

DOI: 10.31857/S0869607124020014, **EDN:** MРHPBC

ВВЕДЕНИЕ

Климат Селенгинского среднегорья резкоконтинентальный, с большими суточными и годовыми перепадами температур воздуха, продолжительной суровой зимой, жарким коротким летом и неравномерным внутригодовым выпадением атмосферных осадков [16, 31]. Особенностью рельефа территории является чередование низких и средневысотных хребтов (1000–1500 м над ур. м.) и межгорных впадин, ориентированных в северо-восточном направлении [19], которые вносят существенные коррективы в гидротермический фон, перераспределяя количество тепла и влаги по формам и элементам рельефа, а соответственно, и распределение растительного покрова, представленного здесь степными и лесостепными ландшафтами [4]. В административном отношении исследуемая территория относится к Республике Бурятия.

Анализ климатических характеристик, выполненный для рассматриваемой территории ранее, показал достоверное увеличение температуры приземного воздуха с разной скоростью потепления в отдельные периоды, а также наличие значимого тренда в уменьшении количества атмосферных осадков и присущую режиму увлажнения территории цикличность продолжительностью около 30 лет [8, 9, 18, 20, 24, 32, 33]. Но перечисленные работы посвящены не непосредственно изучению климата Селенгинского среднегорья, а выполнены либо в рамках исследований в смежных областях (гидрология, дендрохронология, экология и т.п.), либо содержат данные о динамике климатических параметров, обобщенные для более обширных физико-географических территорий. Таким образом, работы, посвященные изучению климата Селенгинского среднегорья, практически отсутствуют.

Селенгинское среднегорье хорошо изучено в гидрологическом отношении, что в значительной мере обусловлено тем, что его территория представляет собой российскую часть водосборного бассейна р. Селенги, от которой напрямую зависит водность оз. Байкал [11]. Разносторонним исследованиям гидрологического аспекта климатических изменений Байкальского региона, в том числе в бассейне р. Селенги, за последние 10–15 лет посвящены публикации Е. Ж. Гармаева с соавторами [7, 9, 11 и др.]. Отдельно можно выделить пласт работ, посвященных анализу отклика древесно-кольцевых хронологий на гидрометеорологические параметры, свидетельствующий о том, что динамика радиального прироста достоверно отражает изменения гидротермического режима на территории Селенгинского среднегорья и позволяет получить ретроспективные сведения об изменении климата и стока рек за период более продолжительный, чем ряды инструментальных наблюдений [2, 12, 14, 15 и др.].

Масштабная закладка дендроклиматических станций на территории Западного Забайкалья была начата с конца XX века [1]. На сегодняшний день они представляют собой плотную сеть, пригодную для выполнения гидрологических и климатических реконструкций региона [3, 8, 11, 28, 29].

Анализ динамики метеорологических факторов в условиях современных климатических тенденций приобретает все бóльшую актуальность. Учитывая недостаток такой информации для рассматриваемой территории и необходимость ее регулярного обновления, а также значимость Селенгинского среднегорья для Байкальского региона в целом и озера Байкал в частности, исследования, посвященные изменению климата региона и его влиянию на гидрологический режим и древесную растительность, представляют значительный научный и практический интерес.

Цель работы: анализ современных климатических условий на территории Селенгинского среднегорья и их влияние на речной сток и радиальный прирост сосны обыкновенной.

В задачи исследования входили:

1. Характеристика гидротермических параметров на территории исследования (температура приземного воздуха, атмосферные осадки, индексы засушливости и увлажнения).
2. Анализ согласованности многолетних изменений стока рек бассейна р. Селенги и их связь с режимом атмосферных осадков.
3. Оценка климатического и гидрологического откликов ширины годичных колец сосны обыкновенной.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для описания гидроклиматических условий использованы данные наблюдений Федерального государственного бюджетного учреждения «Забайкальское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ЗабУГМС) 7 метеорологических станций (Бичура, Кяхта, Мухоршибирь, Новоселенгинск, Санага, Улан-Удэ, Цакир) за 72-летний период (1950–2021 гг.) и 4 гидрологических постов: р. Селенга — рзд. Мостовой (1934–2021 гг.), р. Чикой — с. Поворот (1936–2021 гг.), р. Оронгой — Оронгойский мост (1951–2014 гг.), р. Джида — с. Джида (1952–2021 гг.) (рис. 1).

Оценка влияния климатических параметров на радиальный прирост и его согласованность со стоком рек выполнена по длительной древесно-кольцевой хронологии (ДКХ) Виг (425 лет, 1595–2019 гг.), построенной по ширине годичных колец сосны обыкновенной (*Pinus sylvéstris* L.), произрастающей на 9 участках, заложенных в лесостепной зоне Селенгинского среднегорья [30].

Анализ приземной температуры воздуха и количества атмосферных осадков выполнен с использованием рядов наблюдений за их среднемесячными и годовыми значениями. Суммы средних суточных температур воздуха выше 10°C и параметры, характеризующие режим увлажнения (гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК), индекс засушливости А.Д. Педя (Si), коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова (КУ)) были рассчитаны с использованием среднесуточных и среднемесячных данных о температуре воздуха, количестве атмосферных осадков, относительной влажности воздуха и дефиците насыщения [6].

Аномалии климатических параметров рассчитаны как отклонения от среднего за базовый период, рекомендованный ВМО, с 1991 по 2020 гг. [21].

Классификация годовых и сезонных данных температуры воздуха и атмосферных осадков выполнена с использованием метода Варда, в качестве меры расстояния выбрана евклидова метрика.

Для определения параметров линейных трендов многолетних изменений применялся метод наименьших квадратов. Анализ их достоверности выполнен с использованием t -критерия Стьюдента при уровне значимости $\alpha = 5\%$.

С целью удаления высокочастотных колебаний и сглаживания временных рядов производилось скользящее осреднение.

Климатический отклик радиального прироста рассчитан за период с 1950 по 2019 гг. с использованием месячных и годовых значений климатических параметров, рассматриваемых в работе метеорологических станций, за текущий и предшествующий годы с помощью вычисления коэффициентов корреляции Пирсона со стандартной (Bur_std) и остаточной (Bur_res) ДКХ. Остаточная хронология получена с помощью авторегрессионного выбеливания стандартной хронологии, содержащей зависимость прироста текущего года от условий предыдущих лет (автокорреляция).

Оценка согласованности стандартной и остаточной ДКХ Bur с годовым стоком рек Селенгинского среднегорья выполнена за используемые в работе периоды гидрологических наблюдений.

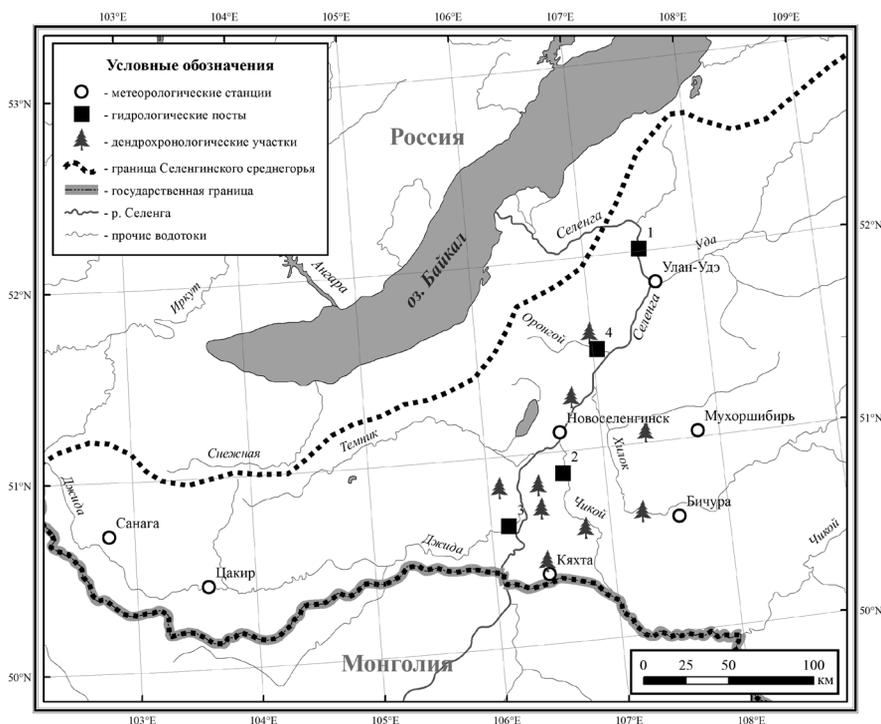


Рис. 1. Территория исследования и расположение на ней метеорологических станций, гидрологических постов (1 — р. Селенга—рзд. Мостовой; 2 — р. Чикой—с. Поворот; 3 — р. Джиды—с. Джиды; 4 — р. Оронгой—Оронгойский мост) и дендрохронологических участков.

Fig. 1. The study area and the location of meteorological stations and hydrological posts on it (1 — Selenga river—Mostovoy station; 2 — Chikoy river—Povorot village; 3 — Dzhida river—Dzhida village; 4 — Orongoy river—Orongoi Bridge) and dendrochronological sites.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Межгодовые изменения температуры воздуха на исследуемых метеостанциях Селенгинского среднегорья за период с 1950 по 2021 гг. происходят с высокой степенью согласованности. Коэффициент корреляции между рядами значений среднегодовой температуры воздуха изменяется от 0.81 (между Улан-Удэ и Санагой) до 0.96 (между Кяхтой и Мухоршибирью). Коэффициенты корреляции между рядами значений среднесезонной температуры воздуха зимой варьируют от 0.63 до 0.94, весной — от 0.90 до 0.98, летом — от 0.88 до 0.98, осенью — от 0.76 до 0.96. По результатам кластерного анализа среднегодовой температуры воздуха выделяется две группы, в одну из которых входят станции Санага и Цакир, в другую — остальные 5 станций. Аналогичная закономерность характерна для летних и осенних температур. Зимой в отдельный кластер выделяются Улан-Удэ и Мухоршибирь, а по изменению значений температур в весенний период все 7 метеостанций достоверно входят в один кластер.

За 1950–2021 гг. среднегодовая температура приземного воздуха на отдельных метеостанциях изменялась от -4.5°C в Санаге до 0.4°C в Кяхте (табл. 1), достигая в среднем по территории -0.6°C . В Санаге минимальные значения температуры характерны также для всех сезонов года. Из рассматриваемых метеостанций наиболее теплые зимы, весны и осени наблюдаются в Кяхте, лета — в Новоселенгинске. Внутригодовое распределение температуры Селенгинского среднегорья соответствуют умеренным и высоким широтам планеты. Средняя температура воздуха самого холодного месяца (январь) на метеостанциях не опускается ниже -30.0°C и в среднем по территории составляет -24.5°C , а самого теплого (июль) колеблется около $15.0\text{--}20.0^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1. Средние значения температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) и их линейные тренды ($^{\circ}\text{C}/10$ лет) на метеорологических станциях Селенгинского среднегорья за 1950–2021 гг.

Table 1. Average air temperature values ($^{\circ}\text{C}$) and their linear trends ($^{\circ}\text{C}/10$ years) at meteorological stations of the Selenga midlands for 1950–2021

Метеостанция	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Бичура	-1.3/0.31	-22.6/2.32	1.2/0.44	17.1/0.22	-0.9/0.22
Кяхта	0.4/0.28	-18.2/1.96	2.1/0.42	17.5/0.19	0.3/0.22
Мухоршибирь	-1.3/0.36	-21.2/2.77	0.6/0.44	16.6/0.24	-1.3/0.35
Новоселенгинск	-0.6/0.25	-22.4/1.77	1.7/0.39	18.4/0.20	-0.3/0.14
Санага	-4.5/0.29	-25.6/1.96	-1.2/0.43	13.4/0.20	-4.4/0.23
Улан-Удэ	-0.4/0.35	-20.8/2.35	1.4/0.48	17.9/0.28	-0.4/0.26
Цакир	-2.8/0.25	-22.9/1.41	0.2/0.37	14.5/0.21	-3.1/0.20

Сумма суточных температур воздуха выше 10°C на территории Селенгинского среднегорья в среднем за рассматриваемый период составляет 1800°C и колеблется от 2137°C в Новоселенгинске до 1489°C в Санаге.

За 1950–2021 гг. в среднем по территории Селенгинского среднегорья самым холодным, когда температура воздуха существенно отличалась от ее среднегодовое значения, был 1957 г. (-3.0°C), а в 2007 г. на всех станциях среднегодовая температура была существенно выше среднего (более $+2\sigma$ — на $2.0\text{--}2.3^{\circ}\text{C}$).

Если рассматривать сезонные отклонения, то самые холодные, когда температура воздуха опускалась существенно ниже многолетнего среднего в среднем по территории, были зимы в 1957 (-25.8°C) и 1969 гг. (-26.8°C) и осень 1961 г. (-3.8°C). Температура воздуха существенно выше среднего отмечалась зимой 2002 г. и 2007 г. (-18.5°C в каждом году), весной 1997 и 2020 гг. (4.2 и 4.0°C соответственно) и летом 2002 и 2015 гг. (18.8 и 18.9°C соответственно).

Сумма активных температур воздуха за период исследования существенно ниже среднего в среднем по территории фиксировалась в 1957 г. (1478°C), а в 2000 (2184°C), 2002 (2178°C), 2007 (2161°C) и 2015 гг. (2177°C) это значение было существенно выше среднего.

Анализ динамики среднегодовой температуры воздуха показывает, что на исследуемой территории появление положительных аномалий, рассчитанных как отклонения от среднего за базовый период 1991–2020 гг., наблюдается только начиная с 1990 г. (рис. 2). Если до 1989 г. все температурные аномалии были отрицательными, то за последние 32 года (с 1990 по 2021 гг.) отрицательные аномалии составляют менее 50%, а с 2014 г. на протяжении последних 8 лет фиксируются только положительные аномалии.

Анализ изменений температуры приземного воздуха показывает, что за 1950–2021 гг. среднегодовая температура воздуха по данным 7 рассматриваемых метеостанций в среднем увеличилась на $0.30^{\circ}\text{C}/10$ лет или на 2.1°C за 72-летний период (см. табл. 1). Скорость роста среднегодовой температуры на отдельных станциях колебалась от 0.25 в Цакире и Новоселенгинске до $0.36^{\circ}\text{C}/10$ лет в Мухоршибири. Если рассматривать динамику по сезонам года, то наибольшие значения линейного тренда как для всех станций, так и для территории исследования в целом за 1950–2021 гг. характерны для зимы ($2.13^{\circ}\text{C}/10$ лет в среднем по территории исследования),

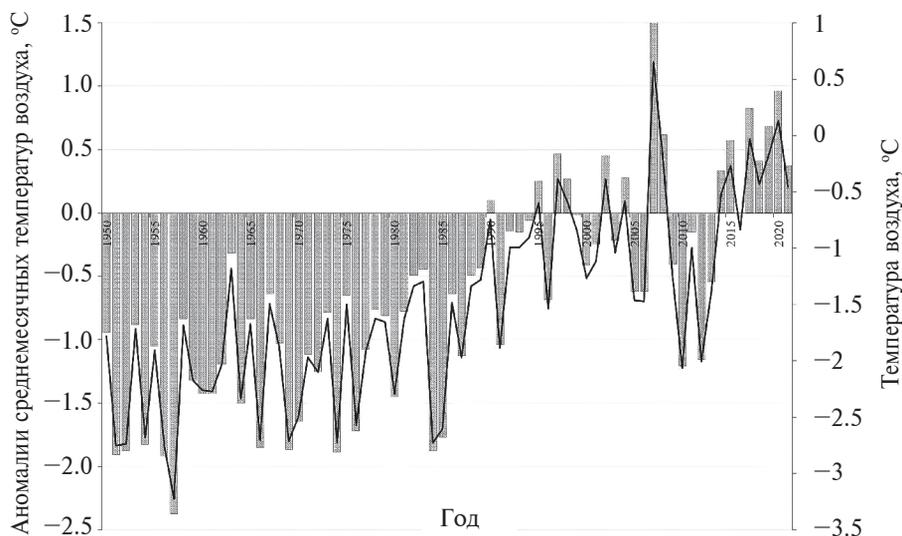


Рис. 2. Среднегодовые аномалии среднемесячных значений температуры воздуха (гистограммы) и среднегодовая температура воздуха (линия) на территории Селенгинского среднегорья за 1950–2021 гг.

Fig. 2. Average annual anomalies of average monthly air temperature values (histograms) and average annual air temperature (line) in the Selenga midlands for 1950–2021.

наименьшие — для лета ($0.21^{\circ}\text{C}/10$ лет), за исключением Новоселенгинска и Цакира, где температура меньше всего выросла осенью. Все линейные тренды статистически достоверны при уровне значимости $\alpha = 5\%$.

За 72-летний период исследования в среднем по Селенгинскому среднегорью потепление происходило неравномерно. С помощью анализа разности между средними значениями среднегодовой температуры воздуха по пятилетиям было выделено несколько временных интервалов, отличающихся темпами роста температуры воздуха (см. рис. 2). Первое десятилетие XXI века характеризовалось снижением среднегодовой температуры воздуха, а за 2011–2021 г. скорость ее роста составила $1.39^{\circ}\text{C}/10$ лет, что более чем в 1.8 раза превышает значение тренда за 1976–1995 г. ($0.77^{\circ}\text{C}/10$ лет). До 1975 г. температура воздуха повышалась незначительно ($0.15^{\circ}\text{C}/10$ лет). Статистически достоверные при уровне значимости $\alpha=5\%$ линейные тренды отмечаются только в 1976–1995 и 2011–2021 гг.

Межгодовые изменения количества атмосферных осадков на отдельных метеостанциях происходят менее согласованно, чем температуры воздуха. Коэффициент корреляции между рядами значений среднегодовой суммы осадков воздуха составляет от 0.25 (между Кяхтой и Цакиром) до 0.83 (между Мухоршибирью и Бичурой). Коэффициенты корреляции между рядами значений сумм атмосферных осадков зимой варьируют от -0.03 до 0.82, весной — от 0.16 до 0.80, летом — от 0.28 до 0.83, осенью — от 0.16 до 0.68.

Результаты кластерного анализа свидетельствуют о том, что рассматриваемые метеостанции достоверно можно объединить в одну группу как по среднегодовым их значениям, так и по сезонным (весна, лето, осень), исключение составляют лишь зимние осадки, по которым выделяется два кластера (в отдельную группу входят метеостанции Улан-Удэ и Мухоршибирь).

Среднегодовое количество атмосферных осадков за 1950–2021 гг. на метеостанциях Селенгинского среднегорья составляло от 223 мм в Новоселенгинске до 416 мм в Цакире (табл. 2), достигая в среднем по территории 374 мм. При этом, если сравнивать сезонные суммы осадков, то их максимальные значения наблюдаются зимой в Улан-Удэ, весной — в Кяхте, летом — в Цакире, осенью — в Мухоршибири. Минимальное количество атмосферных осадков зимой отмечается в Санаге, весной,

Таблица 2. Средние значения атмосферных осадков на метеорологических станциях Селенгинского среднегорья за 1950–2021 гг., мм

Table 2. Average values of atmospheric precipitation at meteorological stations of the Selenga midlands for 1950–2021, mm

Метеостанция	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Бичура	328	4.0	11.8	73.8	19.8
Кяхта	341	4.1	15.5	73.4	20.5
Мухоршибирь	355	6.2	13.6	75.9	22.5
Новоселенгинск	223	2.8	6.0	54.0	11.5
Санага	394	2.7	13.4	96.4	18.9
Улан-Удэ	256	6.6	8.1	55.8	14.8
Цакир	416	3.0	14.1	101.0	20.4

летом и осенью — в Новоселенгинске. В годовом распределении осадков на май—сентябрь приходится 77% годовой суммы атмосферных осадков, а на июль—август — 46%. В зимний период на исследуемой территории выпадает всего 3% осадков.

Анализ отклонений атмосферных осадков от многолетнего среднего за 1950—2021 гг. показывает, что в среднем по территории существенно меньше среднего осадков выпадало в 1980 г. (223 мм), а самый влажный в среднем по территории был 1959 г., когда средняя сумма годовых осадков составила 441 мм (рис. 3).

Как было показано ранее [5, 24], основной вклад в межгодовую изменчивость годовых сумм атмосферных осадков на исследуемой территории вносит цикличность, при этом наибольшую значимость имеют ритмы продолжительностью около 30 лет. В связи с этим при анализе динамики осадков некорректно выявлять трендовую составляющую, знак которой будет зависеть от того, какая фаза цикла будет последней.

Анализ аномальных значений атмосферных осадков, рассчитанных как отклонения от среднего за 1991—2020 гг. для Селенгинского среднегорья, подтверждает наличие чередования гумидных и аридных фаз в режиме увлажнения (см. рис. 3). За период с 1950 по 2021 гг. с помощью анализа лет с аномальными значениями и интегральной разностной кривой можно выделить два полных цикла, влажные фазы которых приходятся на 1961—1973 (13 лет) и 1982—2001 гг. (20 лет), сухие — на 1974—1981 (8 лет) и 2002—2018 гг. (17 лет). Учитывая длительность фаз, продолжительность циклов составила 21 и 37 лет. В настоящее время отмечается влажный период.

Коэффициенты засушливости и увлажнения являются интегральной характеристикой температуры воздуха и атмосферных осадков. В соответствии с грациями

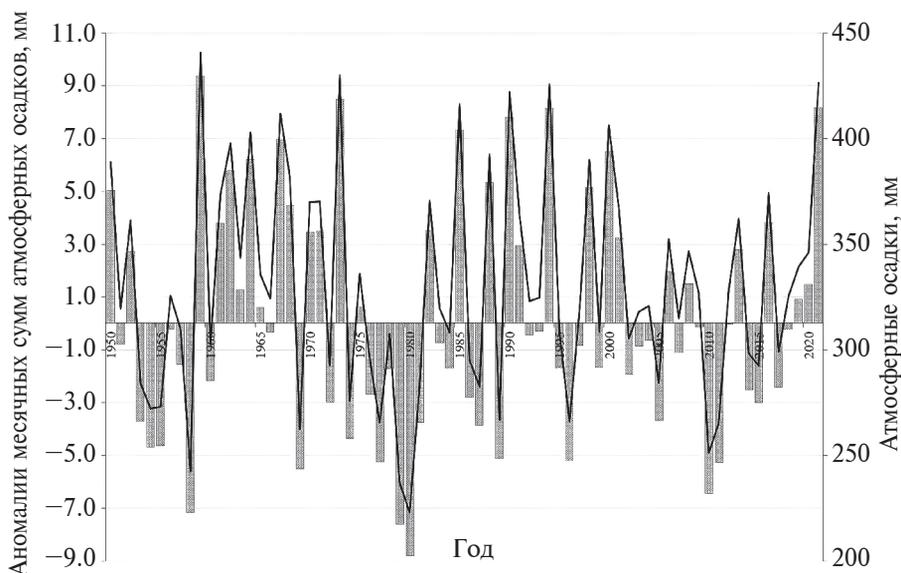


Рис. 3. Годовые аномалии месячных значений суммы атмосферных осадков (гистограммы) и многолетние изменения годовой суммы атмосферных осадков (сплошная линия) на территории Селенгинского среднегорья за 1950—2021 гг.

Fig. 3. Annual anomalies of monthly values of the amount of atmospheric precipitation (histograms) and long-term changes in the annual amount of atmospheric precipitation (solid line) in the territory of the Selenga midlands for 1950—2021.

гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова за 1950–2021 гг. в среднем по 7 используемым в работе метеорологическим станциям территория Селенгинского среднегорья характеризуется достаточной (оптимальной) влагообеспеченностью ($ГТК = 1.31$). Если рассматривать по отдельным метеостанциям, аналогичные со средним по территории значения влагообеспеченности характерны для Бичуры и Мухоршибири. В Кяхте, Новоселенгинске и Улан-Удэ влагообеспеченность недостаточная, в Цакире — повышенная, а в Санаге отмечается переувлажнение.

По значениям индекса засушливости А.Д. Педя как в среднем по территории, так и для отдельных метеостанций за общий период отмечаются нормальные условия увлажнения ($S_i = 0.00$), а по коэффициенту увлажнения Высоцкого-Иванова — полувлажные (семигумидные) ($KУ = 0.59$). В Новоселенгинске в соответствии со значением $KУ$ условия сухие, в Бичуре, Кяхте и Улан-Удэ — полусухие, в Мухоршибири, Санаге и Цакире — полувлажные.

Существенно ниже среднего значения $ГТК$ были в 1958 г. ($ГТК = 0.72$, слабая засуха), S_i в 1985 г. ($S_i = -1.44$, влажные условия). Существенно выше среднего были значения $ГТК$ в 1959 г. ($ГТК = 1.90$, избыточная влагообеспеченность), 1973 г. ($ГТК = 1.90$, избыточная влагообеспеченность), S_i в 2002 ($S_i = 1.68$, слабая засуха) и 2015 гг. ($S_i = 1.44$, слабая засуха), $KУ$ в 1959 г. ($KУ = 0.84$, полувлажные условия), в 1973 ($KУ = 0.83$, полувлажные условия), 1985 и 2021 ($KУ = 0.82$ за каждый год).

Анализ многолетних изменений годового стока рек бассейна р. Селенги свидетельствует о том, что на территории Селенгинского среднегорья наибольшая согласованность отмечается между реками Селенга и Чикой, характеризующаяся коэффициентом корреляции 0.83 (табл. 3). Теснота связи изменений стока р. Селенги со стоком других рек и стока других рек между собой существенно ниже. Статистическая достоверность коэффициента корреляции между рядами стока рек Чикоя и Джиды не подтверждается при 5%-ном уровне значимости.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между рядами годового стока рек

Table 3. Correlation coefficients between series of annual river flow

Гидрологические посты	р. Селенга– рзд. Мостовой	р. Чикой– с. Поворот	р. Оронгой– Оронгойский мост	р. Джиды– с. Джиды
р. Селенга–рзд. Мостовой	1			
р. Чикой–с. Поворот	0.83	1		
р. Оронгой–Оронгойский мост	0.58	0.53	1	
р. Джиды–с. Джиды	0.42	0.18	0.41	1

Режим стока рассматриваемых рек в отдельные временные интервалы существенно отличается. Если расходы воды р. Селенги и р. Чикоя на всем протяжении совместных наблюдений изменяются практически синхронно (рис. 4а), то рек Джиды и Оронгой проявляют согласованность со стоком р. Селенги только в 1970–1990-е годы (рис. 4б и 4в).

По типу питания рассматриваемые реки относятся преимущественно к рекам с резко выраженным преобладанием дождевого стока [27]. Доля дождевого стока рек Джиды и Чикой превышает 70%. В питании р. Оронгой дождевые и талые воды принимают примерно равное участие.

Зависимость стока рассматриваемых рек от режима атмосферных осадков, осредненных по территории Селенгинского среднегорья, характеризуется коэффициентами корреляции от 0.53 для р. Джиды до 0.70 до р. Селенги (табл. 4).

Однако высокая степень зависимости стока р. Селенги от годовых сумм осадков отмечалась лишь до 1996 г. (рис. 5). В последние 25 лет она существенно снизилась. В период с 1950 по 1996 гг. коэффициент корреляции между рядами стока р. Селенги и атмосферных осадков составил 0.80, а в последующие годы — 0.67.

Предварительный расчет климатического отклика древесно-кольцевой хронологии ДКХ Виг, выполненный с данными используемых в работе 7 метеостанций, показал, что наиболее низкие и в большинстве случаев незначимые коэффициенты корреляции были получены для удаленных на 200–300 км от участков отбора образцов станций Санага и Цакир, расположенных в Джидинской котловине, где отбор образцов не осуществлялся. В связи с этим в дальнейшем анализе были использованы климатические данные, усредненные по 5 ближайшим (в пределах 7–120 км) к участкам взятия дендрохронологических образцов станциям: Бичура, Кяхта, Мухоршибирь, Новоселенгинск, Санагу и Улан-Удэ.

Результаты корреляционного анализа показали: ширина годичных колец имеет слабую обратную зависимость от температуры воздуха предшествующего и текущего сезонов вегетации. Для стандартной хронологии наиболее высокие значения коэффициентов корреляции ($r = -0.34$) получены со средними температурами за июнь–июль предшествующего года, для остаточных — со средними температурами воздуха за май–сентябрь текущего года ($r = -0.29$).

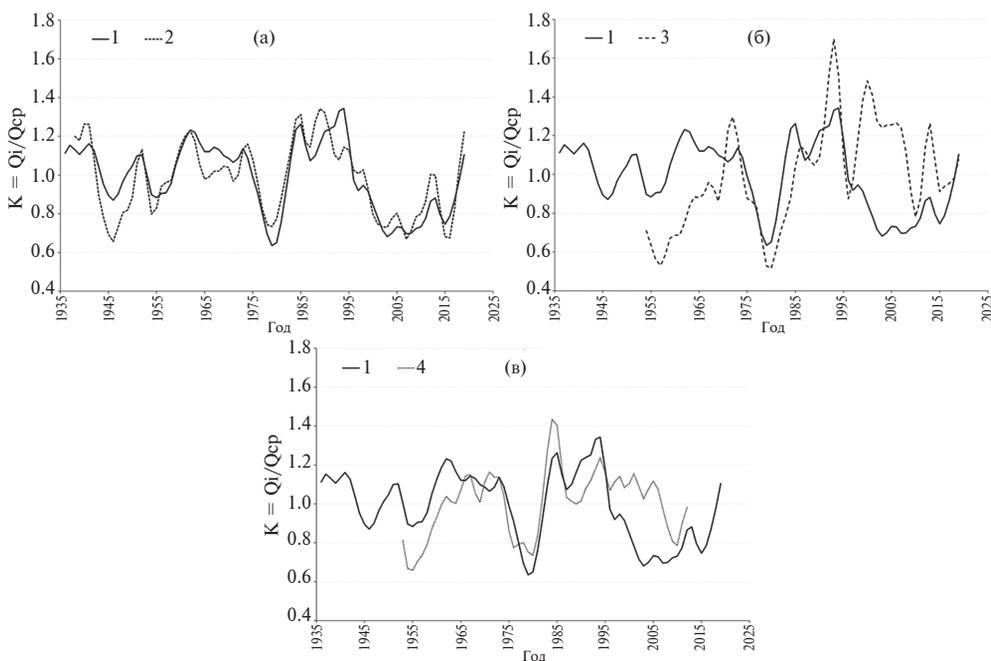


Рис. 4. Сравнение многолетних изменений годового стока р. Селенги со стоком р. Чикоя (а), р. Джиды (б) и р. Оронгой (в), сглаженных с помощью пятилетнего скользящего осреднения (1 — р. Селенга—рзд. Мостовой; 2 — р. Чикой—с. Поворот; 3 — р. Джиды—с. Джиды; 4 — р. Оронгой—Оронгойский мост).

Fig. 4. Comparison of long-term changes in annual river flow of Selenga with river flow of Chikoya (a), Jida (b) and Orongoy (c) smoothed using five-year moving averaging (1 — Selenga river—Mostovoy s.; 2 — Chikoy river—Povorot village; 3 — Dzhida river—Dzhida village; 4 — Orongoy river—Orongoiy bridge).

Таблица 4. Коэффициенты корреляции между рядами годового стока рек и годовых сумм атмосферных осадков по данным метеорологических станций Селенгинского среднегорья
Table 4. Correlation coefficients between series of annual river runoff and annual amounts of atmospheric precipitation according to data from meteorological stations of the Selenga midlands

Гидрологические посты	Метеорологические станции							Средняя
	Бичура	Кяхта	Мухоршибирь	Новоселенгинск	Улан-Удэ	Сагага	Цакир	
р. Селенга—рзд. Мостовой	0.62	0.52	0.65	0.53	0.58	0.35	0.30	0.70
р. Чикой—с. Поворот	0.59	0.49	0.61	0.41	0.52	0.20	0.10	0.57
р. Оронгой—Оронгойский мост	0.55	0.47	0.55	0.62	0.59	0.33	0.25	0.63
р. Джида—с. Джида	0.28	0.34	0.37	0.24	0.27	0.70	0.59	0.53

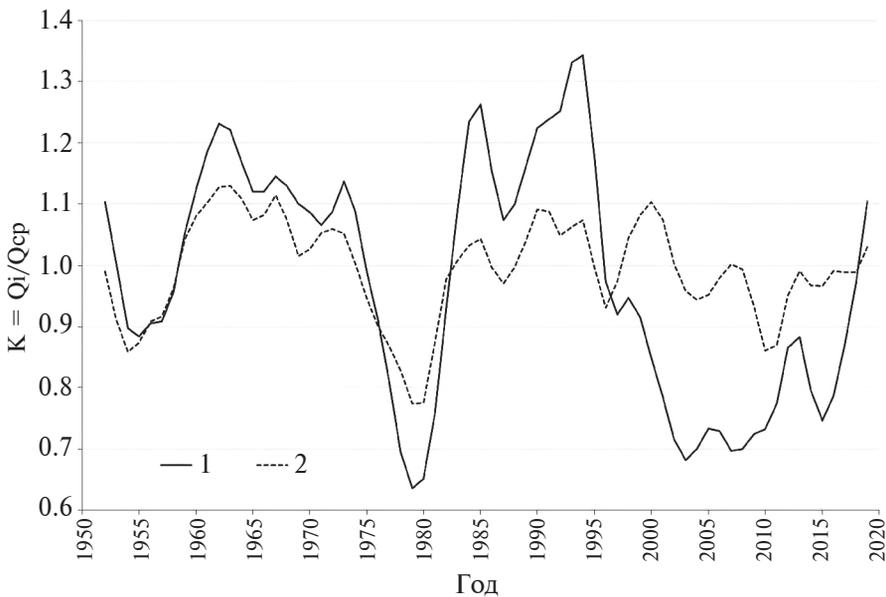


Рис. 5. Многолетние изменения годового стока р. Селенги у рзд. Мостового (1) и годовых сумм атмосферных осадков, осредненных по территории Селенгинского среднегорья (2), сглаженных с помощью пятилетнего скользящего осреднения.

Fig. 5. Long-term changes in the annual river flow of Selengi near the rzd. Mostovoy (1) and annual amounts of atmospheric precipitation averaged over the territory of the Selenga midlands (2), smoothed using five-year moving averaging.

Отклик ДКХ Вур на изменение атмосферных осадков более выражен. Связь с осадками текущего года лучше прослеживается для остаточной ДКХ. Значимые коэффициенты корреляции получены между Вур_{ges} и суммой осадков в мае ($r = 0.30$) и июне ($r = 0.52$), а также с суммами осадков за разные месяцы с мая по сентябрь с наиболее высокими значениями коэффициентов с их суммами за май–июнь ($r = 0.60$), май–июль ($r = 0.55$) и май–август ($r = 0.52$). Для ДКХ Вур_{std} также проявляется связь с осадками, выпавшими в текущем году, но она слабее: например, для июня она составила 0.47. Наиболее высокие коэффициенты корреляции получены между стандартной хронологией и суммой осадков за июнь–сентябрь ($r = 0.56$) и июль–сентябрь ($r = 0.56$) предшествующего года.

В связи с тем, что на ширину годичных колец деревьев, произрастающих в лесостепной зоне Селенгинского среднегорья, оказывают влияние и температура приземного воздуха, и атмосферные осадки, в качестве их интегральных характеристик был проанализирован отклик ДКХ Вур на индексы засушливости и увлажнения. Наибольшие значения коэффициентов корреляции Пирсона для ГТК составили 0.45 между ДКХ Вур_{ges} и ГТК за май–июнь, 0.47 — между ДКХ Вур_{std} и ГТК за июль–сентябрь предыдущего года; для Si: -0.50 — между ДКХ Вур_{ges} и Si за май–июль, -0.52 — между ДКХ Вур_{std} и Si за июль–сентябрь предыдущего года. Для КУ и сумм активных температур коэффициенты корреляции с ДКХ Вур достигали 0.55–0.57 (между Вур_{std} и $\Sigma T > 10$ в текущем году и между Вур_{std} и КУ в текущем и предшествующем году соответственно).

При использовании в анализе климатического отклика рядов, сглаженных 5-летним скользящим осреднением, теснота связи значительно возрастает, достигая для рассматриваемых климатических параметров от -0.52 между ДКХ Вур_{ges} и температурой в июне текущего года до 0.90 как между ДКХ Вур_{ges} и КУ, так и между ДКХ Вур_{std} и КУ предшествующего года.

Корреляционный анализ, выполненный между шириной годичных колец ДКХ Вур и стоком рек за периоды используемых в работе гидрологических данных, продолжительность которых от 64 до 85 лет, свидетельствует о различной степени их согласованности (табл. 6). Наибольшее значение коэффициентов корреляции ДКХ Вур имеет с рядом годового стока р. Оронгой, наименьшее — р. Джиды. Незначимый коэффициент корреляции отмечен только между Вур_{ges} и стоком р. Джиды.

ОБСУЖДЕНИЕ

В период с 1950 по 2021 гг. на территории Селенгинского среднегорья произошли существенные климатические изменения, характеризующиеся ростом приземной температуры воздуха, линейный тренд которой составил 2.1°C ($0.30^{\circ}\text{C}/10$ лет) и был обеспечен преимущественно температурами зимних месяцев. При этом потепление не происходило равномерно. За 72 рассматриваемых года можно выделить несколько периодов с разной интенсивностью увеличения среднегодовой температуры воздуха, среди которых в первое десятилетие XXI века скорость ее роста даже имела тенденцию к снижению. Это проявлялось не только для Байкальского, но и для других регионов Сибири [17, 34, 35]. В последние 11 лет (2011–2021 гг.) наблюдался максимальный с середины прошлого века положительный линейный тренд в динамике среднегодовых температур. Изменения температуры в XXI веке характеризуются значительным увеличением частоты возникновения положительных аномалий и появлением наиболее существенных, выходящих за два среднеквадратических

Таблица 6. Коэффициенты корреляции между древесно-кольцевой хронологией Bur (Bur_std/Bur_res) и рядами годового стока рек**Table 6.** Correlation coefficients between the tree-ring chronology Bur (Bur_std/Bur_res) and annual river flow series

Гидрологические посты			
р. Селенга— рзд. Мостовой	р. Чикой— с. Поворот	р. Оронгой— Оронгойский мост	р. Джиды—с. Джиды
0.64/0.57	0.49/0.53	0.65/0.70	0.33/0.23

отклонения положительных аномалий, которые не отмечались ранее. Если самые низкие среднегодовые температуры воздуха и суммы температур свыше 10°C на территории Селенгинского среднегорья пришлись на 1957 г., то наиболее высокие значения среднегодовой температуры воздуха фиксировались в 2007 г., а суммы температур свыше 10°C — в 2000, 2002, 2007 и 2015 гг. Подобная временная закономерность прослеживается и в распределении аномалий среднесезонных температур, когда все отрицательные аномалии приходятся на XX век, а положительные — на XXI.

Для режима выпадения атмосферных осадков на территории Селенгинского среднегорья характерна показанная рядом авторов цикличность [3, 24, 33]. В их колебаниях со второй половины XX века в настоящем исследовании было выявлено два полных внутривековых цикла: с 1961 по 1981 гг. и с 1982 по 2018 гг. длительностью 21 и 37 лет соответственно. С 2019 г. на территории исследования наблюдается влажная фаза цикла. В современный период можно отметить тенденцию к удлинению фаз увлажнения, но делать выводы об этом пока еще рано.

Ввиду того, что при расчете коэффициентов засушливости и увлажнения одной из основных составляющих являются атмосферные осадки, то в многолетнем ходе этих параметров также прослеживается цикличность, свойственная в целом режиму увлажнения на территории исследования.

Рост температуры приводит к повышению испаряемости, что вызывает значительное снижение увлажненности территории в засушливые периоды. В последнюю засушливую фазу цикла 2002–2018 гг. это хорошо прослеживается по динамике индекса засушливости Д.А. Педя. С начала 2000-х годов в среднем по территории выделяется ряд лет (2000, 2002, 2007, 2010, 2015, 2017 гг.) с засушливыми условиями (слабая засуха), что не отмечалось в предыдущую аридную фазу 1974–1981 гг., когда значения S_i не выходили за пределы нормальных условий увлажнения. Усиление аридизации на территории Забайкалья также было выявлено ранее по более длительным наблюдениям с привлечением косвенных источников информации [5, 26].

В целом пространственные изменения рассматриваемых метеорологических параметров на исследуемых станциях происходят достаточно согласованно, что подтверждает результаты климатического районирования, выполненного ранее [22], когда территория исследования была выделена в Юго-Западный район Забайкалья.

В то же время в распределении гидротермических характеристик по территории Селенгинского среднегорья отмечается их пространственная неоднородность, обусловленная особенностями рельефа (ориентация горных хребтов с юго-запада на северо-восток, котловинный рельеф) [18], определяющими перенос воздушных масс. Так, для Санаги и Цакира, расположенных на западной окраине Селенгинского среднегорья, среднегодовая температура воздуха ниже на 3°C , а осадков за год

выпадает больше на 35% по сравнению с их значениями на других метеостанциях, используемых в работе.

Из принятых к исследованию рек только водосборы двух из них — Джиды и Оронгоя — находятся полностью в Селенгинском среднегорье. Большая часть водосборов рек Селенга и Чикой расположены за пределами исследуемой территории. Это обстоятельство определяет в большей степени полученную в результате корреляционного анализа (табл. 3) хорошую согласованность многолетних изменений расходов воды этих рек и отличия от режима стока р. Оронгоя и особенно р. Джиды. Кроме того, как показано в [11], долина р. Джиды, огороженная высокими хребтами, является обособленной территорией, что обуславливает формирование отличного от соседних водосборов режима увлажнения и, соответственно, речного стока. На сток р. Чикоя, по мнению Е.Ж. Гармаева с соавторами [11], существенное влияние оказывают тихоокеанские воздушные массы, проникающие в верховья ее водосбора. На асинхронность стока правобережных и левобережных притоков р. Селенги указано также в [32].

Тем не менее, как показано на рис. 4, на отдельных отрезках временного ряда изменения годового стока рек Селенги, Джиды и Оронгоя происходят синхронно. Наибольшие отличия отмечаются в маловодную фазу с середины 1990-х до второй половины 2020-х гг. Маловодье выражено на реках Селенге и Чикое и на других правобережных притоках р. Селенги, и в бассейне Верхнего Амура [9–11, 25, 32]. В то же время на левобережных притоках маловодный период выражен слабее, а на р. Джиде сток даже увеличился после 1995 г. [32].

Для многолетних изменений стока рек Забайкалья, в том числе бассейна р. Селенги, характерна цикличность [9, 23, 25, 32], обусловленная режимом атмосферных осадков. Годовой сток р. Селенги достаточно хорошо коррелирует с годовыми суммами осадков, осредненными по территории Селенгинского среднегорья (табл. 4). Однако, как и в случае с оценкой согласованности стока рек, не на всем протяжении временного ряда соблюдается синхронность их изменений (рис. 5). В режиме осадков фаза пониженной увлажненности в начале XXI века не столь однозначно выражена в отличие от режима стока.

Результаты климатического отклика древесно-кольцевой хронологии Виг свидетельствуют о влиянии гидротермического режима на ширину годичных колец сосны обыкновенной, произрастающей в лесостепной зоне Селенгинского среднегорья. Прослеживается следующая закономерность: ширина годичных колец текущего года определяется преимущественно климатическими условиями первой половины сезона вегетации, а условия второй половины сезона вегетации значимо влияют на формирование годичного кольца в следующем году. Данный вывод согласуется с результатами, полученными ранее для исследуемой территории А.В. Деминой с соавторами [13–15]. Значения коэффициентов корреляции между ДКХ и индексами засушливости и увлажнения свидетельствуют о том, что, хотя температуры и оказывают некоторое влияние на размеры радиального прироста, большее значение имеют именно осадки, выпавшие за период вегетации. Величиной суммы осадков за май–июнь текущего года объясняется около 40% изменчивости прироста.

Поскольку древесно-кольцевая хронология Виг отражает увлажненность на территории Селенгинского среднегорья, а сток рек Селенги и Чикоя — в верхних частях их водосборов, этим можно объяснить относительно слабую связь их многолетних изменений (табл. 6). Наиболее вероятной причиной еще более слабой связи колебаний стока р. Джиды с шириной годичных колец деревьев является отмечаемая обо-

собленность ее бассейна при отсутствии на нем дендрохронологических участков. Хорошую связь с ДКХ Вур, характеризующуюся коэффициентами корреляции 0.65 и 0.70 для стандартной и остаточной хронологий соответственно, имеет сток только р. Оронгой, в многолетних изменениях которого слабо выражен последний мало-водный период. Ее водосбор находится на территории, хорошо освещенной дендрохронологическими данными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные климатические условия Селенгинского среднегорья характеризуются значимым увеличением температуры приземного воздуха и частоты возникновения ее положительных аномалий. Цикличность продолжительностью около 30 лет в режиме выпадения осадков, характерная для территории, обуславливает режим ее увлажнения, а потепление приводит к тому, что в засушливые периоды возрастает риск возникновения засух. Хотя пространственный анализ происходящих изменений свидетельствует об их согласованности на рассматриваемой территории, в тоже время климатические условия на западной окраине Селенгинского среднегорья (Джидинская котловина) отличаются от центральной части. Изменение гидротермических условий находит отклик в многолетних колебаниях стока рек бассейна р. Селенги и динамике радиального прироста. Радиальный прирост может быть использован для реконструкции гидроклиматических условий исследуемой территории. Результаты исследований могут быть полезны при проведении исследований в смежных областях.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания по теме «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов Востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов XXI в.» (№ гос. регистрации 121032200126-6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев С. Г. Изменчивость режима увлажнения степной зоны Западного Забайкалья по геоэкологическим данным (пространственно-временной анализ): автореф. дис. ... канд. географ. наук. Улан-Удэ, 2001. 23 с.
2. Андреев С. Г., Ваганов Е. А., Наурызбаев М. М., Тулохонов А. К. Регистрация годичными кольцами сосны многолетних колебаний атмосферных осадков, стока реки Селенги и уровня озера Байкал // Доклады Академии наук. 1999. Т. 368. № 3. С. 400–403.
3. Андреев С. Г., Гармаев Е. Ж., Аюржанаев А. А. и др. Реконструкция водности рек и исторические хроники экстремальных природных явлений Байкальской Азии // Научное обозрение. 2016. № 5. С. 35–38.
4. Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область). Москва: Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР, 1967. 176 с.
5. 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. Серия 5: География. 2018. № 2. С. 28–33.
6. Галимова Р. Г., Переведенцев Ю. П., Яманаев Г. А. Агроклиматические ресурсы Республики Башкортостан // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2019. № 3. С. 29–39.
7. Гармаев Е. Ж., Евстигнеев В. М., Христофоров А. В., Шайбонов Б. Б. Сток рек Бурятии. Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2000. 189 с.
8. Гармаев Е. Ж., Пьянков С. В., Шихов А. Н. и др. Картографирование современных изменений климата в бассейне реки Селенга // Метеорология и гидрология. 2022. № 2. С. 62–74. <https://doi.org/10.52002/0130-2906-2022-2-62-74>

9. Гармаев Е. Ж., Христофоров А. В., Цыдытов Б. З. и др. Влияние глобального изменения климата на водный сток трансграничной реки Селенги и общие принципы использования ее водных ресурсов // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2022. № 2. С. 80–94. https://doi.org/10.35567/19994508_2022_2_7
10. Гармаев Е. Ж., Цыдытов Б. З. Уровненный режим оз. Байкал: состояние и перспективы в новых условиях регламентации // Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география. 2019. № 1. С. 37–44. <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2019-1-37-44>
11. Гармаев Е. Ж., Цыдытов Б. З., Дабеева Д. Б. и др. Уровненный режим озера Байкал: ретроспектива и современное состояние // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2017. № 2. С. 4–18.
12. Глызин А. В., Размахнина Т. Б., Корсунов В. М. Дендрохронологические исследования в контактной зоне «лес-степь» как источник информации о ее динамике // Сибирский экологический журнал. 2005. № 1. С. 79–83.
13. Демина А. В. Особенности эколого-климатического отклика радиального прироста сосны обыкновенной в двух дефицитных по увлажнению регионах Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 2022. 23 с.
14. Демина А. В., Белокопытова Л. В., Андреев С. Г. и др. Динамика радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) как индикатор гидротермического режима лесостепи Западного Забайкалья // Сибирский экологический журнал. 2017. Т. 24. № 5. С. 553–566.
15. Демина А. В., Жирнова Д. Ф., Белокопытова Л. В. и др. Детализация климатического отклика анатомических параметров древесины и фенологии ксилогенеза сосны обыкновенной в лесостепях Юга Сибири // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2022. Т. 15. № 2. С. 183–201.
16. Жуков В. М. Климат // Предбайкалье и Забайкалье. М.: Наука, 1965. С. 91–126.
17. Ипполитов И. И., Логинов С. В., Харюткина Е. В., Морару Е. И. Изменчивость климата Азиатской территории России в 1975–2012 гг. // География и природные ресурсы. 2014. № 4. С. 13–21.
18. Максютова Е. В., Кичигина Н. В., Воронай Н. Н. и др. Тенденции гидроклиматических изменений на байкальской природной территории // География и природные ресурсы. 2012. № 4. С. 72–80.
19. Нагорья Прибайкалья и Забайкалья. М.: Наука, 1974. 359 с.
20. Носкова Е. В., Обязов В. А., Вахнина И. Л. Изменения приземной температуры воздуха на Юге Сибири и их взаимосвязь с крупномасштабными циркуляционными процессами в атмосфере // Географический вестник. 2021. № 2(57). С. 75–84. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2021-2-75-84>
21. О переходе на новые климатические нормы: официальный сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. [2022]. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/press/news/28963/> (дата обращения: 09.01.2024).
22. Обязов В. А. Изменения современного климата и оценка их последствий для природных и природно-антропогенных систем Забайкалья: автореф. дис. ... доктора географ. наук. Казань, 2014. 38 с.
23. Обязов В. А. Тенденции многолетних изменений речного стока в Забайкалье в многоводные и маловодные периоды // Доклады Академии наук. 2013. Т. 450. № 6. С. 713–716. <https://doi.org/10.7868/S08869565213180205>
24. Обязов В. А. Региональный отклик приземной температуры воздуха на глобальные изменения (на примере Забайкалья) // Доклады Академии наук. 2015. Т. 461. № 4. С. 459–462.
25. Обязов 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.
26. Птицын А. Б., Решетова С. А., Бабич В. В. и др. Хронология палеоклимата и тенденции аридизации в Забайкалье за последние 1900 лет // География и природные ресурсы. 2010. № 2. С. 85–89.
27. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 16. Ангаро-Енисейский район. Вып. 3. Бассейн оз. Байкал (Забайкалье). Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 400 с.
28. Свидетельство о регистрации базы данных 2020621902 Российская Федерация. Реконструкция водного стока рек бассейна оз. Байкал по дендроклиматическим данным: № 2020621768: заявл. 09.10.2020: опубл. 16.10.2020 / Андреев С. Г., Аюржанаев А. А., Гармаев Е. Ж.

29. Свидетельство о регистрации базы данных 2020621864 Российская Федерация. Реконструкция индекса суровости засухи Палмера PDSI в бассейне оз. Байкал на основе дендрохронологических данных: № 2020621770: заявл. 09.10.2020: опубл. 16.10.2020 / Аюржанаев А.А., Андреев С. Г., Гармаев Е. Ж.
30. Свидетельство о регистрации базы данных 2022621012 Российская Федерация. Длительная древесно-кольцевая хронология по сосне обыкновенной для проведения судебно-ботанических (дендрохронологических) экспертиз и датировки архитектурных построек в южных и центральных районах Республики Бурятия: № 2022620855: заявл. 20.04.2022: опубл. 05.05.2022 / Вахнина И. Л., Мыглан В. С., Жарников З. Ю., Тайник А. В., Баринов В. В.
31. *Фадеева Н. В.* Селенгинское среднегорье (природные условия и районирование). Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во, 1963. 169 с.
32. *Фролова Н. Л., Белякова П. А., Григорьев В. Ю.* и др. Многолетние колебания стока рек в бассейне Селенги // Водные ресурсы. 2017. Т. 44. № 3. С. 243–255. <https://doi.org/10.7868/S0321059617030105>
33. *Цыдыпов Б. З., Гармаев Е. Ж., Гомбоев Б. О.* и др. Влияние изменения климата на экосистемные услуги лесных земель юга Восточной Сибири // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 82–97. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010125>.
34. *Чередыко Н. Н., Журавлев Г. Г., Кусков А. И.* Оценка современных климатических тенденций и синхронности их проявления в Алтайском регионе // Вестник Томского государственного университета. 2014. № 379. С. 200–208.
35. *Черенкова Е. А.* Региональные особенности изменения летней температуры в Западной Сибири во второй половине XX – начале XXI века // Известия Российской академии наук. Серия: Географическая. 2016. № 4. С. 52–61. <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2016-4-52-61>

Modern Climate Changes in the Selenga Mid-mountain Region and their Reflection in Rivers Runnow and Tree Ring Chronologies

I. L. Vakhnina^{a, *}, E. V. Noskova^{a, **}, V. A. Obyazov^{b, ***},
K. A. Kurganovich^{c, ****}, V. S. Myglan^{d, *****}

^a*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita, Russia*

^b*LLC NPO Gidrotekhproekt, Valdai, Russia*

^c*Transbaikal State University, Chita, Russia*

^d*Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia*

*E-mail: vahnina_il@mail.ru

**E-mail: elena-noskova-2011@mail.ru

***E-mail: obviaf@mail.ru

****E-mail: naptheodor@mail.ru

*****E-mail: v.myglan@gmail.com

Abstract – Based on data from 7 meteorological stations, the main parameters (surface air temperature, precipitation, aridity and humidification indices) characterizing climate trends for 1950–2021 were considered on the territory of the Selenga midlands (The Republic of Buryatia), and their influence on river flow and radial growth of Scots pine. A significant increase in surface air temperature is shown, occurring with a high degree of consistency at different weather stations. The average value of the linear trend for the territory for the general period was 2.1°C. The most intense increase in temperature and increase in the frequency of above-zero anomalies has been observed in the last 11 years (2011–2021). In the precipitation regime during the study period, two complete moistening cycles were identified (1961–1981 and 1982–2018) lasting 21 and 37 years. Currently, there is a humid phase, which began in 2019. An increase in temperature leads to increased aridity of the region, which is especially noticeable during the arid phases. The cyclicity characteristic of the precipitation regime is also mani-

fested in long-term changes in river flow. The river's water flows are most dependent on precipitation. Selenga. However, the synchronicity of their changes is not observed throughout the entire time series. In the precipitation regime, the phase of reduced moisture at the beginning of the 21st century is not as clearly expressed as in the runoff regime. The same differences were revealed in the flow regime of different rivers, which is due to the location of their catchment areas. The watersheds of only two rivers — Dzhida and Orongoy — are located entirely in the Selenga midlands. Most of the catchments of the Selenga and Chikoy rivers are located outside the study area. This circumstance determines to a large extent the good consistency of long-term changes in the water flows of these rivers and the differences from the river flow regime. Orongoya and especially r. Jids. The dynamics of the width of the annual rings of Scots pine trees growing in the Selenga midlands reflects changes in its hydrothermal regime during the current and previous growing seasons. The influence of atmospheric precipitation is pronounced, so the amount of precipitation for May–June explains about 40% of the increase for the residual (without autocorrelation component) tree-ring chronology.

Keywords: climate, hydrology, dendrochronology, river catchment area. Selenga, Baikal region, Southwestern Transbaikalia

REFERENCES

1. Andreyev S. G. *Izmenchivost' rezhima uvlazhneniya stepnoy zony Zapadnogo Zabaykal'ya po geokologicheskim dannym (prostranstvenno-vremennoy analiz): avtoref. dis. ... kand. geograf. nauk.* Ulan-Ude, 2001. 23 s.
2. Andreyev S. G., Vaganov Ye. A., Naurzbayev M. M., Tulokhonov A. K. Registratsiya godichnymi kol'tsami sosny mnogoletnikh kolebaniy atmosferynykh osadkov, stoka reki Selengi i urovnya ozera Baykal // *Doklady Akademii nauk.* 1999. T. 368. № 3. S. 400–403.
3. Andreyev S. G., Garmayev Ye. Zh., Ayurzhanayev A. A. i dr. Rekonstruktsiya vodnosti rek i istoricheskiye khroniki ekstremal'nykh prirodnykh yavleniy Baykal'skoy Azii // *Nauchnoye obozreniye.* 2016. № 5. S. 35–38.
4. Atlas Zabaykal'ya (Buryatskaya ASSR i Chitinskaya oblast'). Moskva: Glavnoye upravleniye geodezii i kartografii pri sovete ministrov SSSR, 1967. 176 s.
5. Vakhnina I. L., Obyazov V. A., Zamana L. V. Dinamika uvlazhneniya v stepnoy zone Yugo-Vostochnogo Zabaykal'ya s nachala XIX stoletiya po kernam sosny obyknovennoy // *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya.* 2018. № 2. S. 28–33.
6. Galimova R. G., Perevedentsev Yu. P., Yamanayev G. A. Agroklimaticheskiye resursy Respubliki Bashkortostan // *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geokologiya.* 2019. № 3. S. 29–39.
7. Garmayev Ye. Zh., Yevstigneyev V. M., Khristoforov A. V., Shaybonov B. B. *Stok rek Buryatii.* Ulan-Ude: Izd-vo Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta, 2000. 189 s.
8. Garmayev Ye. Zh., P'yankov S. V., Shikhov A. N. i dr. Kartografirovaniye sovremennykh izmeneniy klimata v bassejne reki Selenga // *Meteorologiya i gidrologiya.* 2022. № 2. S. 62–74. <https://doi.org/10.52002/0130-2906-2022-2-62-74>
9. Garmayev Ye. Zh., Khristoforov A. Mv., Tsydygov B. Z. i dr. Vliyanie global'nogo izmeneniya klimata na vodnyy stok transgranichnoy reki Selengi i obshchiye printsipy ispol'zovaniya yeye vodnykh resursov // *Vodnoye khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye.* 2022. № 2. S. 80–94. https://doi.org/10.35567/19994508_2022_2_7
10. Garmayev Ye. Zh., Tsydygov B. Z. Urovenny rezhim oz. Baykal: sostoyaniye i perspektivy v novykh usloviyakh reglamentatsii // *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya, geografiya.* 2019. № 1. S. 37–44. <https://doi.org/10.18101/2587-7143-2019-1-37-44>
11. Garmayev Ye. Zh., Tsydygov B. Z., Dabayeva D. B. i dr. Urovenny rezhim ozera Baykal: retrospektiva i sovremennoye sostoyaniye // *Vodnoye khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye.* 2017. № 2. S. 4–18.
12. Glyzin A. V., Razmakhnina T. B., Korsunov V. M. Dendrokronologicheskiye issledovaniya v kontaktnoy zone «les-step'» kak istochnik informatsii o yeye dinamike // *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal.* 2005. № 1. S. 79–83.

13. Demina A.V. Osobennosti ekologo-klimaticheskogo otklika radial'nogo prirosta sosny obyknovnoy v dvukh defitsitnykh po uvlazhneniyu regionakh Sibiri: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Voronezh, 2022. 23 s.
14. Demina A.V., Belokopytova L.V., Andreyev S.G. i dr. Dinamika radial'nogo prirosta sosny obyknovnoy (*Pinus sylvestris* L.) kak indikator gidrotermicheskogo rezhima lesostepi Zapadnogo Zabaykal'ya // *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*. 2017. T. 24. № 5. S. 553–566.
15. Demina A.V., Zhirnova D.F., Belokopytova L.V. i dr. Detalizatsiya klimaticheskogo otklika anatomicheskikh parametrov drevesiny i fenologii ksilogeneza sosny obyknovnoy v lesostepyakh Yuga Sibiri // *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Biologiya*. 2022. T. 15. № 2. S. 183–201.
16. Zhukov V.M. *Klimat // Predbaykal'ye i Zabaykal'ye*. M.: Nauka, 1965. S. 91–126.
17. Ippolitov I. I., Loginov S. V., Kharyutkina Ye. V., Moraru Ye. *Izmenchivost' klimata Aziatskoy territorii Rossii v 1975–2012 gg.* // *Geografiya i prirodnyye resursy*. 2014. № 4. S. 13–21.
18. Maksyutova Ye.V., Kichigina N.V., Voropay N.N. i dr. Tendentsii gidroklimaticheskikh izmeneniy na baykal'skoy prirodnoy territorii // *Geografiya i prirodnyye resursy*. 2012. № 4. S. 72–80.
19. Nagor'ya Pribaykal'ya i Zabaykal'ya. M.: Nauka, 1974. 359 s.
20. Noskova Ye. V., Obyazov V.A., Vakhnina I. L. *Izmeneniya prizemnoy temperatury vozdukha na Yuge Sibiri i ikh vzaimosvyaz' s krupnomasshtabnymi tsirkulyatsionnymi protsessami v atmosfere // Geograficheskiy vestnik*. 2021. № 2(57). S. 75–84. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2021-2-75-84>
21. O perekhode na novyye klimaticheskiye normy: ofitsial'nyy sayt Federal'noy sluzhby po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchey sredy. [2022]. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/press/news/28963/> (data obrashcheniya: 09.01.2024).
22. Obyazov V.A. *Izmeneniya sovremennogo klimata i otsenka ikh posledstviy dlya prirodnykh i prirodno-antropogennykh sistem Zabaykal'ya*: avtoref. dis. ... doktora geograf. Nauk. Kazan', 2014. 38 s.
23. Obyazov V.A. Tendentsii mnogoletnikh izmeneniy rechnogo stoka v Zabaykal'ye v mnogovodnyye i malovodnyye periody // *Doklady Akademii nauk*. 2013. T. 450. № 6. S. 713–716. <https://doi.org/10.7868/S08869565213180205>
24. Obyazov V.A. Regional'nyy otklik prizemnoy temperatury vozdukha na global'nyye izmeneniya (na primere Zabaykal'ya) // *Doklady Akademii nauk*. 2015. T. 461. № 4. S. 459–462.
25. Obyazov V.A., Smakhtin V.K. *Mногоletniy rezhim stoka rek Zabaykal'ya: analiz i fonovyy prognoz // Vodnoye khozyaystvo Rossii: problemy, tekhnologii, upravleniye*. 2012. № 1. S. 63–72.
26. Ptitsyn A.B., Reshetova S.A., Babich V.V. i dr. *Khronologiya paleoklimata i tendentsii aridizatsii v Zabaykal'ye za posledniye 1900 let // Geografiya i prirodnyye resursy*. 2010. № 2. S. 85–89.
27. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Tom 16. Angaro-Yeniseyskiy rayon*. Vyp. 3. Basseyn oz. Baykal (Zabaykal'ye). L.: Gidrometeoizdat, 1973. 400 s.
28. Svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh 2020621902 Rossiyskaya Federatsiya. Rekonstruktsiya vodnogo stoka rek basseyna oz. Baykal po dendroklimaticheskim dannym: № 2020621768: zayavl. 09.10.2020: opubl. 16.10.2020 / Andreyev S. G., Ayurzhanayev A. A., Garmayev Ye. Zh.
29. Svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh 2020621864 Rossiyskaya Federatsiya. Rekonstruktsiya indeksa surovosti zasukhi Palmera PDSI v basseyne oz. Baykal na osnove dendrokronologicheskikh dannykh: № 2020621770: zayavl. 09.10.2020: opubl. 16.10.2020 / Ayurzhanayev A. A., Andreyev S. G., Garmayev Ye. Zh.
30. Svidetel'stvo o registratsii bazy dannykh 2022621012 Rossiyskaya Federatsiya. Dlitel'naya drevesno-kol'tsevaya khronologiya po sosne obyknovnoy dlya provedeniya sudebno-botanicheskikh (dendrokronologicheskikh) ekspertiz i datirovki arkhitekturnykh postroyek v yuzhnykh i tsentral'nykh rayonakh Respubliki Buryatiya: № 2022620855: zayavl. 20.04.2022: opubl. 05.05.2022 / Vakhnina I. L., Myglan V. S., Zharnikov Z. Yu., Taynik A. V., Barinov V. V.
31. Fadeyeva N.V. *Selenginskoye srednegor'ye (prirodnyye usloviya i rayonirovaniye)*. Ulan-Ude: Buryatskoye knizhnoye izd-vo, 1963. 169 s.
32. Frolova N.L., Belyakova P.A., Grigor'yev V.Yu. i dr. *Mногоletniye kolebaniya stoka rek v basseyne Selengi // Vodnyye resursy*. 2017. T. 44. № 3. S. 243–255. <https://doi.org/10.7868/S0321059617030105>
33. Tsydyпов B. Z., Garmayev Ye. Zh., Gomboyev B. O. i dr. *Vliyaniye izmeneniya klimata na ekosistemnyye uslugi lesnykh zemel' yuga Vostochnoy Sibiri // Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2022. T. 86. № 1. S. 82–97. <https://doi.org/10.31857/S2587556622010125>

34. Chered'ko N.N., Zhuravlev G.G., Kuskov A.I. Otsenka sovremennykh klimaticheskikh tendentsiy i sinkhronnosti ikh proyavleniya v Altayskom regione // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. № 379. S. 200–208.

35. Cherenkova Ye.A. Regional'nyye osobennosti izmeneniya letney temperatury v Zapadnoy Sibiri vo vtoroy polovine XX – nachale XXI veka // Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya: Geograficheskaya. 2016. № 4. S. 52–61. <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2016-4-52-61>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Вахнина Ирина Леонидовна, кандидат биологических наук, с.н.с. лаборатории географии и регионального природопользования Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук. vahnina_il@mail.ru

Vahnina Irina Leonidovna, PhD in Biology, Senior Researcher of the Laboratory of Geography and Regional Nature Management of the Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. vahnina_il@mail.ru

Носкова Елена Викторовна, кандидат географических наук, н.с. лаборатории географии и регионального природопользования ФГБУН «Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН». elena-noskova-2011@mail.ru

Noskova Elena Viktorovna, PhD in Geographical Sciences, Researcher of the Laboratory of Geography and Regional Nature Management of the Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. elena-noskova-2011@mail.ru

Обязов Виктор Афанасьевич, доктор географических наук, технический директор ООО НПО Гидротехпроект, obviaf@mail.ru

Obyazov Viktor Afanasyevich, Doctor of Geographic Sciences, Technical Director NPO Gidrotekhproekt LLC, obviaf@mail.ru

Курганович Константин Анатольевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой водного хозяйства, экологической и промышленной безопасности Забайкальского государственного университета. naptheodor@mail.ru

Kurganovich Konstantin Anatolyevich, PhD in Technical Sciences, Head of the Department of Water Management, Environmental and Industrial Safety of the Transbaikal State University. naptheodor@mail.ru

Мыглан Владимир Станиславович, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник Сибирского федерального университета. v.myglan@gmail.com

Myglan Vladimir Stanislavovich, Doctor of historical sciences, leading Researcher of the Siberian Federal University. v.myglan@gmail.com

УДК 911.3:314 (571.53/.55)

ДИНАМИКА И МИГРАЦИОННАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ НАСЕЛЕНИЯ ТРАНССИБИРСКОГО КОРИДОРА В БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ

© 2024 г. Н. В. Воробьев*, А. Н. Воробьев**

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия,

**nikv54@gmail.com;*

***tore12@yandex.ru*

Поступила в редакцию 01.02.2024 г.

После доработки 15.08.2024 г.

Принята к публикации 20.08.2024 г.

Целью настоящего исследования является выявление пространственной динамики населения территорий юга Байкальской Сибири (Иркутской области, Республика Бурятия и Забайкальского края). Исследование велось с использованием статистического, картографического и сравнительно-географического методов; за единицы статистического наблюдения взяты: городские округа и муниципальные районы. Основные результаты заключаются в выявлении главных урбанизированных ареалов и транспортных коридоров в местах максимальной концентрации населения. Так, демографический потенциал иркутской части Транссибирского транспортного коридора составляет более половины населения региона. Оценено влияние уровня развития и размещения производительных сил на демографическую ситуацию и трансформацию систем расселения. Географические аспекты пространственного развития выражаются в усилении двух частично перекрывающихся градиентов концентрации населения и производства: магистрально-периферийного и центрально-периферийного. В настоящее время агломерационные эффекты преобладают над магистральными, однако все агломерации функционируют на магистралях. Современные рыночные условия через рост экономических контрастов, усиление роли важнейших магистралей и агломераций при деградации местной инфраструктуры воздействуют на демографическую ситуацию.

Ключевые слова: динамика населения, миграция, градиенты концентрации населения, центр–периферия, магистраль–периферия, города, районы, Транссибирская магистраль

DOI: 10.31857/S0869607124020021, EDN: MPGHWN

ВВЕДЕНИЕ

Несомненна актуальность проблем населения восточных регионов России в условиях усиления восточного вектора развития страны и связей со странами Азиатско-Тихоокеанского региона. Демографическое воспроизводство и миграционное движение населения совсем не соответствуют установкам российского государства.

В географической литературе указывалось «Миграционное пространство в Западной и Восточной Сибири очень контрастно. ...Только столицы регионов были и остаются привлекательными для населения, для остальных городов характерен перманентный отток населения. В результате восточносибирские и дальневосточные города в большинстве своем потеряли население, особенно сильно — стотысяч-

ные и малые города... объективные миграционные процессы в городах указывают на усиливающееся сжатие освоенного пространства России» [11, с.133].

В Институте географии им. В. Б. Сочавы СО РАН неоднократно публиковались материалы комплексных географических исследований как природного, ресурсного, экономического, демографического и экологического состояния всей Сибири [5, 13], Байкальского региона [12, 9], характеристик территории, прилегающей к Транссибу, с учетом перспектив экономического коридора в целом [8]. Особо исследовались вопросы взаимосвязей с сопредельными странами Азии, которые осуществляются через транспортный коридор Россия–Монголия–Китай [7]. Ответвление от Транссиба, соединяющее юг Бурятии и север Монголии рассмотрено как Байкало-Монгольский транспортный коридор [4, 14].

Байкальская Сибирь — это природно-, историко-, культурно- и экономико-географическое понятие, объединяемое бассейном оз. Байкал и реки Ангары. Для простой ясности и удобства анализа взята территория, охватывающая административные границы Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края, которая также называется Байкальским регионом. В настоящем исследовании авторы ограничиваются территорией Транссибирского транспортного коридора являющегося стержнем юга Байкальской Сибири.

В трех регионах Байкальской Сибири сосредоточено 2.2% валового регионального продукта страны, 4% инвестиций в основной капитал, 5.8% отправки грузов по железной дороге, на территории проживают 3% (4,3 млн чел.) населения Российской Федерации. Регионы Байкальской Сибири значительно разнятся по площади территории, демографическому и промышленному потенциалу.

Как следует из обзора литературных источников, проблематика взаимодействия расселения, динамики и миграции населения для Байкальской Сибири выявлена в целом, однако остается исследовательская ниша на нескольких территориальных уровнях: район — городской округ; городские агломерации — периферия региона; примагистральные — внемагистральные пространства.

Прилегающие к Транссибу территории находятся в восточной истончающейся части Главной полосы расселения и имеют самые благоприятные в Байкальской Сибири природные условия: более или менее комфортные климатические условия, относительно ровный рельеф, южно-таежные, лесостепные и степные ландшафты, т. е. местности, пригодные для расселения людей и сельскохозяйственной деятельности. Территории вдоль Транссиба относительно освоены и заселены, имеются большие запасы минерально-сырьевых, лесных и водных ресурсов, ведется разнообразная хозяйственная деятельность в многочисленных городских и сельских населенных местах. Для разнообразной экономической деятельности важное значение имеет транзитное транспортно-географическое положение на главной широтной магистрали России. Автомобильный путь, параллельный Транссибу, пролегает по Федеральным автомобильным дорогам Р255 «Сибирь» (725 км от западной границы Иркутской области до Иркутска), Р258 «Байкал» (1113 км от Иркутска до Читы) и Р297 «Амур» (770 км от Читы до восточной границы Забайкальского края). Расстояние между основными городами составляет: от Иркутска до Улан-Удэ — 456 км и от Улан-Удэ до Читы — 557 км.

Рассмотрение вопросов географии населения и населенных пунктов крупного региона или его значительной части затрагивает широкий круг вопросов. При исследовании расселения и миграции населения транспортного коридора основное внимание привлекают вопросы линейно-узловой конфигурации расселения, проти-

вопоставление примагистрального и немагистрального расселения, концентрации населения в региональных центрах и формируемых ими агломерациях.

Научная проблема, в рамках понятий и терминов социально-экономической географии, заключается в поиске взаимосвязи между расселением, динамикой и миграцией населения на субрегиональном уровне (в муниципальных районах и городских округах). Линейно-узловой характер каркаса региональной системы Байкальской Сибири выражается в том, что при значительной рассредоточенности населения и производства по множеству пунктов на обширных площадях реальными узлами концентрации и роста населения являются региональные центры и их пригородные районы, находящиеся на основных транспортных магистралях.

Цель настоящего исследования заключается во взаимосвязанном изучении расселения, динамики и миграционной концентрации населения в городах и районах Транссибирского транспортного коридора в пределах Байкальской Сибири. Для реализации исследовательской цели предлагается решить следующие задачи:

- оценить особенности современного расселения, размещения населения и демографической ситуации Байкальской Сибири вдоль транспортного коридора;
- определить тенденции миграционной концентрации населения;
- выявить основные взаимосвязи миграционной концентрации населения с особенностями размещения и динамики населения и производства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Экономическая жизнь Байкальской Сибири функционирует в основном в полосе вдоль Транссибирской железной дороги, где-то расширяясь до 100 км в обе стороны от него, где-то сужаясь почти до 10 км. Для исключения субъективности за полигон исследования, именуемый Транссибирским транспортным коридором, принята территория в границах цепочки муниципальных районов и городских округов вдоль Транссиба. Территория имеет субширотное направление протяженностью свыше 2 тыс. км. Площадь территории составляет 369 тыс. км².

Информационную базу исследования составили статистические материалы Федеральной службы государственной статистики, официальные данные органов местного самоуправления. За первичные единицы наблюдения приняты городские округа и муниципальные районы Иркутской области, Республики Бурятия и Забайкальского края (см. табл. 1). Уровень населенных пунктов, особенно сельского типа, специально не рассматривался.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общая картина демографических изменений в Байкальской Сибири выглядит как медленное снижение численности населения (табл. 2). В целом тенденции региональных демографических изменений схожи с аналогичными в Иркутской области, при стабилизации ситуации в Республике Бурятия и ускоренном обезлюдении Забайкальского края. Если взять продолжительный 12-летний период, когда были разнонаправленные тенденции естественного движения, то естественный прирост населения практически отсутствует. Основным источником отрицательной динамики населения региона была миграция, давшая миграционный отток, прогрессирующий с запада на восток: -2.5% в год в Иркутской области, -3.1% в Республике Бурятия, -10.0% в Забайкальском крае.

Таблица 1. Число муниципальных образований и населенных пунктов Байкальской Сибири на 01.01.2023* г.**Table 1.** Number of municipalities and settlements in Baikal Siberia as of January 1, 2023

Муниципальные образования и населенные пункты	Число муниципальных образований и населенных пунктов**			
	Иркутская область	Республика Бурятия	Забайкальский край	Всего
Городские округа	8/10	1/2	2/3	11/15
Муниципальные округа	0/0	0/0	1/6	1/6
Муниципальные районы	12/32	8/21	14/25	34/78
Города	15/22	4/6	9/10	28/38
Поселки городского типа	19/44	5/12	29/37	53/93

* Численность населения Российской Федерации на 1 января 2023 года: (Стат. сб.) / Федеральная служба государственной статистики. М., 2023.

** Число муниципальных образований: транспортный коридор/регион.

Таблица 2. Демографические изменения на примаягистральных и внамагистральных территориях в регионах в 2010–2023 гг.**Table 2.** Demographic changes in the mainline and mainline areas in the regions in 2010–2023

Регионы, территории	Численность населения, тыс. чел.		Динамика численности населения 2023/2010 в %	Коэффициент прироста (+) и убыли (–) в год, промилле		
	2010	2023		Общий	Естественный	Миграционный
Иркутская область., всего	2428.8	2344.4	96.5	–2.9	–0.4	–2.5
Примаягистральные	1639.8	1662.6	101.4	1.2	0.1	1.1
Внамагистральные	789.0	681.8	86.4	–12.1	–1.5	–10.6
Республика Бурятия, всего	972.0	974.6	100.3	0.2	3.3	–3.1
Примаягистральные	711.3	750.1	105.5	4.4	3.5	0.9
Внамагистральные	260.7	224.5	86.1	–12.4	2.6	–15.0
Забайкальский край, всего	1107.1	992.4	89.6	–9.1	0.9	–10.0
Примаягистральные	879.4	812.4	92.4	–6.6	0.9	–7.5
Внамагистральные	227.7	180.0	79.1	–19.5	0.9	–20.4
Байкальская Сибирь, всего	4507.9	4311.4	95.6	–3.7	0.7	–4.4
Примаягистральные	3230.5	3225.1	99.8	–0.1	1.1	–1.2
Внамагистральные	1277.4	1086.3	85.0	–13.5	–0.3	–13.2

Влияние Транссибирского транспортного коридора проявляется весьма отчетливо — примагистральные территории в целом теряли население только в Забайкальском крае (–6.6‰ в год), а Иркутская область и Бурятия имели прирост населения 1.2 и 4.4‰ в год соответственно. В Бурятии прирост населения вдоль Транссиба был обеспечен на 4/5 естественным приростом населения. В Забайкальском крае миграционный отток на примагистральных территориях был 7.5‰ в год, а на внемагистральной периферии –20.4‰ в год.

Определяющее влияние на развитие сибирских регионов оказывают города-ядра транссибирского урбанизированного пространства — центры субъектов Федерации (Иркутск, Улан-Удэ, Чита), в которых сконцентрировано 3/5 населения транспортного коридора. Социально-экономический потенциал главных городов юго-восточной Сибири испытывает влияние мощного транспортно-географического фактора развития. Происходит усиленная поляризация развития центр — периферия в экономическом и социальном аспектах. Фактически вся периферия является миграционным донором для столичных городов, где происходит концентрация населения и большинства высокооплачиваемых видов деятельности.

Большинство территорий Байкальской Сибири являются миграционными донорами (рис. 1). Миграция населения идет в региональные центры и их пригородные зоны. Процессы сибирской урбанизации развивались вслед за индустриализацией, и регионы характеризовались ускоренной урбанизацией в 1930–1960-е гг., пока имелись демографические резервы сельской местности. Современные сибирские города растут медленно как из-за исчерпания демографической составляющей урбанизации, так и из-за низкой инвестиционной привлекательности городов. В постсоветский

Таблица 3. Сравнение демографических изменений на агломерационных, магистральных и периферийных территориях в 2010–2023 гг.

Table 3. Comparison of demographic changes in agglomeration, mainline and peripheral territories in 2010–2023

Территории	Численность населения, тыс. чел.		Динамика численности населения 2023/2010, в %	Коэффициент прироста (+) и убыли (–) в год, промилле		
	2010	2023		Общий	Естественный	Миграционный
Байкальская Сибирь	4507.9	4311.4	95.6	–3.7	0.7	–4.4
Территории:						
Агломерационные	1520.6	1711.8	112.6	9.9	3.0	6.8
Примагистральные	3230.5	3225.1	99.8	–0.1	1.1	–1.2
Примагистральные без агломераций	1709.9	1513.3	88.5	–10.2	–0.9	–9.3
Внеагломерационные	2987.3	2599.6	87.0	–11.6	–0.7	–10.9
Внемагистральные	1277.4	1086.3	85.0	–13.5	–0.3	–13.2

период (1992–2023 гг.) прирост населения составил 7, 8 и 23% в городах Иркутск, Чита и Улан-Удэ соответственно. Демографические процессы во втором десятилетии XXI в. характеризуются низким уровнем естественного прироста и более значимыми миграционными изменениями на различных агломерационных, магистральных и периферийных территориях (табл. 3).

Миграционное движение населения приводит к прямо противоположным результатам в городских агломерациях и внеагломерационных пространствах (рис. 2). Особенно крупный прирост населения имеется в пригородах Иркутска и Улан-Удэ. За период после Всероссийской переписи населения 2010 г. до 2023 г. население Иркутского района возросло с 84.3 до 165.5 тыс. чел. Иркутский пригородный район является рекордсменом по миграционному приросту населения, составившему в среднем 49.0 ‰ в год. Немногим ему уступали пригородные территории Улан-Удэ — Иволгинский (37.6) и Тарбагатайский (36.3) районы.

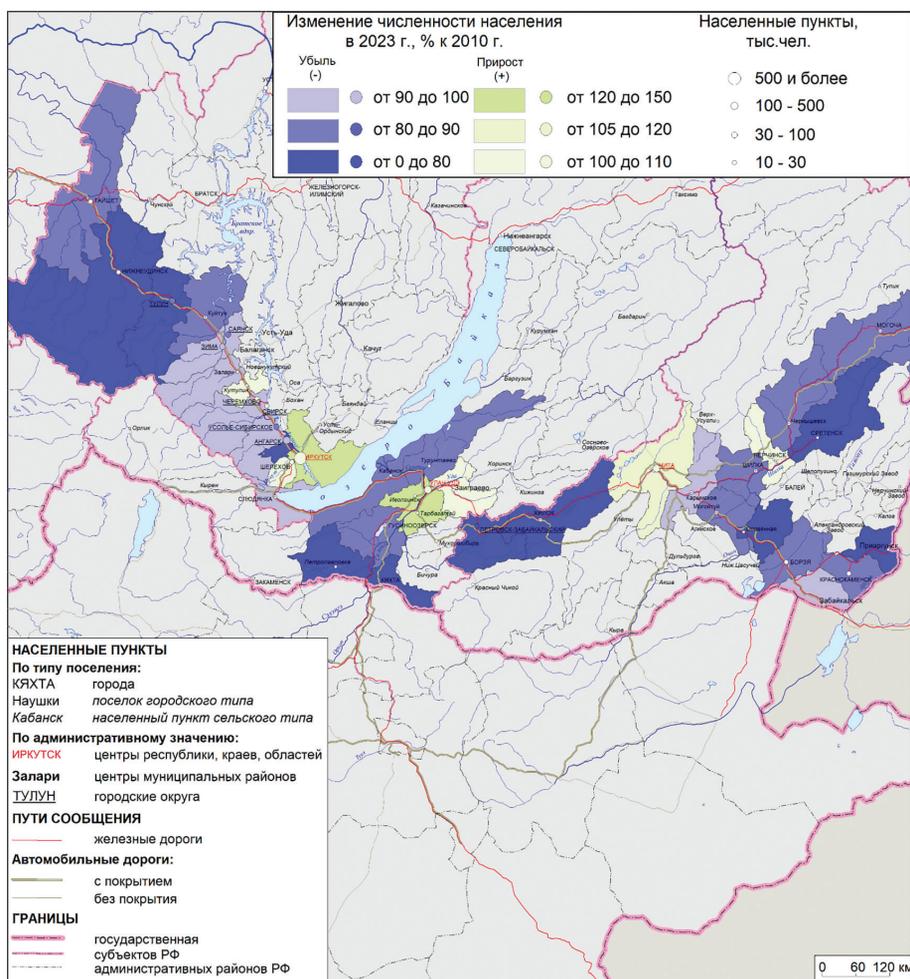


Рис. 1. Динамика численности населения в 2010–2023 гг.

Fig. 1. Population dynamics in 2010–2023.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основные результаты исследования показывают распределение населения Байкальской Сибири по разным типам территорий: примагистральным (3/4 всего населения) и внемагистральным (1/4 всего населения) муниципальным районам и городским округам. Другим типом деления территорий является выделение агломерационных (2/5 всего населения) и внеагломерационных (3/5 всего населения) пространств. Внеагломерационные территории, в свою очередь, делятся на примагистральные (3/5 населения вне агломераций) и внемагистральные (2/5 населения вне агломераций). Растут только агломерационные территории: за счет естественного прироста в среднем на 3.0‰ в год и за счет миграции на 6.8‰ в год.

В современных условиях замечены особенности перехода к новой стадии урбанизации. «Наиболее привлекательны для внутрирегиональных мигрантов не столько столицы регионов, сколько их пригороды. ...миграция ведет к концентрации

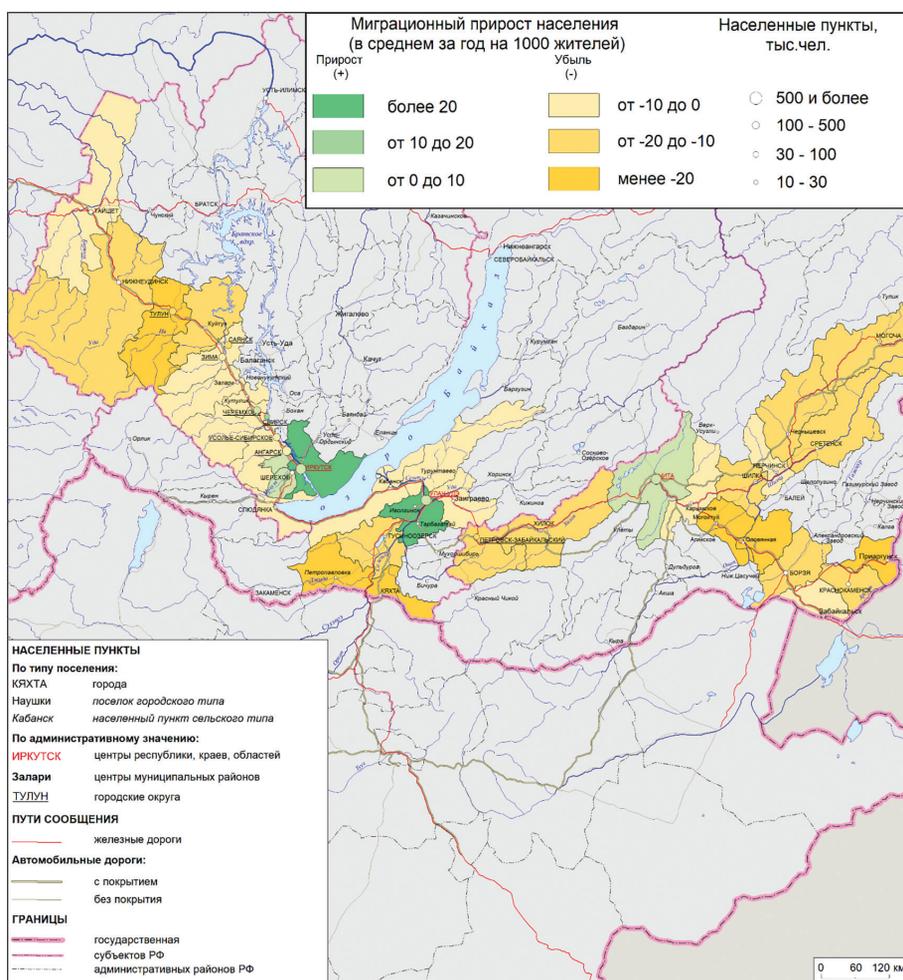


Рис. 2. Среднегодовой миграционный прирост населения в 2010–2023 гг., в ‰.

Fig. 2. Average annual migration population growth in 2010–2023, in ‰.

населения в пределах не только ядра агломерации, но и агломерационной зоны» [10, с. 34]. Исследователи особо отмечают механизм и направление формирования улан-удэнской городской агломерации. «Случай Улан-Удэ демонстрирует, возможно, один из типичных вариантов формирования пригородной зоны... удэнскую пригородную зону... формировало именно село, выходы из сельской Бурятии» [1, с. 58]. «При этом для переселенцев гораздо более привлекательны пригородные зоны, чем сама столица. В этой связи отток населения из остальной территории республики ведет к его концентрации в пределах не только ядра агломерации, но и в целом — агломерационной зоны» [2, с. 162]. Однако замечено, что «в таком высоко урбанизированном регионе как Иркутская область, в условиях исчерпанного миграционного потенциала села основу формирования субурбии составляют именно горожане, осваивающие пригород» [6, с. 40].

Недостатком исследования является использование демографических данных в разрезе муниципальных районов с их большой территорией, в том числе малосвязанной с Транссибирской магистралью. Однако этот недостаток при повторении исследований и интерпретации результатов превращается в достоинство, так как позволяет добиться сопоставимости результатов как на данной территории, так и в других подобных условиях.

Возможно развитие исследования, в частности, при использовании в качестве первичных ячеек наблюдения городских и сельских поселений. Другой возможностью является построение дазиметрических карт населения, когда по ареалам плотности и доступности выделяются зоны реального влияния магистралей и агломераций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В развитие идеи об определяющем влиянии опорного каркаса расселения и производства на демографическое и экономическое развитие регионов произведено исследование взаимосвязей между расселением и динамикой населения городов и районов Транссибирского транспортного коридора юга Байкальской Сибири.

В настоящем исследовании произведено наложение влияния центрально-периферийных отношений и магистрально-периферийных отношений на динамику населения и миграционную концентрацию населения. Агломерационные территории имели рост населения 112.6%, а примагистральные без агломераций — 88.5% за 2010–2023 гг. Фактически центрально-периферийные тенденции динамики населения доминируют над магистрально-периферийными.

Рассмотрение городов как узлов опорного каркаса территории региона показывает очень высокую взаимосвязь между населенностью и последующей динамикой населения, что затушевывается при распространении анализа на весь полигон исследования. Ввиду высокой инерционности пространственного развития можно ожидать, что современные тенденции будут действовать в обозримой перспективе.

Во всех рассмотренных регионах отмечается доминирование столичных городов по демографическому и промышленному потенциалу — именно эти административные центры являются региональными точками роста. Лидерами и узлами опорного каркаса территории являются города — административные, культурно-образовательные и торгово-логистические центры своих регионов с развитой промышленностью, имеющей важное общероссийское, региональное или экспортное значение.

Исследование выполнено в Институте географии им. В. Б. Сочавы СО РАН за счет средств государственного задания (№ госрегистрации *тем.*: АААА-А21-121012190019-9 и АААА-А21-121012190063-2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бреславский А. С.* Внутренняя миграция и формирование пригородных сообществ Улан-Удэ // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Политология. Религиоведение». 2012. № 2 (9), ч. 2. С. 52–59.
2. *Бюраева Ю. Г.* Внутрорегиональная миграция в Республике Бурятия: объемы, направления, последствия // ЭКО. 2023. № 4. С. 149–165.
<https://doi.org/10.30680/ЕСО0131-7652-2023-4-149-165>
3. *Воробьев Н. В.* Миграционные тенденции и проблемы регионов Сибири // География и природные ресурсы. 2020. № 5. С. 178–184.
[https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5\(178-184\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(178-184))
4. *Воробьев Н. В., Воробьев А. Н., Инполитова Н. А.* Байкало-Монгольский транспортный коридор: взаимосвязь производства и населения // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2021. № 3. С. 42–50.
<https://doi.org/10.18522/1026-2237-2021-3-42-50>
5. География Сибири в начале XXI в.: в 6 т. Т. 3: Хозяйство и население / отв. ред. Н. М. Сысоева, С. В. Рященко. Новосибирск: Гео, 2014. 251 с.
6. *Григоричев К. В.* Субрегиональные миграции и формирование пригородов сибирского города // Мир Большого Алтая – World of Great Altay. 3(1) 2017. С. 31–42.
7. *Жамьянова Ю. Б., Осодоев П. В.* Демографический потенциал российско-монгольско-го приграничья в рамках экономического коридора Китай – Монголия – Россия // Успехи современного естествознания. 2019. № 11. С. 70–75. <https://doi.org/10.17513/use.37242>
8. Зона Транссиба как евразийский экономический коридор / отв. ред. Л. М. Корытный. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2016. 251 с.
9. *Инполитова Н. А., Роговская Н. В., Григорьева М. А.* Хозяйственная специализация Байкальского региона: современное состояние и основные тенденции развития // География и природные ресурсы. 2020. № 5. С. 166–171.
[https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5\(166-171\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(166-171))
10. *Карачурина Л. Б., Мкртчян Н. В.* Внутрорегиональная миграция населения в России: пригороды выигрывают у столиц // Известия РАН. Серия географическая, 2021. Том 85. № 1. С. 24–38. <https://doi.org/10.31857/S2587556621010076>
11. *Нефедова Т. Г.* Миграционная аттрактивность городов как индикатор трансформации постсоветского городского пространства России // Наука. Инновации. Технологии. 2014. № 2. С. 106–135.
12. Экологический атлас бассейна озера Байкал / под ред. В. М. Плюснина, А. Р. Батуева, Л. М. Корытного. Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2015. 145 с.
13. *Vorobyev N. V., Batomunkuev V. S., Valeeva O. V., Vorobyev A. N., Gladkevich G. I., Dagbaeva D. N., Mikheeva A. S., Osodoev P. O., Permyakova E. S., Sanzheev E. D., Sycheva I. N.* Socio-Economic and Demographic Transformations of Post-soviet Siberia // Humans in the Siberian Landscapes. Ethnocultural Dynamics and Interaction with Nature and Space / Editors Vladimir N. Bocharnikov, Alina N. Steblyanskaya. Publisher Springer Nature. Cham, 2022. pp. 283–306.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-90061-8_13
14. *Vorobyev N. V., Vorobyev A. N., Enkh-Amgalan S.* Demographic Dynamics of Cities in the Baikal-Mongolian Transport Corridor // Environmental transformation and sustainable development in Asian region. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 629. P. 012056.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/629/1/012056>

Dynamics and Migration Concentration of the Population of the Trans-Siberian Corridor in Baikal Siberia

N. V. Vorobyev*, A. N. Vorobyev**

Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

**nikvlv54@gmail.com*

***tore12@yandex.ru*

Abstract — The purpose of this study is to identify the spatial dynamics of the population of the territories of the south of Baikal Siberia (Irkutsk region, Republic of Buryatia and Trans-Baikal Territory). The study was conducted using statistical, cartographic and comparative geographical methods; The units of statistical observation are urban districts and municipal areas. The main results are the identification of the main urbanized areas and transport corridors in places of maximum population concentration. Thus, the demographic potential of the Irkutsk part of the Trans-Siberian transport corridor accounts for more than half of the region's population. The influence of the level of development and location of productive forces on the demographic situation and the transformation of settlement systems is assessed. Geographical aspects of spatial development are expressed in the strengthening of two partially overlapping gradients of population and production concentration: mainline-peripheral and central-peripheral. Currently, agglomeration effects prevail over highways, but all agglomerations operate on highways. Modern market conditions, through increased economic contrasts, the strengthening of the role of the most important highways and agglomerations, and the degradation of local infrastructure, affect the demographic situation.

Keywords: population dynamics, migration, population concentration gradients, center-periphery, mainline-periphery, cities, regions, Trans-Siberian Railway

REFERENCES

1. Breslavskij A. S. Vnutrennyaya migraciya i formirovanie prigorodnykh soobshchestv Ulan-Udeh // *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya "Politologiya. Religiovedenie"* 2012. № 2 (9), ch. 2. S. 52–59
2. Byuraeva YU. G. Vnutriregional'naya migraciya v Respublike Buryatiya: ob'emy, napravleniya, posledstviya // *EHKO*. 2023. № 4. S. 149–165.
<https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2023-4-149-165>
3. Vorob'ev N. V. Migracionnye tendencii i problemy regionov Sibiri // *Geografiya i prirodnye resursy*. 2020. № 5. S. 178–184. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5\(178-184\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(178-184))
4. Vorob'ev N. V., Vorob'ev A. N., Ippolitova N. A. Bajkalo-Mongol'skij transportnyj koridor: vzaimosvyaz' proizvodstva i naseleniya // *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennye nauki*. 2021. № 3. S. 42–50. <https://doi.org/10.18522/1026-2237-2021-3-42-50>
5. *Geografiya Sibiri v nachale XXI v.: v 6 t. T. 3: Khozyajstvo i naselenie / otv. red. N. M. Syssoeva, S. V. Ryashchenko*. Novosibirsk: Geo, 2014. 251 s.
6. Grigorichev K. V. Subregional'nye migracii i formirovanie prigorodov sibirskogo goroda // *Mir Bol'shogo Altaya – World of Great Altay*. 3(1) 2017. S. 31–42.
7. Zham'yanova YU. B., Osodoev P. V. Demograficheskij potencial rossijsko-mongol'skogo prigranich'ya v ramkakh ehkonomicheskogo koridora Kitaj – Mongoliya – Rossiya // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2019. № 11. S. 70–75.
<https://doi.org/10.17513/use.37242>

8. Zona Transsiba kak evrazijskij ehkonomicheskij koridor / otv. red. L.M. Korytnyj. Irkutsk: Izd-vo In-ta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2016. 251 s.
9. Ippolitova N.A., Rogovskaya N.V., Grigor'eva M.A. Khozyajstvennaya specializaciya Bajkal'skogo regiona: sovremennoe sostoyanie i osnovnye tendencii razvitiya // Geografiya i prirodnye resursy. 2020. № 5. S. 166–171. [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5\(166–171\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2020-5(166–171))
10. Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V. Vnutriregional'naya migraciya naseleniya v Rossii: prigorody vyigryvayut u stolic // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya, 2021. Tom 85. № 1. S. 24–38.
11. Nefedova T.G. Migracionnaya attraktivnost' gorodov kak indikator transformacii post-sovetskogo gorodskogo prostranstva Rossii // Nauka. Innovacii. Tekhnologii. № 2. 2014. S. 106–135.
12. Ehkologicheskij atlas bassejna ozera Bajkal / pod red. V.M. Plyusnina, A.R. Batueva, L.M. Korytnogo. Irkutsk: Izd-vo In-ta geografii im. V.B. Sochavy SO RAN, 2015. 145 s.
13. Vorobyev N.V., Batomunkuev V.S., Valeeva O.V., Vorobyev A.N., Gladkevich G.I., Dagbaeva D.N., Mikheeva A.S., Osodoev P.O., Permyakova E.S., Sanzheev, E.D., Sycheva, I.N. Socio-Economic and Demographic Transformations of Post-soviet Siberia // Humans in the Siberian Landscapes. Ethnocultural Dynamics and Interaction with Nature and Space / Editors Vladimir N. Bocharnikov, Alina N. Steblyanskaya. Publisher Springer Nature. Cham, 2022. pp. 283–306. https://doi.org/10.1007/978-3-030-90061-8_13
14. Vorobyev N.V., Vorobyev A.N., Enkh-Amgalan S. Demographic Dynamics of Cities in the Baikal-Mongolian Transport Corridor // Environmental transformation and sustainable development in Asian region. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 629. R. 012056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/629/1/012056>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Воробьев Николай Владимирович, кандидат географических наук, с.н.с. лаборатории экономической и социальной географии Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН. nikv54@gmail.com

Vorobyev Nikolay Vladimirovich, PhD in Geographical Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Economic and Social Geography of the V.B. Sochava Institute of Geography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences nikv54@gmail.com

Воробьев Александр Николаевич, кандидат географических наук, с.н.с. лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН. tore12@yandex.ru

Vorobyev Aleksander Nikolayevich, PhD in Geographical Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Cartography, Geoinformatics and Remote Sensing Methods of the V.B. Sochava Institute of Geography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences tore12@yandex.ru

УДК 911.3:33

ДИНАМИКА ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ И ИХ СОПРЯЖЕНИЕ

© 2024 г. Д. Ц.-Д. Жамьянов*, В. С. Батомункуев**, Б. О. Гомбоев***,
А. В. Алексеев****, З. Е. Банзаракцаев*****, Б. С. Норбоева*****,
Т. Ш. Рыгзынов*****, А. Б. Цыбикова*****

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

**E-mail: daba@binm.ru, **E-mail: bvalentins@binm.ru*

****E-mail: bgom@binm.ru, ****E-mail: alekseev_uu@binm.ru*

******E-mail: zbanzar@binm.ru, *****E-mail: norbell@binm.ru*

******E-mail: tumun@binm.ru, *****E-mail: ryushaz@yandex.ru*

Поступила в редакцию 01.02.2024 г.

После доработки 05.08.2024 г.

Принята к публикации 20.08.2024 г.

В статье рассмотрена динамика показателей ряда природных факторов с 1970 по 2022 гг. по субъектам Байкальского региона: температура воздуха, годовая сумма осадков, водные ресурсы, а также лесная площадь, пройденной пожарами. Проведен корреляционный анализ между представленными компонентами на рассматриваемой территории, который выявил силы зависимости от средней отрицательной до высоко положительной. Результаты проведенной работы могут явиться одним из оснований природно-хозяйственного регулирования на рассматриваемой территории, прогнозных оценок динамики природных процессов для их учета в комплексе природных и социально-экономических процессов, а также в планировании и прогнозировании социально-экономической деятельности на территории субъектов Байкальского региона.

Ключевые слова: Байкальский регион, природные процессы, температура воздуха, осадки, водный сток, пожары, сопряжение краткосрочных природных циклов

DOI: 10.31857/S0869607124020036, **EDN:** MPCVMB

ВВЕДЕНИЕ

Природные факторы оказывают существенное влияние на социально-экономическую деятельность общества, при этом важное значение имеют те из них, которые имеют ярко выраженную суточную, сезонную и годовую динамику: температура воздуха в приземном слое, осадки, речной сток. Эти факторы формируют условия для возникновения негативных природных процессов, таких, например, как лесные пожары.

Особый статус Байкальского региона, определяемый федеральным законодательством [14], выдвигает повышенные требования к сохранению природной среды и среды обитания человека, которые необходимо учитывать при природно-хозяйственном регулировании. Это положение и актуализирует необходимость выявления и анализа динамики тех природных факторов, которые в значительной мере влияют на социально-экономическую деятельность общества.

Байкальский регион расположен на юге Восточной Сибири и включает в себя три субъекта Российской Федерации: Иркутскую область (Сибирский ФО), Республику Бурятия и Забайкальский край (Дальневосточный ФО). На природные условия региона оказывают существенное влияние его положение во внутренних частях Азии и удаленность от морей и океанов. Особенно сильно влияет на формирование природных условий горный рельеф. Определение краткосрочных природных циклов на рассматриваемой территории и дальнейшее их сопряжение выявляет закономерности их проявления и корреляцию между ними, необходимые для их учета в комплексе природных и социально-экономических циклов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исходной информацией для определения цикличности указанных природных процессов на территории субъектов Байкальского региона послужили данные Государственного гидрологического института, Федерального агентства лесного хозяйства РФ, Росгидромета, также были использованы статистические сборники, ежегодные государственные доклады об охране окружающей среды указанных субъектов региона. Были сделаны запросы в указанные ведомства для получения данных по водному стоку, количеству пожаров, среднегодовой температуре и годовой сумме осадков на период с 1970 по 2022 гг. На основании обработки полученных материалов выявлены краткосрочные природные циклы в разрезе субъектов региона. Далее были проведены расчеты по определению соотношений между полученными данными и выявлению степени их корреляции между собой.

При сопоставлении данных по температуре воздуха, годовой сумме осадков, годовому стоку, по лесной площади, пройденной пожарами по субъектам Байкальского региона за период с 1970 по 2022 гг., корреляционный анализ (простая связь) при соотношении двух разных показателей был проведен при помощи функции «КОРРЕЛ» в программе Microsoft Excel. Проведенный корреляционный анализ позволил, на основании полученных статистических данных с использованием коэффициентов корреляции, определить степень зависимости между рассматриваемыми переменными.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Динамика показателей природных факторов по субъектам Байкальского региона.

1.1 Температура воздуха

Особенностью температурного режима Азиатской части России, на территории которой располагается Байкальский регион, являются большие суточные и годовые амплитуды. Весной, в марте-апреле, суточные амплитуды могут достигать 15–17°C в Восточной Сибири и Забайкалье (в Верхоянске средняя суточная амплитуда равна 19°C, в Оймяконе — 22°C). Годовые амплитуды изменяются от 8–10°C (на западном побережье Баренцева моря) до 63°C (в Восточной Сибири в районе Верхоянского хребта).

В Байкальском регионе наблюдаются аналогичные амплитуды. При этом показания среднегодовой температуры воздуха с 1970 по 2022 гг. у Иркутской области выше, чем у Республики Бурятия и Забайкальского края (рис. 1).

По данным динамики анализируемого показателя определено, что за рассматриваемый период у указанных территорий до начала 90-х годов преобладали темпе-

ратуры ниже среднесноголетнего значения (среднесноголетнее значение за период с 1970 по 2022 гг.), затем в начале 90-х годов происходит переломный момент, когда тренд температуры становится выше среднесноголетнего значения и идет на повышение, что подтверждает положение о потеплении климата.

1.2 Годовая сумма осадков

В Азиатской части России, где находится Байкальский регион, основной тип климата — резко-континентальный. Характеризуется жарким летом, очень холодной зимой.

В Байкальском регионе наиболее обеспеченным осадками регионом является Иркутская область, у Республики Бурятия самые низкие значения из трех регионов (рис. 2).

В соответствии с рассматриваемым графиком, в течение большей части анализируемого периода наблюдается совпадение повышенных и пониженных значений годовой суммы осадков во всех трех субъектах Байкальского региона.

1.3 Водные ресурсы субъектов Байкальского региона

Среди субъектов Байкальского региона наибольшими показателями по водным ресурсам (куб. км/год и среднесноголетний речной сток, куб. км/год) выделяется Иркутская область, затем с близкими показателями между собой идут Республика Бурятия и Забайкальский край. Среднесноголетний речной сток у Иркутской области составляет 309.4 куб. км/год [6], у Республики Бурятия — 97.1 [7], у Забайкальского края — 75.6 [8] (рис. 3).

Циклические составляющие речного стока, так же как и годовые суммы осадков, в течение большей части анализируемого периода имеют совпадение повышенных и пониженных значений во всех трех субъектах Байкальского региона.

1.4 Лесная площадь, пройденная пожарами в субъектах Байкальского региона

Лесопокрытая площадь Байкальского региона составляет 14.5% от российских лесов. Лесистость в Иркутской области — 82.2%, в Республике Бурятия — 63.8%, в Забайкальском крае — 68.5%. [10]. Высокая лесистость территории, преобладание хвойных древостоев, изменения климата с тенденцией формирования засушливых условий, особенно во второй половине весны и начале лета, приводят к созданию условий высокой пожарной опасности в регионе. В общей площади лесов, погибших по разным причинам, доля лесов, которые погибли от пожаров, ежегодно достигает 50–70%. В результате пожаров нарушается водный режим, лесообразовательные, почвообразовательные, микроклиматические и иные процессы, резко снижаются различные сырьевые и экологические функции леса [9, с. 129.].

Среди чрезвычайных ситуаций за последние десятилетия природные пожары занимают ведущее место, дают колоссальные ущербы. Их негативное воздействие существенно отражается не только на растительных сообществах всей уникальной экосистеме озера Байкал — они представляют угрозу безопасности населения и хозяйственных объектов на прилегающих территориях [9, с. 41–42]. Это ведет к увеличению площадных характеристик гарей, замещению коренных лесов на вторичные, уничтожению не только растительности, но и значительной части животного мира, разрушению почвенного покрова, развитию эрозии, опустыниванию территорий, и в итоге — к полной перестройке геосистем [9, с. 120].

Наиболее часто подвергается пожарам наиболее освоенная и заселенная южная часть Байкальского региона. Здесь пожароопасность лесорастительного покрова (I и II классов), частое развитие засушливых погодных условий сочетается с высо-

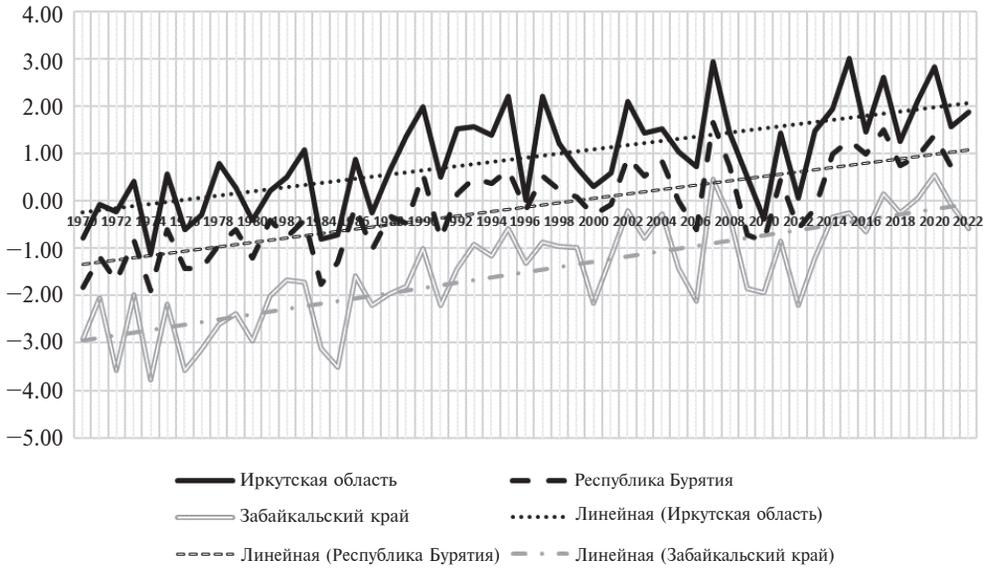


Рис. 1. Среднегодовая температура в субъектах Байкальского региона [11].

Fig. 1. Average annual temperature in the constituent entities of the Baikal region [11].

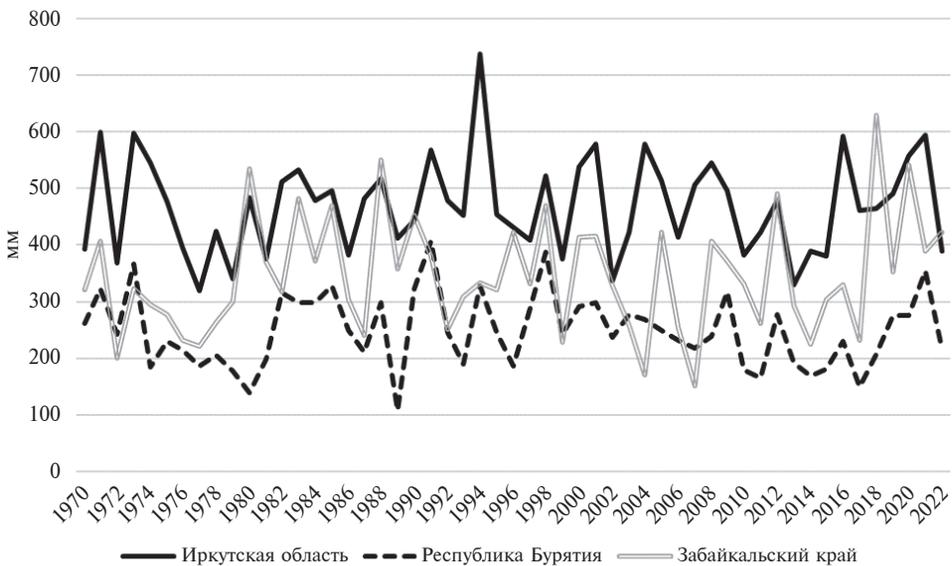


Рис. 2. Годовая сумма осадков в субъектах Байкальского региона [11].

Fig. 2. Annual precipitation in the constituent entities of the Baikal region [11].

кой концентрацией населения, провоцирующего пожароопасные ситуации на прилегающих к населенным пунктам территориях.

В Байкальском регионе, по данным с 1970 по 2022 гг., наблюдалась следующая картина по пожарам: в Иркутской области с 1972 по 1983 гг. лесная площадь, пройденная пожарами, была самой минимальной, затем пики с наибольшими площадями, подверженными пожарам приходились на 1986, 1990, 1993, 1996, 2003, 2006, 2011 гг., но самые большие пики пришлось на период с 2014 по 2021 гг., особенно в 2019 г.; в Республике Бурятия с 70-х г. до 1990 г. таких масштабных пожаров не наблюдалось, пики с наибольшими площадями, пройденными пожарами, наблюдались в 1990, 1996, 2000, 2003, 2009, 2015–2017, 2019 г.; в Забайкальском крае пики максимальных лесных площадей, подверженных пожарам, были в 1972, 1987, 1996, 1998, 2000, 2003, 2007, 2012, 2015–2016, 2019 г. (рис. 4) [15].

2. Сопряжение данных по годовому стоку и по лесной площади, пройденной пожарами

На основании полученных данных по годовым характеристикам водных ресурсов по субъектам и годовым характеристикам по количеству лесной площади, пройденной пожарами, было произведено наложение этих данных в один график по субъектам Байкальского региона. Помимо годовых характеристик водных ресурсов, был использован показатель среднемноголетнего речного стока в виде прямой, относительно которой можно проследить многоводные и маловодные периоды. На данных графиках можно отчетливо проследить, что когда характеристики стока ниже среднемноголетнего периода, то количество площадей, пройденных пожарами, увеличивается, и наоборот, когда высокие показатели стока, количество пожаров на минимальном уровне. Кроме этого, наибольшие показатели водных ресурсов относительно среднемноголетнего показателя свидетельствуют о негативных

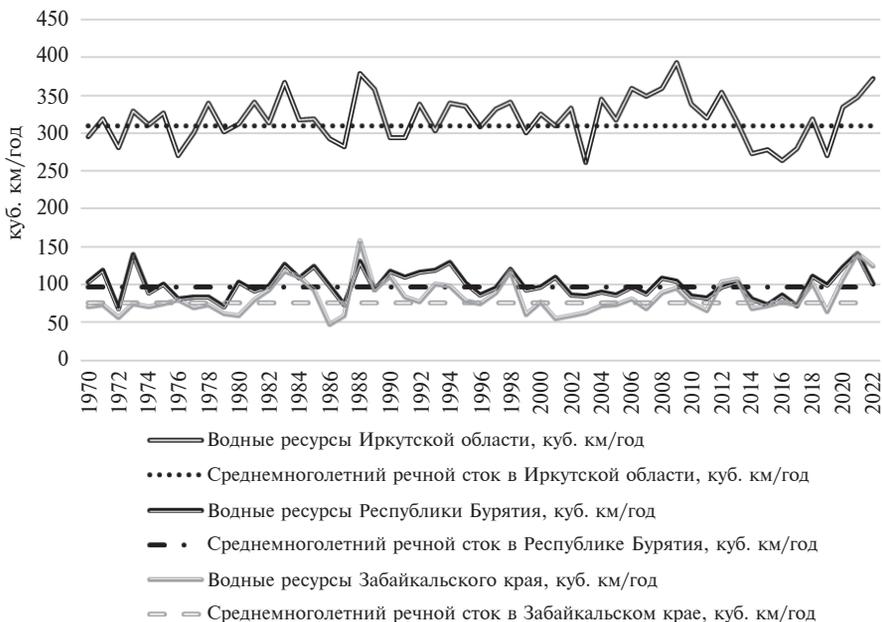


Рис. 3. Водные ресурсы субъектов Байкальского региона, куб. км/год.

Fig. 3. Water resources of the constituent entities of the Baikal region, cubic km/year.

проявлениях водного стока, таких как наводнения. Высокие скачки речного стока относительно среднееголетнего показателя ведут к таким неблагоприятным воздействиям, как наводнения, подтопления, низкие же показатели годовых показателей речного стока тоже неблагоприятны, так как ведут к увеличению засух, пожаров, которые негативно отражаются на ведении сельского хозяйства, в результате субъект получает как экономический ущерб, так и социальный — в виде перемещения людей с затопленных территорий либо эвакуации из мест стихийных пожаров.

При анализе рассматриваемого сопряжения выявляется, что при наименьших значениях водного стока наблюдается повышенное количество территорий,

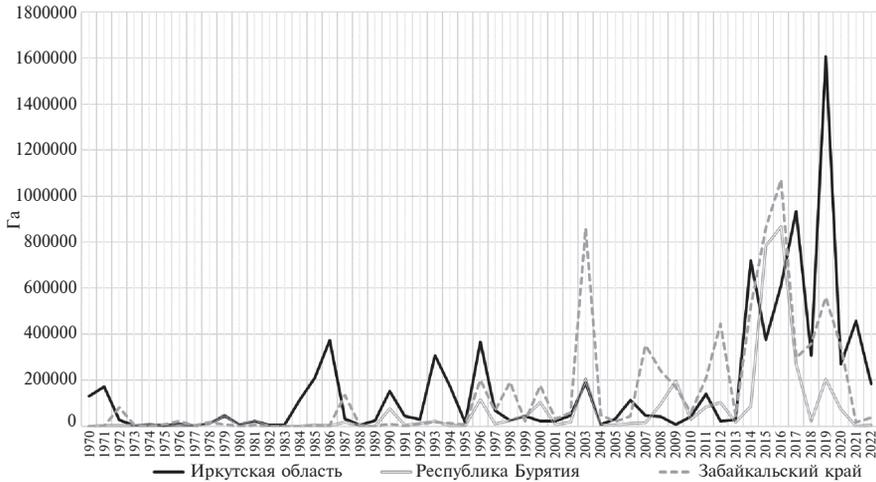


Рис. 4. Лесная площадь, пройденная пожарами в субъектах Байкальского региона, га. [15]

Fig. 4. Forest area covered by fires in the constituent entities of the Baikal region, hectares [15].

Данный график также характеризует совпадение, в значительной части рассматриваемого периода, увеличения и сокращения лесной площади, пройденной пожарами.

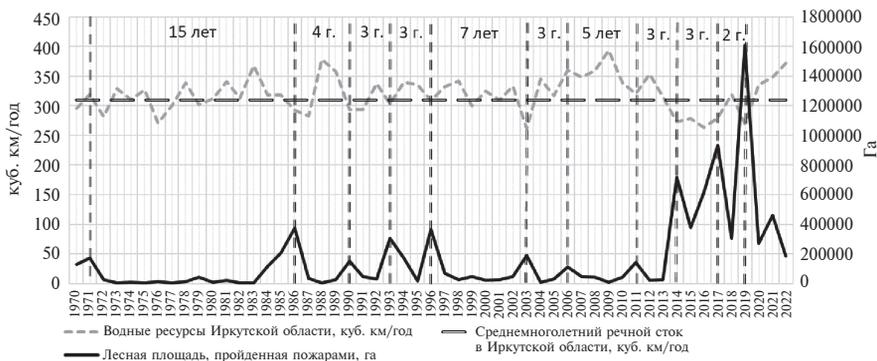


Рис. 5. Иркутская область: сопряжение данных с 1970 по 2022 гг. по водному стоку с лесной площадью, пройденной пожарами.

Fig. 5. Irkutsk region: data overlay from 1970 to 2022 along water flow with forest area traversed by fires.

где прошли пожары; это мы можем наблюдать у Иркутской области в 1986 г., когда значение стока 292.65 куб. км/г., а среднееголетний — 309.4 куб. км/г., а площадь пожаров составила 374.44 тыс. га, также показателен 2019 г., когда значение пожаров составило более 1.6 млн га, а значение стока было ниже среднееголетнего на 40 куб. км/г. (рис. 5). В Республике Бурятия такой «противоход» наблюдается в 1979, 1996, 2003 и в 2015–2016 гг. (рис. 6), в Забайкальском крае в 1972, 1987, 1996, 2003, 2007, 2016 и 2019 гг. (рис. 7).

На основании рассмотренных данных выявлено, что увеличение количества пожаров начинается с 1990-х годов, до этого периода количество пожаров было сравнительно меньше по сравнению с периодом 2010–2019 гг., с 90-х годов продолжи-

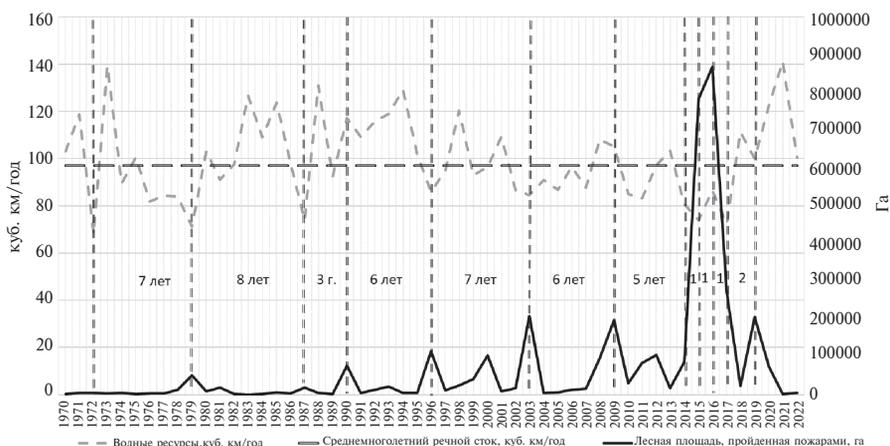


Рис. 6. Республика Бурятия: сопряжение данных с 1970 по 2022 гг. по водному стоку с лесной площадью, пройденной пожарами.

Fig. 6. Republic of Buryatia: data overlay from 1970 to 2022 along water flow with forest area traversed by fires.

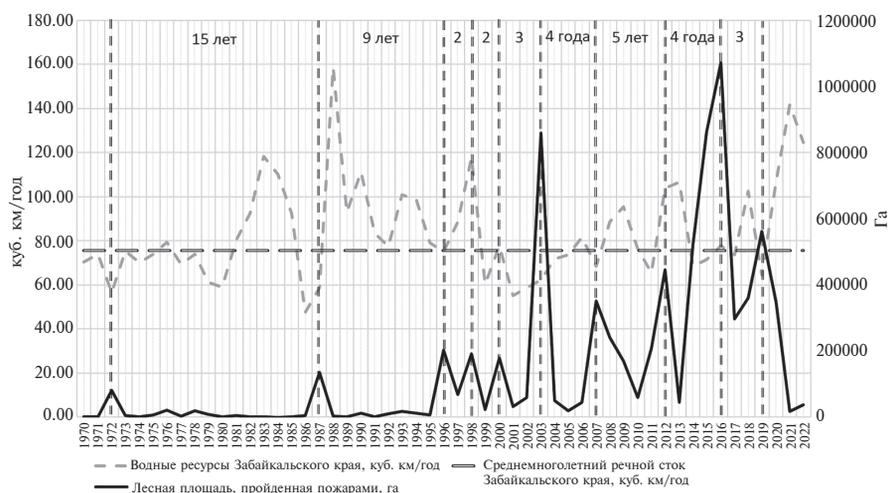


Рис. 7. Забайкальский край: сопряжение данных с 1970 по 2022 гг. по водному стоку с лесной площадью, пройденной пожарами.

Fig. 7. Trans-Baikal region: data overlay from 1970 to 2022 along water flow with forest area traversed by fires.

тельность периодов между пиками максимального количества пожаров сокращается до 2–3 лет, реже — до 5–6 лет.

3. Корреляция природных факторов в субъектах Байкальского региона.

В соответствии с данными по рассматриваемым природным факторам: среднегодовой температуре воздуха, годовому количеству осадков, водным ресурсам и лесной площади, пройденной пожарами — было проведено сопряжение по указанным факторам на базе корреляционного анализа на основании значений силы зависимости корреляции (табл. 1)

Корреляционные данные по сопряжению рассматриваемых природных факторов приведены в табл. 2–6.

Выявленный коэффициент зависимости имеет у всех трех регионах отрицательное значение, что говорит о том, что уменьшение водного стока приводит к увеличению территории, пройденной пожарами, но в различной степени. На это влияют и другие природные и антропогенные факторы, формирующие условия возникновения и распространения лесных пожаров. Данное положение справедливо и для других результатов расчета корреляций природных факторов.

В данном соотношении коэффициент зависимости по рассматриваемым показателям среднегодовой температуры воздуха и количеству территории, пройденной пожарами, имеет у всех регионов положительное значение, что говорит о том, что повышение температуры ведет к повышению количества территории, пройденной пожарами.

Таблица 1. Обозначение силы зависимости

Table 1. Designation of the strength of dependence

Отрицательное значение	Сила зависимости	Положительное значение	Сила зависимости
до –0.2	Слабая отрицательная	До 0.2	Слабая положительная
До –0.4	Средняя отрицательная	До 0.4	Средняя положительная
До –0.6	Сильная отрицательная	До 0.6	Сильная положительная
До –0.8	Высокая отрицательная	До 0.8	Высокая положительная
До 1	Очень высокая отрицательная	До 1	Очень высокая положительная

Таблица 2. Коэффициент корреляции данных водного стока с лесной площадью, пройденной пожарами на территориях субъектов Байкальского региона за период с 1970 по 2022 гг.

Table 2. Correlation coefficient of water flow data with forest area covered by fires in the territories of the constituent entities of the Baikal region for the period from 1970 to 2022

Субъект Байкальского региона	Коэффициент корреляции	Сила зависимости
Иркутская область	–0.45	Сильная отрицательная
Республика Бурятия	–0.29	Средняя отрицательная
Забайкальский край	–0.14	Слабая отрицательная

Таблица 3. Коэффициент корреляции данных среднегодовой температуры воздуха с лесной площадью, пройденной пожарами на территориях субъектов Байкальского региона за период с 1970 по 2022 гг.

Table 3. Correlation coefficient of data on average annual air temperature with forest area covered by fires in the territories of the constituent entities of the Baikal region for the period from 1970 to 2022

Субъект Байкальского региона	Коэффициент корреляции	Сила зависимости
Иркутская область	0.3867	Средняя положительная
Республика Бурятия	0.3878	Средняя положительная
Забайкальский край	0.4616	Сильная положительная

Таблица 4. Коэффициент корреляции данных лесной площади, пройденной пожарами с показателями годовой суммы осадков на территориях субъектов Байкальского региона за период с 1970 по 2022 гг.

Table 4. Correlation coefficient of data on forest area covered by fires with indicators of annual precipitation in the territories of the constituent entities of the Baikal region for the period from 1970 to 2022

Субъект Байкальского региона	Коэффициент корреляции	Сила зависимости
Иркутская область	0.0394	Слабая отрицательная
Республика Бурятия	-0.1548	Слабая отрицательная
Забайкальский край	-0.0389	Слабая отрицательная

Таблица 5. Коэффициент корреляции данных водного стока с показателями годовой суммы осадков на территориях субъектов Байкальского региона за период с 1970 по 2022 гг.

Table 5. Correlation coefficient of water flow data with indicators of annual precipitation in the territories of the constituent entities of the Baikal region for the period from 1970 to 2022

Субъект Байкальского региона	Коэффициент корреляции	Сила зависимости
Иркутская область	0.2178	Средняя положительная
Республика Бурятия	0.6600	Высокая положительная
Забайкальский край	0.5579	Сильная положительная

Таблица 6. Коэффициент корреляции данных годовой суммы осадков со среднегодовым значением температуры воздуха на территориях субъектов Байкальского региона за период с 1970 по 2022 гг.

Table 6. Correlation coefficient of data on annual precipitation with the average annual air temperature in the territories of the constituent entities of the Baikal region for the period from 1970 to 2022

Субъект Байкальского региона	Коэффициент корреляции	Сила зависимости
Иркутская область	0.0338	Слабая положительная
Республика Бурятия	-0.0689	Слабая отрицательная
Забайкальский край	0.0286	Слабая положительная

В данном соотношении, как и в табл. 1, идет «противоход»: когда количество осадков уменьшается ниже среднемноголетнего, то повышается количество территории, пройденной пожарами. Здесь коэффициент зависимости имеет отрицательное значение, что говорит о том, что при увеличении осадков происходит уменьшение количества территории, пройденной пожарами.

Здесь коэффициент зависимости имеет среднюю, сильную и высокую положительную зависимость. Самый высокий коэффициент наблюдается у Республики Бурятия, сильный положительный — у Забайкальского края, средний положительный — у Иркутской области. В данном соотношении можно увидеть, что при увеличении количества осадков, происходит увеличение водного стока. Иногда они не совпадают, но это говорит о том, что здесь происходит некоторое запаздывание по стоку.

Коэффициент зависимости имеет слабое положительное значение в Иркутской области и Забайкальском крае, в Республике Бурятия он имеет слабое отрицательное значение. Данные результаты свидетельствуют о том, что данная пара природных факторов не имеет выраженной взаимозависимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование динамики ряда природных процессов в субъектах Байкальского региона и их сопряжение за полувековой период позволили на основании полученных статистических данных с использованием коэффициентов корреляции определить степень зависимости между такими рассматриваемыми переменными, как водные ресурсы рассматриваемых территорий, среднегодовое значение температуры, годовая сумма осадков, а также такими негативными природными явлениями, как лесные пожары.

Результаты проведенной работы могут явиться одним из оснований природно-хозяйственного регулирования на рассматриваемой территории, прогнозных оценок динамики природных процессов для их учета в комплексе природных и социально-экономических циклов, а также в планировании и прогнозировании социально-экономической деятельности на территории субъектов Байкальского региона.

Работа выполнена в рамках государственного задания БИП СО РАН № 122021800169-0.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2022 году». — Иркутск: ФГБУН Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2023. — 372 с.: ил.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2021 году». — Улан-Удэ: Министерство природных ресурсов и экологии Республики Бурятия, 2022. — 326 с.
3. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Иркутской области в 2021 году. — Ижевск: ООО «Принт», 2022 г. — 252 с.: ил.
4. Замолодчиков Д. Краев, Г. Влияние изменений климата на леса России: зафиксированные воздействия и прогнозные оценки // Устойчивое лесопользование. — 2016. - № 4 (48). — с. 23–31.
5. Коршунов А. А., Рыбанова А. Ю., Фокичева А. А., Шаймарданов М. З. Анализ интенсивности воздействия опасных условий погоды на социально-экономическую систему // Ученые записки РГГМУ. — 2018 — № 53. — с. 18–33.
6. Научно популярная энциклопедия «Вода России» [Электронный ресурс] / Иркутская область. — URL: <https://water-rf.ru> (дата обращения: 17.01.2024).

7. Научно популярная энциклопедия «Вода России» [Электронный ресурс] / Республика Бурятия. – URL: <https://water-rf.ru> (дата обращения: 17.01.2024).
8. Научно популярная энциклопедия «Вода России» [Электронный ресурс] / Забайкальский край. – URL: <https://water-rf.ru> (дата обращения: 17.01.2024).
9. Научно-справочное издание «Атлас. Байкальский регион: общество и природа». – Москва: Паулсен, 2021. 320 с.
10. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: Стат. сб. / Росстат. М., 2023. 1126 с.
11. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»). – URL: <http://meteo.ru/data> (дата обращения: 11.12.2023).
12. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный гидрологический институт» – URL: <http://www.hydrology.ru> (дата обращения: 06.12.2023).
13. Доклад «Об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2021 год» — Чита: Министерство природных ресурсов Забайкальского края, 2022. 203 с.
14. Федеральный закон от 1 мая 1999 г. N 94-ФЗ «Об охране озера Байкал» (с изменениями и дополнениями) URL: <https://base.garant.ru/2157025/?ysclid=ls34dzfukr804909503>
15. Федеральное агентство лесного хозяйства – URL: <https://rosleshoz.gov.ru> (дата обращения: 07.12.2023).

Dynamics of Natural Processes in the Baikal Region and their Conjugation

D. Ts.-D. Zhamyanov*, **V. S. Batomunkuev****, **B. O. Gomboev*****,
A. V. Alexeev****, **Z. E. Banzaraktcaev*******, **B. S. Norboeva*******,
T. Sh. Rygzynov*****, **A. B. Tsybikova*******

*Baikal Institute for Nature Management of Siberian branch
of the Russian academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia*

**E-mail: daba@binm.ru, **E-mail: bvalentins@binm.ru*

****E-mail: bgom@binm.ru, ****E-mail: alekseev_uu@binm.ru*

******E-mail: zbazar@binm.ru, *****E-mail: norbell@binm.ru*

******E-mail: tumun@binm.ru, *****E-mail: ryushaz@yandex.ru*

Abstract – The dynamics of indicators of a number of natural factors from 1970 to 2022 in the subjects of the Baikal region: air temperature, annual precipitation, water resources, and forest area affected by fires are considered in the article. A correlation analysis was carried out between the presented components in the territory under consideration, which revealed the strength of dependence from medium negative to highly positive. The results of the work carried out can be one of the bases for natural and economic regulation in the territory under consideration, predictive assessments of the dynamics of natural processes for their consideration in the complex of natural and socio-economic processes, as well as in planning and forecasting socio-economic activities in the territory of the subjects of the Baikal region.

Keywords: Baikal region, natural processes, air temperature, precipitation, water flow, fires, conjugation of short-term natural cycles

REFERENCES

1. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii ozera Bajkal i merah po ego ohrane v 2022 godu». – Irkutsk: FGBUN Institut geografii im. V. B. Sochavy SO RAN, 2023. – 372 s.: ill.
2. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii i ohrane okruzhajushhej srede Respubliki Burjatija v 2021 godu». – Ulan-Udje: Ministerstvo prirodnyh resursov i jekologii Respubliki Burjatija, 2022. – 326 s.
3. Gosudarstvennyj doklad o sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej srede v Irkutskoj oblasti v 2021 godu. – Izhevsk: OOO «Print», 2022 g. – 252 s.: il.
4. Zamolodchikov D. Kraev, G. Vlijanie izmenenij klimata na lesa Rossii: zafiksirovannye vozdejstviya i prognoznye ocenki // Ustojchivoe lesopol'zovanie. – 2016. – № 4 (48). – s. 23–31.
5. Korshunov A. A., Rybanova A. Ju., Fokicheva A. A., Shajmardanov M. Z. Analiz intensivnosti vozdejstviya opasnyh uslovij pogody na social'no-jekonomicheskiju sistemu // Uchenye zapiski RGGMU. – 2018 – № 53. – s. 18–33.
6. Nauchno populjarnaja jenciklopedija «Voda Rossii» [Jelektronnyj resurs] / Irkutskaja oblast'. – URL: <https://water-rf.ru> (data obrashhenija: 17.01.2024).
7. Nauchno populjarnaja jenciklopedija «Voda Rossii» [Jelektronnyj resurs] / Respublika Burjatija. – URL: <https://water-rf.ru> (data obrashhenija: 17.01.2024).
8. Nauchno populjarnaja jenciklopedija «Voda Rossii» [Jelektronnyj resurs] / Zabajkal'skij kraj. – URL: <https://water-rf.ru> (data obrashhenija: 17.01.2024).
9. Nauchno-spravocnoe izdanie «Atlas. Bajkal'skij region: obshhestvo i priroda». – Moskva: Paulsen, 2021. 320 s.
10. Regiony Rossii. Social'no-jekonomicheskie pokazateli. 2023: Stat. sb. / Rosstat. M., 2023. 1126 s.
11. Federal'naja sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhajushhej srede. Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut gidrometeorologicheskoy informacii – Mirovoj centr dannyh (FGBU «VNIIGMI-MCD»). – URL: <http://meteo.ru/data> (data obrashhenija: 11.12.2023).
12. Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe uchrezhdenie «Gosudarstvennyj gidrologicheskij institut» – URL: <http://www.hydrology.ru> (data obrashhenija: 06.12.2023).
13. Doklad «Ob jekologicheskoy situacii v Zabajkal'skom krae za 2021 god» – Chita: Ministerstvo prirodnyh resursov Zabajkal'skogo kraja, 2022. 203 s.
14. Federal'nyj zakon ot 1 maja 1999 g. N 94-FZ «Ob ohrane ozera Bajkal» (s izmenenijami i dopolnenijami) URL: <https://base.garant.ru/2157025/?ysclid=ls34dzfukr804909503>
15. Federal'noe agentstvo lesnogo hozjajstva – URL: <https://rosleshoz.gov.ru> (data obrashhenija: 07.12.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жамьянов Даба Цыбан-Доржиевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук (БИП СО РАН), старший научный сотрудник лаборатории геостратегических исследований и пространственного развития, кандидат географических наук, daba@binm.ru, сот. тел.: +7-902-563-38-56 (корреспондирующий автор).

Zhamyanov Daba Tsyban-Dorzhiievich, Baikal Institute for Nature Management of Siberian branch of the Russian academy of Sciences (BINM SB RAS), Senior researcher of the Laboratory of geostrategic research and spatial development, Ph.D (Geography), daba@binm.ru, mobile phone: +7-902-563-38-56.

Батомункуев Валентин Сергеевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, заведующий лабораторией геостратегических исследований и пространственного развития, кандидат географических наук, bvalentins@binm.ru.

Batomunkuev Valentin Sergeevich, Baikal Institute for Nature Management of Siberian branch of the Russian academy of Sciences (BINM SB RAS), Head of the Laboratory of geostrategic research and spatial development, Ph.D (Geography), bvalentins@binm.ru.

Гомбоев Баир Октябрьевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории геостратегических исследований и пространственного развития, доктор географических наук, bgom@binm.ru.

Gomboev Bair Ochyabrevich, Baikal Institute for Nature Management of Siberian branch of the Russian academy of Sciences (BINM SB RAS), Chief research fellow of the Laboratory of geostrategic research and spatial development, Sc.D. (Geography), bgom@binm.ru.

Алексеев Алексей Владиславович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, инженер лаборатории геостратегических исследований и пространственного развития, alekseev_uu@binm.ru.

Alexeev Alexey Vladislavovich, Baikal Institute for Nature Management of Siberian branch of the Russian academy of Sciences (BINM SB RAS), Engineer of the Laboratory of geostrategic research and spatial development, alekseev_uu@binm.ru.

Банзаракцаев Зорикто Евгеньевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, ведущий инженер лаборатории геостратегических исследований и пространственного развития, zbanzar@binm.ru.

Banzaraktcaev Zorikto Evgenyevich, Baikal Institute for Nature Management of Siberian branch of the Russian academy of Sciences (BINM SB RAS), Lead Engineer of the Laboratory of geostrategic research and spatial development, zbanzar@binm.ru.

Норбоева Бэлигма Саяновна, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, младший научный сотрудник лаборатории геостратегических исследований и пространственного развития, norbell@binm.ru.

Norboeva Beligma Sayanovna, Baikal Institute for Nature Management of Siberian branch of the Russian academy of Sciences (BINM SB RAS), Junior researcher of the Laboratory of geostrategic research and spatial development, norbell@binm.ru.

Рыгзынов Тумун Ширапович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, младший научный сотрудник лаборатории геостратегических исследований и пространственного развития tumun@binm.ru.

Rygzynov Tumun Shirapovich, Baikal Institute for Nature Management of Siberian branch of the Russian academy of Sciences (BINM SB RAS), Junior researcher of the Laboratory of geostrategic research and spatial development, tumun@binm.ru.

Цыбикова Арюна Баировна, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Рос-

сийской академии наук, ведущий инженер лаборатории геостратегических исследований и пространственного развития, ryushaz@yandex.ru.

Tsybikova Aryuna Bairovna, Baikal Institute for Nature Management of Siberian branch of the Russian academy of Sciences (BINM SB RAS), Lead Engineer of the Laboratory of geostrategic research and spatial development, ryushaz@yandex.ru.

УДК 338.48

НАЦИОНАЛЬНАЯ ТУРИСТСКАЯ ПОЛИТИКА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ: ПРИМЕР РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ

© 2024 г. Л. Б.-Ж. Максанова*, Д. Г. Будаева**, Т. А. Хребтова***

ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ

**E-mail: lmaksanova@yandex.ru*

***E-mail: budaevadarima@yandex.ru*

****E-mail: suranova_tanya@mail.ru*

Поступила в редакцию 25.01.2024 г.

После доработки 19.07.2024 г.

Принята к публикации 20.08.2024 г.

В современных геополитических условиях развитие туризма на Дальнем Востоке включено в стратегическую повестку России. На государственном уровне запущен комплекс беспрецедентных мер, направленных на развитие туристской отрасли в макрорегионе. В данной статье рассматриваются особенности реализации федеральной повестки по комплексному развитию туризма на Дальнем Востоке на примере Республики Бурятия, расположенной на Байкальской природной территории, и с 2018 года входящей в состав Дальневосточного федерального округа (ДФО). В статье представлены ключевые меры государственной туристской политики применительно к Дальнему Востоку, основные направления и механизмы государственного регулирования и поддержки туризма в Республике Бурятия. Показано, как меняется территориальная структура туристско-рекреационной деятельности в регионе. Исследование опирается на законодательные и нормативно-правовые документы, национальные проекты и государственные программы, научные публикации, информационные и статистические данные из различных официальных источников федерального и регионального уровней, интернет-источники. Результаты исследования свидетельствуют о том, что Республика Бурятия активно совершенствует собственную региональную политику по развитию туризма, используя новые подходы и прогрессивные инструменты государственной поддержки. Туризм в Бурятии встряхнулся после ковидного шока и довольно успешно развивается в условиях современной реальности. Это подтверждает не только приоритетный дальневосточный вектор туризма, но и достаточность усилий региона, который активно принимает участие во всех конкурсных отборах на получение федеральной финансовой поддержки. Вместе с тем существенный рост количества средств размещения и туристского потока без недостаточного учета экологических факторов в инвестиционной и хозяйственной деятельности может проявляться в усилении деградации окружающей среды. В статье предложены меры по совершенствованию туристской политики в русле решения стратегических задач развития туризма в Республике Бурятия и сохранения уникальной экосистемы озера Байкал.

Ключевые слова: туризм, туристская политика, Дальневосточный федеральный округ, Республика Бурятия

DOI: 10.31857/S0869607124020047, **EDN:** MORA0X

ВВЕДЕНИЕ

Туризм на Дальнем Востоке превращается в экономически важный вид деятельности и его роль как ключевого фактора в социально-экономическом развитии дальневосточных регионов в современных геополитических условиях отражена в стратегической повестке страны [2]. В целях ускоренного развития туризма в ДФО российским правительством принят целый комплекс важнейших документов [18, 22]. Их изучение показывает, что: (1) ДФО выделен в отдельную стратегическую туристскую макротерриторию с активным применением преференциальных режимов; (2) комплекс национальных мер, предусмотренный в государственных документах, значителен; (3) все большее число государственных органов власти и корпораций помимо национального туристского ведомства участвуют в разработке и реализации туристской политики; (4) масштабные государственные инвестиции запланированы на инфраструктурную подготовку Дальнего Востока к приему туристов; (5) внедряются разнообразные инструменты стимулирования внутреннего туризма [11]. В этом контексте дальневосточный туризм в значительной степени развивается при сильной федеральной поддержке.

Современная туристская политика ДФО весьма разнообразна и имеет свои основные направления, которые распространяются как по всей его территории, так и в отдельных регионах. Именно на региональном уровне формируется более четкое представление о проблемах, возможностях и ограничениях реализации государственной туристской политики. Стремительно меняющиеся условия «новой реальности» (СВО, санкционные ограничения, разворот на Восток, рост внутреннего туризма) влияют на растущие инициативы региональных правительств и частного бизнеса по развитию и продвижению дальневосточного туризма.

Практически все регионы ДФО уделяют серьезное внимание участию в национальных проектных инициативах и конкурсах на получение финансовой поддержки, а также активно совершенствуют собственную региональную политику по развитию туризма, используя конкурентные преимущества, разрабатывая уникальное туристское предложение территорий, внедряя новые прогрессивные инструменты поддержки бизнеса, расширяя государственно-частное партнерство, ускоряя межведомственную и межрегиональную синхронизацию планов развития [1, 6, 7, 20]. Однако, несмотря на повышенный интерес отечественных исследователей к вопросам развития туризма на Дальнем Востоке, особенности и процесс реализации стратегических решений в туристском секторе остаются недостаточно изученными.

В связи с этим нами предпринята попытка на примере Республики Бурятия исследовать, как осуществляется реализация федеральной повестки по комплексному развитию туризма в ДФО, на каких прорывных направлениях сконцентрировались усилия региона, как меняется туристское пространство в регионе, как развивается региональный рынок туризма. Таким образом, цель данной статьи состоит в исследовании особенностей разработки и реализации региональной туристской политики в русле решений, принятых в России, по созданию прорывных условий развития туризма на Дальнем Востоке.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования

В качестве объекта исследования рассматривается Республика Бурятия, которая, согласно административно-территориальному делению, с 2018 года входит в состав ДФО. Располагаясь в географическом центре России, Республика Бурятия имеет

общую границу с Монголией с дальнейшим выходом в Китай и в страны АТР [21]. Территория Республики относится к бассейну оз. Байкал, который «по своему географическому и геополитическому положению, природному, ресурсному, экономическому, этнокультурному и кадровому потенциалу, а также благодаря непосредственно Байкалу, представляет собой главный стратегический регион на востоке России. Около 53% объема речных вод бассейна формируется на территории Бурятии» [24].

В пространственной структуре российского туристского рынка Бурятия совместно с Иркутской областью представлена в составе туристской макротерритории «Байкал» [4], для которой в 2021 году Правительство Российской Федерации утвердило концепцию проекта «Большой Байкал», направленную на развитие туристической инфраструктуры двух регионов: Иркутской области и Республики Бурятия.

Богатейший природный потенциал, озеро Байкал — объект всемирного природного наследия ЮНЕСКО, историко-культурное наследие исторических путей, соединявших Азию и Европу, этнокультурное достояние народов, населяющих территорию, — важнейшая основа для развития экономики впечатлений в регионе. Через территорию Республики Бурятия проходят международные туристические маршруты: «Великий чайный путь», «Байкал-Хубсугул», «Байкал-Аляска», а также реализуются межрегиональные туристские проекты «Восточное кольцо России», «Маршрутами Великой Северной экспедиции» и др. (рис. 1). Наличие разнообразных туристско-рекреационных активов практически во всех районах Бурятии позволяет развивать такие виды туризма, как: культурно-познавательный, религиозный, лечебно-оздоровительный, детский, деловой, экологический, сельский, гастрономический, этнографический туризм, а также водные, зимние и активные виды туризма.

Методология исследования

Согласно Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года государственная туристская политика направлена на комплексное развитие внутреннего и въездного туризма за счет создания условий для формирования и продвижения качественного и конкурентоспособного туристского продукта на внутреннем и международном туристских рынках, усиление социальной роли туризма и обеспечение доступности туристских услуг, отдыха и оздоровления для граждан страны. Туристская политика может осуществляться различными способами: правотворчество, поддержка, стимулирование, легализация, регламентация, координация [23]. Ряд исследователей отмечают, что политика в области туризма представляет собой сочетание ряда федеральных, региональных и местных экономических стратегий [19]. Действительно, меры государственного регулирования, определяющие государственную политику развития туризма, содержат широкий комплекс законодательных, организационно-экономических, территориально-планировочных, финансовых, инфраструктурных, социально-культурных, информационных, маркетинговых, кадровых и цифровых инструментов достижения стратегических приоритетов и целей развития туризма и индустрии гостеприимства. Современная туристская политика ДФО весьма разнообразна и имеет свои основные направления, которые распространяются как по всей его территории, так и в отдельных регионах [9].

Базовые подходы к формированию и реализации региональной туристской политики, установленные в государственных документах, включают: системный подход, предполагающий взаимосвязанные и взаимопроникающие системные



Рис. 1. Республика Бурятия в составе Дальневосточного федерального округа. Составлено к.г.н. Будаевой Д.Г. на топографической основе ArcGIS Enterprise Standard (лицензиат — Байкальский институт природопользования СО РАН).

Ключевые туристские маршруты: 1 — Байкал–Хубсугул, 2 — Великий Чайный путь, 3 — Восточное кольцо России; 4 — Байкал–Аляска. По следам Амурской экспедиции 1849–1855 годов; 5 — макротерритория «Байкал»; 6 — граница Республики Бурятия; 7 — территория Дальневосточного федерального округа; 8 — центры субъектов Российской Федерации; 9 — основные реки; 10 — основные озера.

Fig. 1. Buryatia Republic as part of the Far Eastern Federal District. Compiled on the ArcGIS Enterprise Standard topographic base (licensee Baikal Institute of Nature Management, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences).

Key tourist routes: 1 — Baikal–Khubsugul, 2 — The Great Tea Route, 3 — The Eastern Ring of Russia; 4 — Baikal–Alaska. In the footsteps of the Amur expedition of 1849–1855; 5 — the Baikal macroterritory; 6 — the border of the Republic of Buryatia; 7 — the territory of the Far Eastern Federal District; 8 — the centers of the subjects of the Russian Federation; 9 — the main rivers; 10 — lakes.

изменения в туристском секторе региона, начиная с концептуального планирования (мастер-планы) и завершая продвижением турпродукта; комплексные инструменты поддержки развития туристских дестинаций; сквозной характер оказания мер государственной поддержки; конкурсный отбор региональных инициатив/проектов/мероприятий; межведомственную и межрегиональную синхронизацию планов развития [11]. Сегодня регионы ДФО активно совершенствуют региональную политику по развитию туризма, используя прогрессивные инструменты государственного регулирования и поддержки развития туризма, установленные в стратегических и программных документах, национальных проектах РФ (рис. 2).

Для достижения цели исследования, опираясь на перечень ключевых мер государственной туристской политики, нами разработана аналитическая структура исследования, охватывающая 9 основных направлений, связанных с созданием прорывных условий для развития туризма в ДФО:

- туристское территориальное планирование;
- преференциальные режимы;
- инфраструктурное развитие;
- инвестиционная активность;
- государственная поддержка;
- национальные маршруты и туристские программы;
- стимулирование внутреннего спроса;
- популяризация и продвижение туристского продукта;
- повышение качества услуг и управления отраслью.

Для каждого направления нами рассмотрены ключевые инструменты государственного регулирования и поддержки, большинство из которых имеют специальное назначение для дальневосточной макротерритории. Рассмотренный набор

Национальная Программа СЭР ДВ на период до 2024 года и на перспективу до 2035 года			Стратегия развития туризма в РФ на период до 2035 года		
Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры		Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства»	Национальные проекты по стратегическим направлениям	Госпрограмма РФ «Развитие туризма»	Региональные Стратегии/ госпрограммы
Транспортная доступность	Комплексное развитие/ планирование/	Преференциальные режимы	Инфраструктурная поддержка	Повышение качества услуг, кадров и управление отраслью	Популяризация и стимулирование внутреннего туризма
Субсидирование воздушных перевозок	Туристское мастер-планирование в ДФО	Территория опережающего развития (ТОР)	Приоритетное обеспечение крупных инвестиционных проектов	Субсидии и гранты на реализацию проектов	Новый облик Дальнего Востока
Единая дальневосточная авиакомпания «Аврора»		Свободный порт Владивосток (СПВ)		Подготовка кадров, кадровый оператор	Дальневосточный кешбэк + детский
Строительство аэровокзального комплекса	Экотуристские кластеры на базе ООПТ		Особая экономическая зона туристско-рекреационного типа (ОЭЗ ТРТ)	Льготное финансирование	Волонтерские программы
Морские и речные круизные маршруты	Благоустройство туристских территорий	Дальневосточный гектар	Дальневосточная субсидия	Аналитическая платформа совместно с Tuti.ru	Единый событийный календарь
Доступность ООПТ			Дальневосточная концессия		
Малая авиация	Обустройство туристских центров городов			Программа подготовки управленческих кадров «Муравьев-Амурский»	Промо туры для ТО, СМИ и блогеров

Рис. 2. Ключевые меры государственного регулирования и поддержки развития туризма в ДФО. Составлено по [4, 13, 14, 17].

Fig. 2. Key measures of state regulation and support for tourism development in the Far Eastern Federal District. Compiled by [4, 13, 14, 17].

из 30 инструментов определяется императивом создания прорывных условий для развития туризма на Дальнем Востоке и позволяет определить спектр направлений региональной туристской политики, которые в различных регионах формируются по-разному. Отметим, что этот набор не является окончательным, поскольку региональная туристская политика претерпевает существенные изменения как под внешним, так и под внутренним воздействием.

В исследовании использованы институциональный, сравнительно-географический, статистический, картографический методы. Институциональный анализ позволил упорядочить условия решения специфических задач комплексного развития туризма в регионе, которые содержатся в российских и региональных законодательных документах, стратегиях, концепциях, программах, нацпроектах. Анализ реализации государственной туристской политики на региональном уровне выполнен на примере Республики Бурятия. На основе сравнительно-географического и картографического методов определена современная территориальная структура туристско-рекреационной деятельности в Республике Бурятия. В качестве информационной базы данных использованы государственные доклады, документы и материалы Республики Бурятия, находящиеся в открытом доступе.

Полученные результаты и их обсуждение

Результаты анализа показывают, что Республика Бурятия системно подходит к развитию туризма, не только законодательно закрепляя вопросы создания благоприятных условий для туристской отрасли (Закон о туризме в Республике Бурятия), но и активно используя прогрессивные инструменты государственной поддержки на Дальнем Востоке (табл. 1).

Из 30 рассматриваемых инструментов государственной туристской политики применительно к Дальнему Востоку в Республике Бурятия реализуются 29, не получила развития такая мера, как «дальневосточная концессия». Выявлено, что реализация мер приносит определенные изменения в пространственное развитие туризма. Так, туристское пространство Бурятии расширяется за счет вовлечения новых территорий, которые располагают туристскими ресурсами, и встроены в сложившуюся маршрутную сеть. В 2022 году расширены границы ТОР «Бурятия» за счет включения новых земельных участков и части акватории озера Байкал для создания экопарка «Южный Байкал» в с. Выдрино Кабанского района [16]. Проводится работа по включению в границы ОЭЗ ТРТ «Байкальская гавань» участков в местности «Гора Мамай» [25]. Большинство ООПТ, а в Бурятии функционирует 8 ООПТ федерального и 72 регионального значения — занимаются созданием условий для экологического туризма, в части инфраструктурного благоустройства.

Таким образом, территориальная структура туризма в Бурятии характеризуется разнообразием туристских территорий, к которым относятся: города и населенные пункты, обладающие туристским потенциалом; особая экономическая зона туристско-рекреационного типа «Байкальская гавань»; участки территории опережающего развития «Бурятия», зоны экономического благоприятствования; туристские кластеры; ООПТ федерального и регионального значения; рекреационные местности и места массового отдыха, лесные участки (рис. 3). Значительная часть туристских территорий находится в пределах центральной экологической зоны Байкальской природной территории, где действуют Правила организации туризма и отдыха [3].

Таблица 1. Основные направления и механизмы реализации государственной туристской политики в Республике Бурятия
Table 1. Main directions and mechanisms for implementing state tourism policy in the Republic of Buryatia

Составлено авторами.

№	Направление государственной туристской политики	Инструменты государственной туристской политики	Реализация государственной туристской политики в Республике Бурятия
1.	Туристское территориальное планирование	Мастер-план	— Разработка Федеральной межрегиональной схемы территориально-пространственного планирования макротерритории «Байкал» (Иркутская область, Республика Бурятия) — Разработка 2 мастер-планов (г. Улан-Удэ, г. Северобайкальск)
2.	Преференциальные режимы	ТОР ОЭЗ ТРП Дальневосточный гектар (ДГ)	ТОР «Бурятия» — 3 участка ОЭЗ ТРП «Байкальская Гавань» 10% от общего числа получателей ДГ выбрали вид разрешенного использования «отдых и рекреация»
3.	Инфраструктурное развитие	Транспортная инфраструктура Обеспечивающая инфраструктура Благоустройство туристских территорий	Строительство аэровокзального комплекса аэропорта «Байкал» 39 проектов 2022 г. — Благоустройство в малых городах и исторических поселениях: г. Северобайкальск, г. Гусиноозерск, г. Закаменск, г. Кяхта, г. Бабушкин. 2023 г. — Благоустройство 11 территорий, прилегающих к местам туристского показа в муниципальных образованиях.
4.	Инвестиционная активность	Ключевые (знаковые) инвестиционные проекты Экотуристские кластеры на базе ООПТ Модульные некапитальные средства размещения Агротуристские проекты Создание пляжей	— 6 проектов в границах ОЭЗ ТРП; — 2 проекта ТОР «Бурятия»; — 1 проект в рамках инвестиционного соглашения. Туристско-рекреационный кластер «Тункинская долина» на базе Тункинского национально-парка 2022 год — 19 проектов 2023 год — 27 проектов 2 проекта получили грантовую поддержку по направлению «Агротуризм» 7 проектов

5.	Государственная поддержка	<p>Дальневосточная субсидия</p> <p>Дальневосточная концессия</p> <p>Льготное кредитование</p> <p>Льготное налогообложение</p> <p>Гранты</p>	<p>1 проект</p> <p>Проекты отсутствуют</p> <p>2 проекта</p> <p>9 проектов (6 — ОЭЗ ТРТ, 2 — ТОР, 1 — ЗЭБ)</p> <p>Федеральные гранты — 77 проектов</p> <p>Подготовлены 4 маршрута:</p> <ul style="list-style-type: none"> — «Бурятия. Земля у Байкала»; — «НеобыЧАЙная Бурятия»; — «Тункинская долина — сокровище Байкала»; — «Бурятия в лицах. Энергия Байкала». <p>Республика Бурятия — победитель Всероссийской программы «Класная страна»;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Трек «Спорт и здоровый образ жизни» — проект «Ацатат–Байкал»; 2) Трек «Наука» - проект «Бурятия — край бесконечной энергии»; 3) Трек «Экология» — проект «Заповедная страна Байкалий». <p>Участие в программе приняли 21 гостиница, 2 санаторно-курортных учреждения, 4 туроператора Бурятии</p> <p>Данные отсутствуют</p> <p>За 2020–2023 годы выполнено 55 туристских чартеров, обслужено 8,7 тыс. человек</p> <p>Субсидирование по 2 направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> — межрегиональные воздушные перевозки — региональные воздушные перевозки <p>27 событийных мероприятий, на проведение которых предоставляются субсидии из федерального и регионального бюджетов</p> <p>Туристский код центра города Улан-Удэ</p> <p>Промотуры для федеральных СМИ («Комсомольская правда», «Известия», «Russian. Traveler», «Вокруг Света», «Моя Планета», телеканал «Пятница», видеопроект «Маршрут построен», тур «Медиаразведка» для сервиса Туту.ру и др.)</p> <p>2023 год — экспозиция «Байкал. Бурятия — живой репортаж»</p>
6.	Национальные маршруты и туристские программы	<p>Национальные маршруты</p> <p>Всероссийская программа «Класная страна»</p>	<p>Создан аттестационный центр инструкторов-проводников;</p> <p>84 сотрудника отрасли прошли обучение по программе дополнительного профессионального образования</p> <p>Единая электронная виза (автомобильный пункт пропуска в Кяхте, аэропорт «Байкал» в г. Улан-Удэ, железнодорожный пункт пропуска в Наушки)</p>
7.	Стимулирование внутреннего спроса	<p>Дальневосточный кешбэк</p> <p>Детский кешбэк</p> <p>Чартерные программы</p> <p>Субсидирование авиаперевозок</p>	<p>Событийный календарь</p> <p>Туристский код</p> <p>Промотуры для российских и иностранных туроператоров и СМИ</p> <p>«Улица Дальнего Востока» в рамках Восточного экономического форума</p>
8.	Популяризация и продвижение туристского продукта	<p>Подготовка кадров</p> <p>Цифровой инструмент «единая электронная виза»</p>	<p>Создан аттестационный центр инструкторов-проводников;</p> <p>84 сотрудника отрасли прошли обучение по программе дополнительного профессионального образования</p> <p>Единая электронная виза (автомобильный пункт пропуска в Кяхте, аэропорт «Байкал» в г. Улан-Удэ, железнодорожный пункт пропуска в Наушки)</p>
9.	Повышение качества услуг и управления отраслью	<p>Подготовка кадров</p> <p>Цифровой инструмент «единая электронная виза»</p>	<p>Создан аттестационный центр инструкторов-проводников;</p> <p>84 сотрудника отрасли прошли обучение по программе дополнительного профессионального образования</p> <p>Единая электронная виза (автомобильный пункт пропуска в Кяхте, аэропорт «Байкал» в г. Улан-Удэ, железнодорожный пункт пропуска в Наушки)</p>

Анализ основных показателей развития туризма в Бурятии за 2016–2022 годы свидетельствует о том, что отрасль не только достигла допандемийного уровня, но и превысила его. Так, в 2022 году численность лиц, размещенных в коллективных средствах размещения, составила 490.5 тыс. чел., что выше показателя 2019 года на 20%, а объем платных услуг увеличился на 16% и составил 3713.03 млн руб. (рис. 4,5).

Восстановление турпотока в Бурятии до уровня 2019 года произошло уже в 2021 году и способствовал этому не только широкий федеральный пакет антикризисных мер, но и существенное расширение перечня мер государственной поддержки из республиканского бюджета [10]. Отметим, перечень направлений,

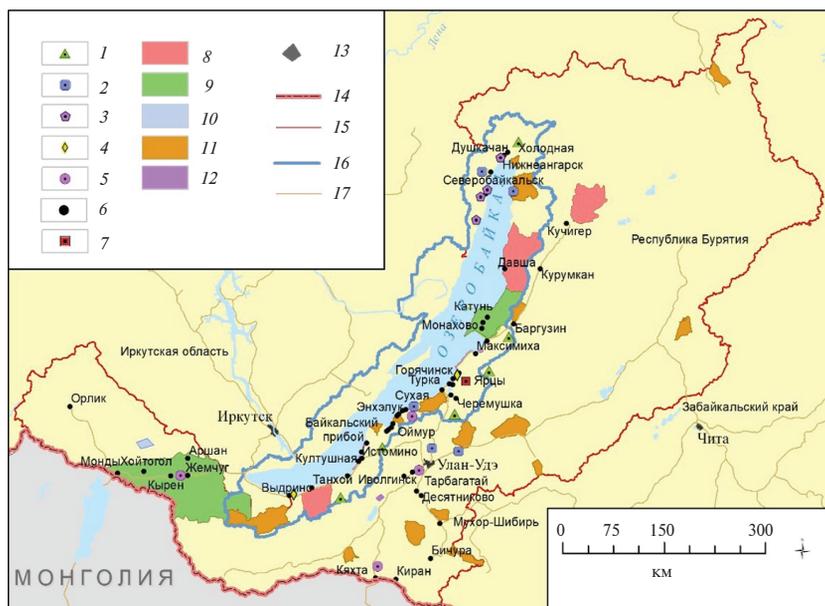


Рис. 3. Территориальная структура туристско-рекреационной деятельности в Республике Бурятия. Составлено к.г.н. Будаевой Д.Г. на топографической основе ArcGIS Enterprise Standard (лицензиат Байкальский институт природопользования СО РАН) с использованием [3].

Формы территориальной организации туристско-рекреационной деятельности: 1 — арендуемые лесные участки, 2 — зоны экономического благоприятствования; 3 — места массового отдыха, 4 — территории опережающего развития, 5 — туристские кластеры, 6 — туристско-ориентированные населенные пункты, 7 — ОЭЗ ТРТ «Байкальская гавань»; особо охраняемые природные территории: 8 — заповедники, 9 — национальные парки, 10 — природные парки, 11 — заказники, 12 — рекреационные местности; 13 — центры субъектов Российской Федерации, 14 — государственная граница, 15 — граница субъектов Российской Федерации, 16 — граница центральной экологической зоны Байкальской природной территории.

Fig. 3. Territorial structure of tourist and recreational activities in the Republic of Buryatia. Compiled on the ArcGIS Enterprise Standard topographic base (licensee Baikal Institute of Nature Management, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences) using [3].

Forms of territorial organization of tourist and recreational activities: 1 — leased forest areas, 2 — zones of economic favorability; 3 — places of mass recreation, 4 — territories of advanced development, 5 — tourist clusters, 6 — tourist-oriented settlements, 7 — SEZ TRT «Baikal Harbor»; specially protected natural areas, 8 — nature reserves, 9 — national parks, 10 — natural parks, 11 — nature reserves, 12 — recreational areas; 13 — the centers of the subjects of the Russian Federation, 14 — the state border, 15 — the border of the subjects of the Russian Federation, 16 — the border of the central ecological zone of the Baikal natural territory.

по которым предпринимателям предоставляются республиканские субсидии, расширился от 6 в 2009-м до 20 в 2022-м. Предельный размер субсидии варьирует от 25 тыс. руб. до 5 млн руб. С 2020 года в соответствии с постановлением Правительства Республики Бурятия от 16.04.2020 г. № 206 «О мерах государственной поддержки проектов в сфере внутреннего и въездного туризма на территории Республики Бурятия» на конкурсной основе предоставляются гранты в сумме от 250 тыс. руб. до 1 млн руб. на реализацию проектов по сельскому, экологическому, социальному туризму, по продвижению туристского продукта.

За 2022–2023 годы за счет использования федеральной субсидии на осуществление поддержки общественных инициатив, направленных на создание модуль-

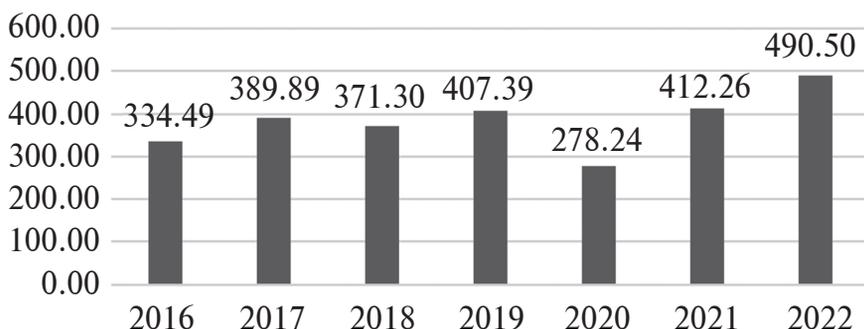


Рис. 4. Численность размещенных в коллективных средствах размещения в Республике Бурятия за 2016–2022 годы, тыс. чел. Составлено по [26].

Fig. 4. The number of people who used accommodation facilities in the Republic of Buryatia for 2016–2022, thousand people. Compiled by [26].

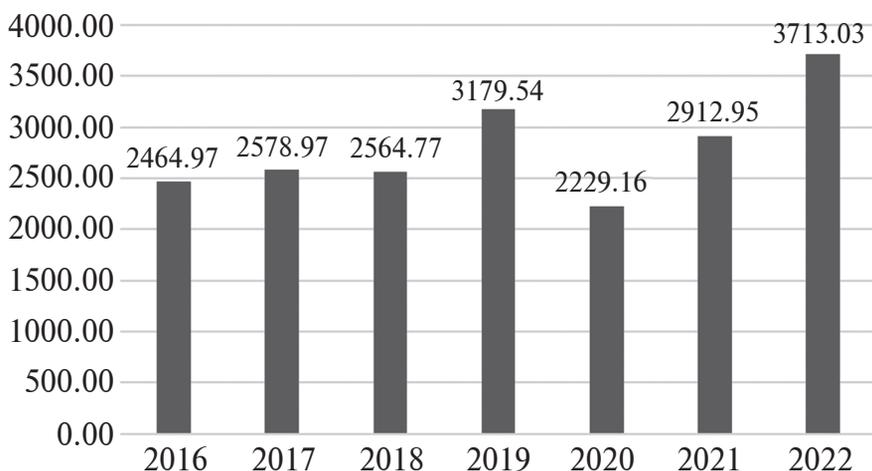


Рис. 5. Объем платных услуг в сфере туризма в Республике Бурятия за 2016–2022 гг., млн. руб. Составлено по [26].

Fig. 5. Income in the tourism sector in the Republic of Buryatia for 2016–2022, million rub. Compiled by [26].

ных некапитальных средств размещения, номерной фонд республики увеличился на 211 номеров (модулей) с емкостью 644 койко-места. В настоящее время на побережье озера Байкал расположено 28% всех средств размещения республики, 11% — в национальном парке «Тункинский». Наиболее комфортабельная часть гостиничного фонда Бурятии (53% объектов) находится в г. Улан-Удэ.

К 2030 году, согласно проекту Федеральной туристической межрегиональной схемы территориально-пространственного планирования макротерритории «Байкал», в Республике Бурятия предусмотрено увеличение количества объектов гостиничной инфраструктуры и их номерного фонда почти в два раза по сравнению с 2024 годом.

В 2022 году в сфере туризма насчитывалось 28 туроператоров, 70 турагентств, 14 санаторно-курортных организаций, 475 коллективных средств размещения, 158 из них классифицировано. Вместе с тем показатель численности работников туристской отрасли еще не достиг допандемийного значения (рис. 6), что в значительной степени обусловлено переходом субъектов туристской деятельности в категорию «самозанятые», которая пока не охвачена статистическим учетом.

В Национальном туристическом рейтинге — 2022 Республика Бурятия заняла 37-е место, поднявшись с 43-го места в 2020 году, и вошла в так называемую группу крепких профи [15].

Таким образом, в ходе исследования выявлено, что туризм в Республике Бурятия встряхнулся после ковидного шока и довольно успешно развивается при сильной федеральной поддержке. В то же время потребность в дальневосточном туризме в обществе быстро растет. Сможет ли российский турист удовлетворить ее на региональных туристских рынках, во многом зависит не только от государственного «вмешательства», но и от совершенствования региональной политики и активизации инициатив турбизнеса. Вместе с тем по поручению Президента Российской Федерации В.В. Путина при реализации проектов на оз. Байкал должно

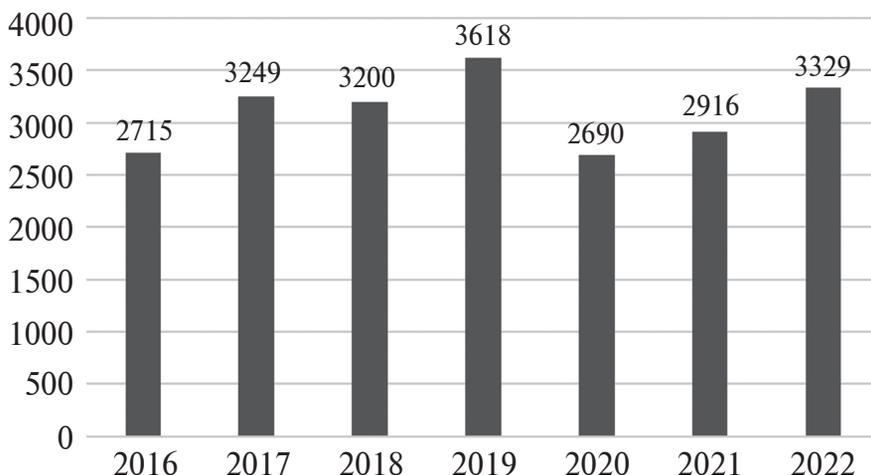


Рис. 6. Численность работников в сфере туризма в Республике Бурятия за 2016–2022 годы, чел. Составлено по [26].

Fig. 6. Number of employees in the tourism sector in the Republic of Buryatia for 2016–2022, people. Compiled by [26].

уделяться особое внимание всему тому, что связано с экологией и защитой природы с использованием самых современных технологий. В этом контексте требуется совершенствование туристской политики, связанной с: (i) проведением комплексных исследований воздействия туристской деятельности на окружающую среду; (ii) оценкой экологической допустимости размещения объектов на территориях с экологическими ограничениями; (iii) стимулированием предприятий, осуществляющих экологизацию хозяйственной и иной деятельности; (iv) совершенствованием системы контроля и мониторинга исполнения норм природоохранного законодательства при осуществлении туристской деятельности, направленной на внедрение новых форм взаимодействия контрольно-надзорных органов и бизнеса (экологические консультации, разработка методических рекомендаций бизнесу, обучение, информирование и пр.) по принципу «лучше предотвратить нарушение, чем наказать»; (v) ведением государственного экологического мониторинга на территориях с экологическими ограничениями. Многие из предложенных мер давно уже активно обсуждаются, но до сих пор не нашли действенного применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показывает, что Республика Бурятия служит конкретным примером реализации федеральной повестки по развитию туризма на Дальнем Востоке. Нами выявлено, что в регионе реализуются 29 из 30 рассматриваемых инструментов государственной туристской политики применительно к Дальнему Востоку, не получила развития такая мера, как «дальневосточная концессия». В регионе активно совершенствуется собственная региональная политика по развитию туризма на основе применения прогрессивных инструментов государственного регулирования и поддержки. Рассмотренный пример Республики Бурятия подтверждает не только приоритетный дальневосточный вектор туризма, но и достаточность усилий региона, который активно принимает участие во всех конкурсных отборах на получение федеральной финансовой поддержки. Однако существенный рост количества средств размещения и туристского потока без недостаточного учета экологических факторов в инвестиционной и хозяйственной деятельности может проявляться в усилении деградации окружающей среды. Следовательно, логичным шагом в условиях интенсификации инвестиционных процессов в туристском секторе в регионе с экологическими ограничениями является разработка комплекса мер по системному развитию туризма на оз. Байкал с учетом минимизации и перераспределения антропогенной нагрузки. Предложенные в статье меры по совершенствованию туристской политики с учетом экологических аспектов давно уже активно обсуждаются как на федеральном, так и на региональном уровнях, но до сих пор не нашли действенного применения.

Вместе с тем ожидаемые результаты и последствия растущих инициатив регионального правительства, местной власти, частного бизнеса по развитию и продвижению туризма могут проявиться нескоро, поэтому перспективы будущих исследований связаны с изучением и оценкой эффективности реализации региональной туристской политики по созданию прорывных условий развития туризма на Дальнем Востоке России в контексте экологизации туристской деятельности.

Благодарность. Исследование выполнено в рамках Государственных программ научных исследований Байкальского института природопользования СО РАН № ГР АААА-А21-121011990023-1, ГР АААА-А21-121011590039-6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астафьев С. А., Толстоухова И. С., Воронов Д. А., Степанов Е. В. Комплексное развитие территорий Дальневосточного федерального округа: экономические и нормативные аспекты проектирования туристского центра муниципального образования «город Кяхта» // Проблемы социально-экономического развития «Сибири». 2022. № 3 (49). С. 9–21.
2. Бакланов П. Я., Романов М. Т. Основные факторы и направления развития туризма в Дальневосточном регионе России // Вестник НАТ. 2013. №1 (25). С. 37–43.
3. Будаева Д. Г., Евстропьева О. В., Бешенцев А. Н., Санжеев Э. Д., Алымбаева Ж. Б., Батоцыренов Э. А., Жарникова М. А., Хребтова Т. А. Научно-методические основы разработки Правил организации туризма и отдыха в центральной экологической зоне Байкальской природной территории Республики Бурятия // Географический вестник. 2023. № 2 (65). С. 154–168.
4. Государственная программа Российской Федерации «Развитие туризма» [Электронный ресурс]: утв. постановлением Правительства от 24 декабря 2021 года № 2439. URL: <http://government.ru> (дата обращения 20.07.2023)
5. Давыборец Е. Н., Радиков И. В. Перспективы развития туризма на Дальнем Востоке России // Вестник Забайкальского государственного университета. 2023. Т. 29. № 2. С. 205–211. <https://doi.org/10.2109/2227-9245-2023-29-2-205-211>
6. Жмуйдин И. А., Кононов А. Ю. Российский опыт винного туризма и перспективы его развития в Приморском крае // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2021. Т.10. № 3 (36). С. 156–160. <https://doi.org/10.26140/anie-2021-1003-0036>
7. Крылов П. М. Рекреация и туризм в Сахалинской области: проблемы и перспективы развития с позиций территориального планирования // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2021. Т.2. № 3 (48). С. 33–44.
8. Косолапов А. Б., Бобрынова Е. В. Проблемы развития туризма на приморских территориях Дальнего Востока // Мат. межд. научно-практ. конф. «Туризм и национальные проекты Российской Федерации». Сочи, 2022. С.254–259.
9. Лехтянская Л. В., Панина М. П. Основные направления в туристской политике Дальневосточного региона // Сб. статей межд. научно-практ. конф. «Современный взгляд на развитие общества, науки и образования». Пенза, 2023. С.38–40.
10. Максанова Л. Б.-Ж., Дугарова Т. Б., Кауров И. А. Туризм и пандемия COVID-19: опыт и уроки Республики Бурятия // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2021. № 1. С. 62–71. <https://doi.org/10.18101/2304-4446-2021-1-62-71>
11. Максанова Л. Б.-Ж., Хребтова Т. А., Бадмацыренова М. Б. Туризм в Дальневосточном федеральном округе: современное состояние и перспективы развития // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2023. № 3. С. 65–75.
12. Мирзеханова З. Г. Развитие туризма на Дальнем Востоке: о мерах преодоления кризиса // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природа, население, хозяйство территорий. Владивосток, 2021. С. 40–45.
13. Национальная программа социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года и на перспективу до 2035 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2020 г. № 2464-п. URL: <http://government.ru/docs/40487> (дата обращения 10.07.2023).
14. Национальный проект «Туризм и индустрия гостеприимства». https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/nacionalnyy_proekt_turizm_i_industriya_gostepriimstva/ (дата обращения 20.07.2023)
15. Национальный туристический рейтинг — 2022. URL: <https://russia-rating.ru/info/21283.html> (дата обращения 22.03.2023).
16. Постановление Правительства Российской Федерации от 24.07.2023 № 1203 «Об объединении территорий опережающего развития, созданных на территории Республики Бурятия, и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации». URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 01.09.2023).
17. Пугачев И. Н., Клищенко М. В., Куликов Ю. И. Особенности реализации нацпроекта «Туризм и индустрия гостеприимства» в условиях Дальнего Востока // Сервис в России и за рубежом. 2021. Т.15. № 4 (96). С. 126–133.
18. Пуручиди С., Боджуга А. Ю. Туристская политика и институциональная экономика Российской Федерации как фактор роста туристского продукта города-курорта Сочи // Экономика и бизнес: теория и практика. 2018. № 5–2. С.30–33.

19. Распоряжение Правительства РФ от 19 августа 2022 г. № 2321-р «Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года». URL: <http://government.ru/docs/all/142724/> (дата обращения 20.07.2023).

20. Степанов Н.С. Территории опережающего развития и свободный порт Владивосток: проблемы и перспективы в рамках новой модели развития // *Modern Economy Succes*. 2020. № 1. С.35–42.

21. Тулоханов А. К., Болданов Т. А., Базаржапов Ц. Ж., Бильгаев А. В., Янгутова А. Б., Dong S., Cheng H. Новые подходы к развитию туристического потенциала в Байкальском сегменте международного транспортного коридора «Один пояс — один путь» // *Вопросы степеведения*. 2022. №1. С. 50–59.

22. Чхотуа И. З. Стратегирование туризма на Дальнем Востоке России // *Стратегирование: теория и практика*. 2022. Т. 2. № 3. С. 390–404.
<https://doi.org/10.21603/2782-2435-2022-2-3-390-404>

23. Шарифуллина А. И. Государственное регулирование туристской индустрии в России и во Франции // *ГосРег: государственное регулирование общественных отношений*. 2019. № 2 (28). С. 217–221.

24. Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, 2015. 145 с.

25. Юрий Трутнев: люди на Байкале должны отдыхать так, чтобы не вредить природе. URL: http://www.dfo.gov.ru/press/press_service/4681/ (дата обращения 31.08.2023).

26. Федеральная служба государственной статистики России.
URL: <https://www.fedstat.ru> (дата обращения 10.07.2023).

National Tourism Policy in the Russian Far East of Russia: a Case Study of the Republic of Buryatia

L. B-Zh. Maksanova*, D. G. Budaeva, T. A. Khebtova*****

Baikal Institute of Nature Management, SB RAS, Ulan-Ude, 670047

*E-mail: lmaksanova@yandex.ru

**E-mail: budaevadarima@yandex.ru

***E-mail: suranova_tanya@mail.ru

Abstract — The development of tourism in the Russian Far East is a priority for the strategic development of Russia in the current geopolitical environment. The state is implementing unprecedented measures to support the tourism industry in this macro-region. This article analyzes the implementation of the federal agenda for comprehensive tourism development in the Far East, using the Republic of Buryatia as an example (the republic is located in the Baikal natural territory and has been part of the Far Eastern Federal District since 2018). This article presents the key measures of state tourism policy for the Far East, as well as the mechanisms of state regulation and support of tourism in Buryatia. It demonstrates the changing territorial structure of tourism and recreational activities in the region. The study is based on legislative and regulatory documents, national projects, state programs, scientific publications and websites, as well as official statistical data from both federal and regional sources. The results of this study indicate that the Republic of Buryatia is actively enhancing its regional policy on tourism development by utilizing innovative approaches and progressive state support measures. Tourism in Buryatia has not only successfully overcome the consequences of the pandemic but is also developing in current conditions. This is evident in the prioritization of tourism in the Russian Far East and the significant efforts of the authorities of Buryatia, who participate in all competitive selections for federal financial support. At the same time, a significant increase in the number of accommodation facilities and tourist flow without insufficient consideration of environmental factors in investment and economic activities may manifest itself in increased environmental degradation.

The article proposes measures to improve tourism policy in line with the solution of strategic tasks of tourism development in the Republic of Buryatia and the preservation of the unique ecosystem of Lake Baikal.

Keywords: tourism, tourism policy, Far Eastern Federal District Republic of Buryatia

REFERENCES

1. Astaf'ev S. A., Tolstouhova I. S., Voronov D. A., Stepanov E. V. Kompleksnoe razvitiye territoriy Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga: ekonomicheskie i normativnye aspekty proektirovaniya turistskogo centra municipal'nogo obrazovaniya "gorod Kyahta" // Problemy social'no-ekonomicheskogo razvitiya "Sibiri". 2022. № 3 (49). S. 9–21.
2. Baklanov P. Ya., Romanov M. T. Osnovnye faktory i napravleniya razvitiya turizma v Dal'nevostochnom regione Rossii // Vestnik NAT. 2013. №1 (25). S. 37–43.
3. Budaeva D. G., Evstrop'eva O. V., Beshencev A. N., Sanzheev E. D., Alymbaeva Zh. B., Batocynov E. A., Zharnikova M. A., Hrebtova T. A. Nauchno-metodicheskie osnovy razrabotki Pravil organizatsii turizma i otdyha v central'noj ekologicheskoy zone Bajkal'skoj prirodnoj territorii Respubliki Buryatiya // Geograficheskij vestnik. 2023. № 2 (65). S. 154–168.
4. Gosudarstvennaya programma Rossijskoj Federatsii "Razvitiye turizma". URL: <https://docs.cntd.ru/document/727709328> (data obrashcheniya 20.07.2023).
5. Davyborec E. N., Radikov I. V. Perspektivy razvitiya turizma na Dal'nem Vostoke Rossii // Vestnik Zabajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta. 2023. T. 29. № 2. S. 205–211. <https://doi.org/10.2109/2227-9245-2023-29-2-205-211>
6. Zhmujdin I. A., Kononov A. Yu. Rossijskij opyt vinnogo turizma i perspektivy ego razvitiya v Primorskom krae // Azimut nauchnyh issledovanij: ekonomika i upravlenie. 2021. T.10. № 3 (36). S. 156–160. <https://doi.org/10.26140/anie-2021-1003-0036>
7. Krylov P. M. Rekreaciya i turizm v Sahalinskoj oblasti: problemy i perspektivy razvitiya s pozicij territorial'nogo planirovaniya // Vestnik Volzhskogo universiteta im. V. N. Tatishcheva. 2021. T.2. № 3 (48). S. 33–44.
8. Kosolapov A. B., Bobrynova E. V. Problemy razvitiya turizma na primorskih territoriyah Dal'nego Vostoka // Turizm i nacional'nye proekty Rossijskoj Federatsii: mat-ly mezhd. nauchno-prakt. konf. Sochi, 2022. S. 254–259.
9. Lekhtyanskaya L. V., Panina M. P. Osnovnye napravleniya v turistskoj politike Dal'nevostochnogo regiona // Sovremennij vzglyad na razvitiye obshchestva, nauki i obrazovaniya: sb. statej mezhd. nauchno-prakt. konf. Penza, 2023. S. 38–40.
10. Maksanova L. B.-Zh., Dugarova T. B., Kaurov I. A. Turizm i pandemiya COVID-19: opyt i uroki Respubliki Buryatiya // Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika i menedzhment. 2021. № 1. S. 62-71. <https://doi.org/10.18101/2304-4446-2021-1-62-71>
11. Maksanova L. B.-Zh., Hrebtova T. A., Badmacyrenova M. B. Turizm v Dal'nevostochnom federal'nom okruge: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya // Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika i menedzhment. 2023. № 3. S. 65–75.
12. Mirzekhanova Z. G. (2021), Development of tourism in the Far East: measures to overcome the crisis // Geosistemy Severo-Vostochnoj Azii: priroda, naselenie, hozyajstvo territorij, Vladivostok, pp. 40–45.
13. Nacional'naya programma social'no-ekonomicheskogo razvitiya Dal'nego Vostoka na period do 2024 goda i na perspektivu do 2035 goda, utverzhennaya Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii ot 24 sentyabrya 2020 g. № 2464-r. URL: <http://government.ru/docs/40487> (data obrashcheniya 10.07.2023).
14. Nacional'nyj proekt «Turizm i industriya gostepriimstva». URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/turizm/nacionalnyy_proekt_turizm_i_industriya_gostepriimstva/ (data obrashcheniya 20.07.2023).
15. Nacional'nyj turistscheskij rejting – 2022. URL: <https://russia-rating.ru/info/21283.html> (data obrashcheniya 22.03.2023).
16. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii ot 24.07.2023 № 1203 «Ob ob'edinenii territorij operezhayushchego razvitiya, sozdannyh na territorii Respubliki Buryatiya, i priznanii utrativshimi silu nekotoryh aktov i otdel'nyh polozhenij nekotoryh aktov Pravitel'stva Rossijskoj Federatsii». URL: <http://www.consultant.ru/> (data obrashcheniya 01.09.2023).

17. Pugachev I. N., Klicenko M. V., Kulikov YU. I. Osobennosti realizacii nacproekta “Turizm i industriya gostepriimstva” v usloviyah Dal’nego Vostoka // *Servis v Rossii i za rubezhom*. 2021. T.15. № 4 (96). S. 126–133.
18. Puruchidi S., Bodzhgua A. Yu. Turistskaya politika i institucional’naya ekonomika Rossijskoj Federacii kak faktor rosta turistskogo produkta goroda -kurorta Sochi // *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika*. 2018. № 5-2. S.30–33.
19. Rasporyazhenie Pravitel’sтва RF ot 19 avgusta 2022 g. № 2321-r “Ob utverzhdenii plana meropriyatij po realizacii Strategii razvitiya turizma v Rossijskoj Federacii na period do 2035 goda. URL: <http://government.ru/docs/all/142724/> (data obrashcheniya 20.07.2023)
20. Stepanov N. S. Territorii operezhayushchego razvitiya i svobodnyj port Vladivostok: problemy i perspektivy v ramkah novoj modeli razvitiya // *Modern Economy Succes*. 2020. № 1. S.35–42.
21. Tulohonov A. K., Boldanov T. A., Bazarzhapov C. Zh., Bil’gaev A. V., YAngutova A. B., Dong S., Cheng H. Novye podhody k razvitiyu turisticheskogo potentsiala v Bajkal’skom segmente mezhdunarodnogo transportnogo koridora “Odin poyas — odin put” // *Voprosy stepevedeniya*. 2022. №1. S. 50–59.
22. Chkhotua I. Z. Strategirovanie turizma na Dal’nem Vostoke Rossii // *Strategirovanie: teoriya i praktika*. 2022. T. 2. № 3. S. 390–404. <https://doi.org/10.21603/2782-2435-2022-2-3-390-404>.
23. Sharifullina A. I. Gosudarstvennoe regulirovanie turistskoj industrii v Rossii i vo Francii // *GosReg: gosudarstvennoe regulirovanie obshchestvennyh otnoshenij*. 2019. № 2 (28). S. 217–221.
24. *Ekologicheskij atlas bassejna ozera Bajkal*. Irkutsk. Izd-vo Instituta geografii im. V.B. Sochavy Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk. 2015. 145 s.
25. Yurij Trutnev: lyudi na Bajkale dolzhny otdyhat’ tak, chtoby ne vredit’ prirode. URL: http://www.dfo.gov.ru/press/press_service/4681/ (data obrashcheniya 31.08.2023).
26. Federal’naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki Rossii. URL: <https://www.fedstat.ru> (data obrashcheniya 10.07.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Максанова Людмила Бато-Жаргаловна, членский билет РГО №10326-03 от 09.10.2019, доктор экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, доцент, Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой 6, lmaksanova@yandex.ru.

Maksanova Lyudmila Bato-Zhargalovna, Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Economic Sciences, Leading researcher; Associate Professor, Baikal Institute of Nature Management, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, 670047, Russia, Buryatia, Ulan-Ude, Sakhyanovoy str., 6, lmaksanova@yandex.ru.

Будаева Дарима Гармаевна (контактное лицо), кандидат географических наук, научный сотрудник, Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой 6, +7-950-391-69-47, budaevadarima@yandex.ru.

Budaeva Darima Garmaevna, Ph.D. of Geographic Sciences, Research Officer, Baikal Institute of Nature Management, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, 670047, Russia, Buryatia, Ulan-Ude, Sakhyanovoy str., 6, +7-950-391-69-47, budaevadarima@yandex.ru.

Хребтова Татьяна Анатольевна, аспирант, Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук, Министерство науки

и высшего образования Российской Федерации, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой 6, suranova_tanya@mail.ru.

Khrebtova Tatyana Anatolyevna, post graduate student, Baikal Institute of Nature Management, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, 670047, Russia, Buryatia, Ulan-Ude, Sakhyanovoy str., 6, suranova_tanya@mail.ru.

УДК 551.328

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ДИНАМИКА НАЛЕДЕЙ В СЕЛЕНГИНСКОМ СРЕДНЕГОРЬЕ

© 2024 г. В. Н. Черных

Байкальский институт природопользования СО РАН

E-mail: geosibir@yandex.ru

Поступила в редакцию 01.02.2024 г.

После доработки 02.09.2024 г.

Принята к публикации 29.09.2024 г.

Приводятся результаты изучения наледей в пределах территории Селенгинского среднегорья (Западное Забайкалье). Составлены современные и ретроспективные карты их распространения, получены актуальные сведения по основным морфометрическим характеристикам, межгодовой пространственной динамике, изменчивости площадей. Сравнение векторных данных по расположению наледей в разные годы в совокупности с материалами, полученными в ходе полевых экспедиционных исследований, позволило сделать предварительные оценки по их принадлежности к разным генетическим типам. Установлено, что в Селенгинском среднегорье преобладают наледи, образование которых происходит в результате выхода на поверхность грунтовых вод при сезонном промерзании горных пород. Около 30% наледей связаны с источниками подземных вод, поступающих из глубоких водоносных горизонтов (ключевые наледи).

Межгодовая изменчивость размеров наледей синхронна циклам увлажнения, наряду с этим наблюдается направленность на увеличение общего количества наледей. При этом число очень крупных в настоящее время сократилось в 2 раза по отношению к 1990 г., возросло количество средних и малых наледей. Указанные тенденции являются следствием изменения состояния природной среды под воздействием климатических процессов (увеличение температуры воздуха) и антропогенных факторов, влияние которых на интенсивность наледных процессов в Селенгинском среднегорье существенно.

Ключевые слова: наледь, многолетняя мерзлота, Селенгинское среднегорье, климат, температура воздуха, осадки, сток

DOI: 10.31857/S0869607124020055, **EDN:** MOPXIJ

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдающиеся в настоящее время климатические изменения, выражающиеся, прежде всего, в увеличении температуры воздуха, негативно сказываются на состоянии природной среды районов с распространением многолетней мерзлоты. Влияют они и на наледи, которые как в северной, так и в южной геоэкологической зоне играют важное значение в перераспределении стока и являются неотъемлемой частью природных ландшафтов. Тренд в изменении состояния многих гигантских наледей-тарынов в районах со сплошным типом распространения многолетне-мерзлых пород (ММП) характеризуется сокращением площадей и объемов некоторых из них [7]. Для территории Селенгинского среднегорья современных сведений

о направленности пространственной динамики наледей, а также об изменении их площадей и объемов нет.

Наледи Забайкалья в разное время изучались в горных районах, прилегающих к оз. Байкал [8], в зоне проектирования и строительства БАМа в Северном [1, 9], на территории Читинской области (ныне — Забайкальского края) в Восточном Забайкалье [18]. Западное Забайкалье, большую часть которого занимает орографическая область Селенгинское среднегорье — наименее изученный район.

Особенностями территории, определяющими специфику формирования наледей, являются неоднородность в распространении ММП, горный, расчлененный рельеф, выраженные циклические и направленные климатические изменения.

Основная цель данного исследования — оценка современного распространения наледей с оценкой изменения интенсивности наледообразования под влиянием природных и антропогенных факторов. В задачи работы входило картографирование наледей по космическим снимкам, оценка их основных морфометрических характеристик, установление особенностей генезиса и развития в современных климатических условиях, выявление влияния различных факторов среды на интенсивность наледных процессов.

В работе наряду с результатами картографирования представлены фактические данные, полученные в процессе мониторинговых исследований наледей, проведенных в период с 2020 г. по настоящее время.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве территории исследования рассматривается Селенгинское среднегорье в границах, обозначенных в работе Н. Ф. Фадеевой [16], со склонами прилегающих горных хребтов, в пределах которых формируется часть стока, общей площадью 82.4 тыс. км².

Территория представляет собой сочетание средневысотных (до 1500–1800 м) горных хребтов с плоскими вершинами и межгорных впадин забайкальского типа, абсолютная высота днищ которых — 550–700 м. Складчатые структуры сложены в основном гранитоидами, в меньшей степени представлены метаморфическими породами, впадины межгорных котловин выполнены юрско-меловыми и неоген-четвертичными отложениями разного генезиса. Рельеф создан дифференцированными медленными движениями земной коры, которые выражались в формировании сложных антиклинальных складок (в рельефе соответствуют хребтам) и опусканием синклиналей, обусловившим образование котловин. Блоковое строение земной коры определяет наличие многочисленных тектонических разломов, которые хорошо выражены в рельефе [12].

Климат резко континентальный, с продолжительным (до 6 месяцев) холодным сезоном. Среднегодовые температуры воздуха на большей части территории отрицательны, в пределах -1.3°C (м/с Цакир) — 1.6°C (м/с Хилок). Положительны среднегодовые температуры воздуха в южной части территории (м/с Кяхта, 3.7°C). Наблюдается тренд на повышение температуры воздуха. С 2013 г., по данным м/с Улан-Удэ, среднегодовые значения положительны. В январе температура воздуха опускается до -40°C и ниже. В год выпадает от 230 до 500 мм осадков [6]. Как и для Забайкалья в целом, для Селенгинского среднегорья характерна климатическая цикличность, выражающаяся в смене маловодных и многоводных циклов.

Территория исследования относится к Западно-Забайкальской гидрогеологической складчатой области, в пределах которой выделено не менее 11 артезианских бассейнов межгорных котловин и 12 бассейнов трещинных вод в горных хребтах [4]. Последние по суммарной площади преобладают (около 65% территории). В Селенгинском среднегорье большая часть осадков (до 90%) выпадает в теплый период года, максимум (до 200–300 мм) приходится на вторую половину июля и август, поэтому, главным образом, за счет них осуществляется питание подземных вод.

Формирование и распределение подземных вод определяется суммой физико-географических и геолого-гидрогеологических факторов, из которых первостепенное значение имеют атмосферные осадки и наличие ММП [4]. Для 26.8% (около 22.1 тыс. км²) рассматриваемой территории Селенгинского среднегорья характерен редкоостровной тип распространения ММП, массивно-островной — 35.6% (около 29.2 тыс. км²), прерывистый — 12.9% (около 10.7 тыс. км²), сплошной — 24.7% (20.4 тыс. км²) [21]. Температура многолетнемерзлых толщ колеблется от -0.9°C на юге до -3°C на севере и в горах. Глубина залегания кровли ММП также различна, от 1.5 м, чаще всего значительно глубже. Мощность слоя сезонного промерзания-оттаивания составляет 2–2.2 м [15]. Так как многолетняя мерзлота имеет в большей степени островное распространение, то подземные воды разных водоносных горизонтов чаще всего гидравлически связаны. Вместе с тем в местах сплошного распространения ММП в горах выделяются надмерзлотные и подмерзлотные водоносные горизонты. Разгрузка последних происходит, в частности, по зонам разломов.

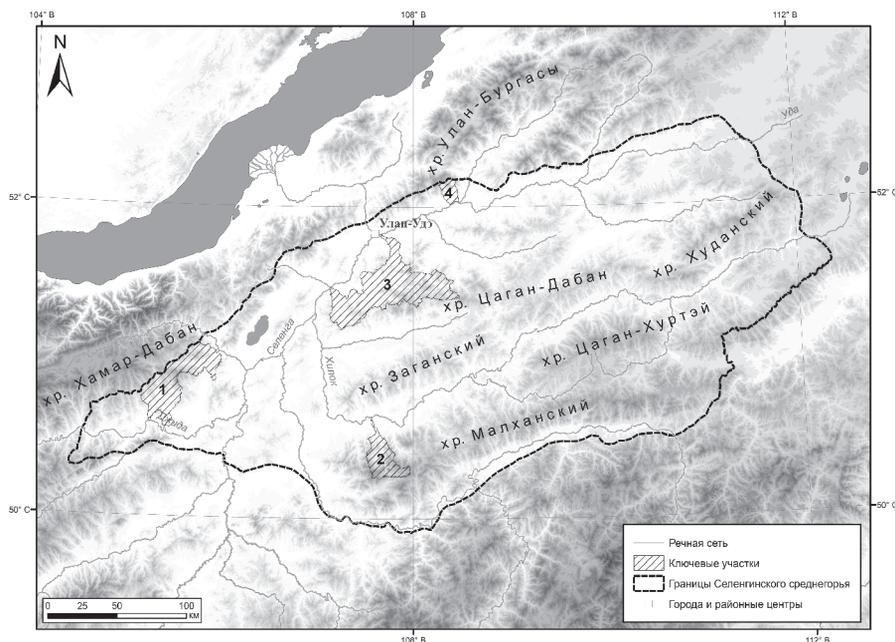


Рис. 1. Территория исследования. Цифрами обозначены ключевые участки исследования, смежные бассейны малых рек в отрогах горных хребтов: 1 — Хамар-Дабан; 2 — Малханский, 3 — Цаган-Дабан, 4 — Улан-Бургасы.

Fig. 1. Study area. Numbers indicate key study sites, neighboring basins of small rivers in the spurs of mountain ranges: 1 — Khamar-Daban; 2 — Malkhansky, 3 — Tsagan-Daban, 4 — Ulan-Burgasy.

Основу гидрографической сети составляют р. Селенга с притоками, средними (площадь водосбора до 50 тыс. км²) реками Чикой, Хилок, Джида и др. Густота речной сети 0.6–0.8 км/км² [19]. Территория дренируется множеством малых рек и ручьев [10]. Ледостав на реках начинается во второй половине ноября, вскрытие ото льда — в середине апреля. Малые реки территории зимой перемерзают.

Для выявления особенностей динамики наледей составлены карты их распространения в Селенгинском среднегорье. Картографирование выполнено на основе данных космической съемки Landsat-4–5 и Landsat-8 (пространственное разрешение 30 м). При составлении карты современного распространения наледей использовано 10 сцен Landsat-8 (2022 г.), по снимкам 1990, 2000 и 2018 гг. (33 сцены Landsat-4–5) получена серия ретроспективных карт. Автоматизированная обработка данных космической съемки проведена на основе анализа пороговых значений NDSI (нормализованный снежно-ледовый индекс) [24] по технологии, описанной в работах [22, 20, 23]. Для определения границ буферных зон, в пределах которых проводились расчеты, потребовалась дополнительная детализация гидрографической сети. Тальвеги с руслами водотоков (до I-го порядка по методу Стралера–Философова), вдоль которых формируются наледы, выделены при помощи цифровой модели рельефа SRTM с помощью модуля «Гидрология» программного обеспечения ArcGIS. Вдоль них ширина буферов устанавливалась в зависимости от порядка водотоков, от 100 (I-й порядок) до 500 м (малые реки V–VI-го порядков). После вычисления NDSI полученные растровые изображения конвертированы в векторный формат (полигоны). Расчлененный рельеф территории, преобладание лесной, древесной и древесно-кустарниковой растительности, под пологом которой неравномерно тает и длительное время сохраняется снег, затрудняет автоматизированное распознавание наледей небольших размеров по NDSI, поэтому в процессе работы применялись также визуальное дешифрирование и ручная оцифровка.

На основе полученных векторных данных по расположению наледей проведен пространственный анализ. Полигоны сравнивались между собой методом пересечения для выявления наледей, которые ежегодно формируются в одних и тех же местах, с данными SRTM для оценки доли наледей, формирующихся в горных районах и межгорных котловинах, а также с векторными данными баз из [5] (дороги, населенные пункты).

Полевые экспедиционные исследования проводились на ключевых участках (см. рис. 1). В целях получения актуальных сведений о мощности и объемах наледей в 2021–2023 гг. проведены наледемерные съемки. В лесном поясе, где на наледных полях произрастает древесная растительность, мощность льда определялась по заранее установленным вешкам в период максимального развития наледей (конец марта–начало апреля), а также по меткам, оставленным в этот период на деревьях, но уже после таяния льда. В лесостепном и степном поясе (долины рек в межгорных котловинах) для расчетов мощности наледей использованы данные съемки с борта БПЛА с дополнительной наземной привязкой опознаками, координаты которых (включая высотные отметки) определялись GNSS-приемником EFT M1. В марте–апреле получены цифровые модели рельефа (ЦМР) с поверхностями наледей, в июне — ЦМР наледных полей. На небольших наледях, площадью до 50 тыс. м², располагающихся в местах выходов источников подземных вод, толщина льда устанавливалась с помощью бурения лунок. Бурение льда проводилось профилями по всей площади наледи.

Для наблюдения за температурой воздуха в период формирования и разрушения наледей использованы автоматические термометрические датчики НОВО UA-002-08. Датчики устанавливались вблизи наледных полей на высоте 1.5 м над землей на период с сентября по июль в 2020–2023 гг. Тот же тип датчиков использован для выявления температурных характеристик горных пород. Для этого они устанавливались в рыхлые отложения пойм малых рек в районах формирования наледей (ключевой участок «Цаган-Дабан») методом шурфовки на глубину до 1.5 м с интервалом 0.5 м.

Данные по количеству осадков и динамике температуры воздуха получены с метеостанции «Улан-Удэ» (координаты 51°50' с.ш. 107°37' в.д., абс. выс. 530 м). Дополнительно, по отдельным наледным бассейнам, слой осадков теплого сезона года (за период с 2020 по 2023 гг.) установлен с помощью автоматических регистраторов осадков НОВО RG3-М.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе данных космической съемки составлены карты распространения наледей в Селенгинском среднегорье. На них представлены все объекты с размером в плане более 3.6 тыс. м² (4 пикселя снимка Landsat). Наледи подразделены по площадям, исходя из классификации В.Г. Петрова [11]. В современных климатических условиях (2022 г.) в пределах района исследования формируется 7.7 тыс. наледей суммарной площадью 206.4 км² (рис. 2).

Преобладают наледи, которые по размерам относятся к большим и средним (площади от 0.001 до 0.1 км²). Гигантских, с площадями более 1 км², по снимкам 2022 г. выделено 2. Относительная наледность территории составляет 0.24%. Максимальные значения (до 0.39%) характерны для горных территорий бассейнов рек Джида (Нижне-Джидинский геоморфологический район), Чикой и Уда. Минималь-

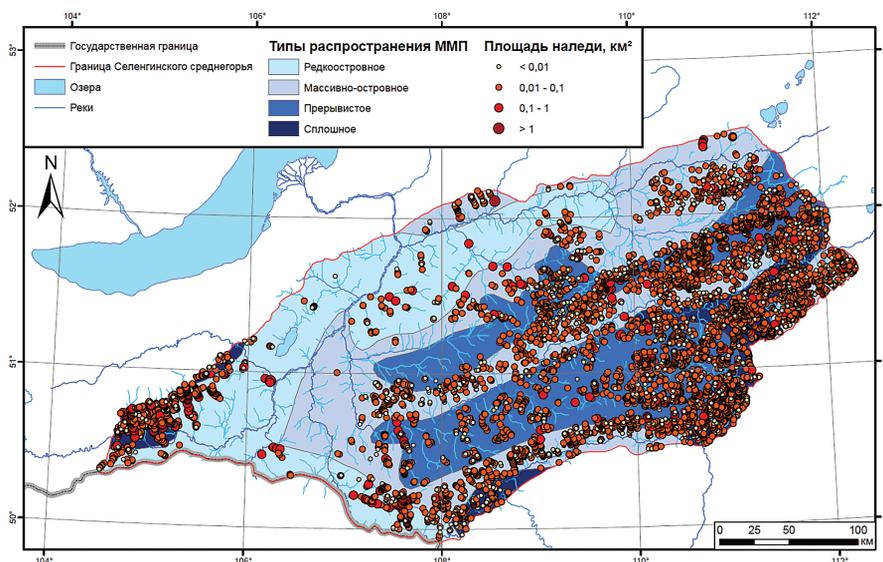


Рис. 2. Современное распространение наледей в Селенгинском среднегорье (схема многолетней мерзлоты по [21]).

Fig. 2. Current distribution of icings in the Selenga Middle Mountains (permafrost pattern according to [21]).

ное количество наледей фиксируется в центральной части Селенгинского среднегорья. Наледность здесь не превышает 0.01%.

Средняя мощность наледей варьирует от 0.4 м у тех, что формируются вдоль водотоков I-го порядка в межгорных распадках, до 2.2 м у наледей в долинах малых рек. Наибольшая зафиксированная мощность наледи составляет 3.5 м.

Сведения по количеству наледей и их площадям в маловодные и многоводные климатические циклы представлены в таблице 1. В данной таблице период маловодья характеризует 2018 г. (в 2015–2017 гг. в теплый сезон года выдало не более 70 мм осадков), многоводный цикл наблюдался в конце 1990-х – начале 2000 гг. и фиксируется в настоящее время.

В табл. 2 представлено распределение наледей в межгорных котловинах и в горных районах. Большая часть из них формируются в горах (бассейны трещинных вод), где преобладают лесные ландшафты.

Наледные процессы начинаются во второй половине ноября с переходом среднесуточной температуры воздуха ниже значения -15°C . Интенсивность их возрастает в начале января, по всей территории исследования наблюдается постоянный прирост площадей и объемов наледей. В конце февраля горные породы промерзают на максимальную глубину до 1.4 м, температура в них опускается до -5°C . С этого момента и до начала марта образование наледей идет наиболее интенсивно. Таяние, по данным наблюдений 2021–2023 гг., начинается в конце марта–начале апреля,

Таблица 1. Количество и площади наледей в Селенгинском среднегорье (по данным картографирования)

Table 1. Number and areas of icings in the Selenga Middle Mountains (based on mapping data)

Годы	Кол-во, шт.	Суммарная площадь, км ²	Наледность, %	Кол-во наледей по интервалам площадей, км ²			
				<0.01	0.01–0.1	0.1–1	>1
1990	5689	269.3	0.32	590	4459	565	3
2000	6572	288.6	0.34	1068	4917	575	5
2018	3429	121.8	0.14	697	2523	208	1
2022	7747	206.4	0.24	2651	4827	267	2

Таблица 2. Наледи в межгорных котловинах / в горных хребтах

Table 2. Icings in intermountain hollows / in mountain ranges

Годы	Кол-во наледей, шт.	Суммарные площади наледей, км ²	Доля от общего количества наледей, %	Доля от общей площади наледей, %
1990	792/4897	61.8/207.5	13.9/86.1	22.9/77.1
2000	1147/5425	67.5/221.1	17.4/82.1	23.3/76.7
2018	474/2955	24.1/97.7	13.8/86.2	18.8/81.2
2022	863/6884	38.8/168.1	11.1/88.9	18.5/81.5

заканчивается на большей части территории в середине мая. Отдельные наледи в горных районах сохраняются под пологом лесной растительности до начала июня. Самые поздние сроки таяния наледей — 15 июня. Многолетних или перелетывающих наледей в Селенгинском среднегорье нет.

ОБСУЖДЕНИЕ

В Селенгинском среднегорье наледи образуются в поймах малых рек, реже — в руслах и поймах средних рек, вдоль ручьев в распадках горных хребтов, в местах выхода на поверхность источников. Они характеризуются интенсивной межгодовой динамикой площадей и объемов (см. табл. 1). В маловодные годы наблюдается сокращение в 2.2–3 раза по сравнению с многоводными, часть наледей в этот период не формируются вообще. Расположение наледей из года в год также сильно варьирует. Отдельные наледи мигрируют вдоль русел водотоков на расстояния до 500 м. Средняя мощность наледей редко превышает 2 м. Все это, а также большое количество наледей свидетельствует о том, что образование значительной части из них связано с сезонным промерзанием горных пород с последующей разгрузкой грунтовых вод под действием криогенного напора. Такие относятся к грунтовым. Формирование их происходит по южному варианту (наледи южного типа) [13].

Сравнением векторных данных по расположению наледей в разные годы установлено, что 2.5 тыс. из них вне зависимости от температуры воздуха и количества осадков предшествующего наледообразованию теплого сезона ежегодно образуются в одних и тех же местах. Такое постоянство может быть связано с особенностями геологии и рельефа, определяющими выход на поверхность грунтовых вод, либо с участием в питании наледей подземных вод глубоких водоносных горизонтов, разгрузка которых происходит в зонах разломов (ключевые, или родниковые, наледи). Поэтому, основываясь на результатах ретроспективного картографирования и данных по морфометрическим характеристикам наледей Селенгинского среднегорья, можно сделать вывод (применительно к текущей природно-климатической обстановке), что как минимум $2/3$ из них относятся к грунтовым наледям подземных вод, $1/3$ — к родниковым наледям подземных вод глубоких водоносных горизонтов.

Вместе с тем с подземными водами глубоких водоносных горизонтов, поступающими по разломам, связаны наледи в местах выходов источников на склонах и у подножий горных хребтов. Таких много вдоль склонов хребтов Малый Хамар-Дабан, Улан-Бургасы и др., где проходят крупные региональные разломы [5]. Наледи, образующиеся в таких местах, обычно имеют небольшие площади (в пределах 50 тыс. м²), мощность до 1.5 м. На некоторых средних реках формируются наледи речных вод. Ежегодно они наблюдаются на р. Илька, иногда на р. Курба, Эгита, Тугнуй. Их формирование происходит при промерзании воды в руслах до дна на мелких участках и перекатах. Часть стока при этом поступает на поверхность с образованием наледи, часть через подрусловые талики продолжает пополнять русло ниже по течению. Наледи речных вод распространяются за пределы русел, затапливают поймы. На одном водотоке может быть несколько таких наледей. В их питании участвуют не только речные, но подземные воды, разгрузка которых происходит через источники в руслах, и считать их наледями исключительно речных вод нельзя. В связи с этим, вопрос определения принадлежности наледей Селенгинского среднегорья к разным генетическим типам, в зависимости от источников питания, является достаточно сложным и до настоящего времени не решенным.

Интересна многолетняя динамика наледей. Картографированием установлена цикличность и направленность в динамике их площадей. Цикличность изменения интенсивности наледообразования синхронна динамике количества осадков теплого сезона года (рис. 3). Это вполне закономерно, учитывая высокую долю наледей грунтовых вод.

Кроме того, за период с 1990 г. по настоящее время наблюдается увеличение количества наледей. За рассматриваемый период стало в 4 раза больше средних, и в 2 раза меньше очень больших наледей (см. табл. 2). Рост числа средних по размерам не связан с простым «дроблением» очень больших. Часто это наледи, которые в рассматриваемом хронологическом отрезке не формировались ранее в тех местах, где они есть сейчас. Наблюдаемый тренд, вероятнее всего, связан с изменением особенностей циркуляции подземных вод в результате смены мерзлотных условий. Изменение температуры в слое сезонного промерзания показывает, что его мощность в настоящее время не превышает 1.4 м (рис. 4а, 4б).

В литературных источниках глубина промерзания горных пород для данной территории в середине XX века составляла 2 м [2]. Уменьшение мощности слоя сезонного промерзания, а там, где ММП имеют сплошное распространение, — рост глубины протаивания, связаны с наблюдающимся повышением температуры воздуха, которое фиксируется по всей России, а в Забайкалье происходит почти в 2 раза быстрее, чем в среднем по стране [3]. Это приводит к увеличению площади сечения и объемов водоносных горизонтов, в которых циркулируют грунтовые воды, что, как правило, вызывает изменение скорости их стока со склонов к межгорным кот-

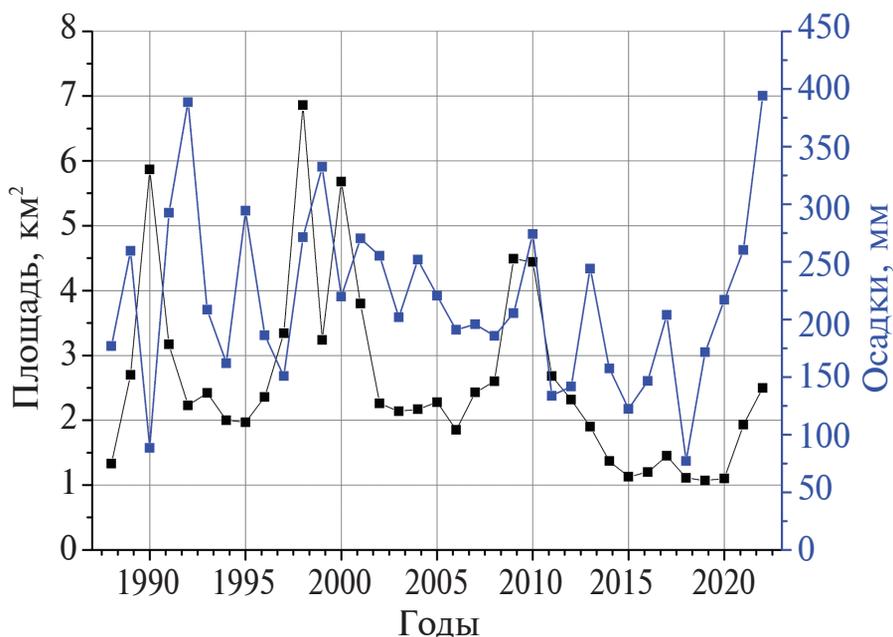


Рис. 3. Динамика площадей наледей на ключевом участке в сравнении с изменением количества осадков теплого сезона года, предшествующего наледообразованию.

Fig. 3. Dynamics of the icings areas at the key site in comparison with the change in precipitation of the warm season of the year preceding the icings formation.

ловинам и росту числа наледей в их пределах, но, как показывают данные табл. 2, этого не наблюдается.

Сравнительный анализ данных, приведенных в табл. 1 и 2, показывает, что, несмотря на увеличение количества наледей за последние 30 лет, доля тех, что формируются в межгорных котловинах, сократилась с 22.9 до 18.5%, т.е. в горных районах рост их количества составил 4.4%. На такой же процент увеличилась и общая площадь наледей в горах. Это свидетельствует о том, что наиболее значительные изменения наблюдаются не в межгорных котловинах, освоенных и заселенных, а в лесах горных районов. За счет высотной поясности и расчлененности рельефа близкая к сплошному распространению многолетняя мерзлота имеется как раз в горных хребтах, в особенности на склонах северной экспозиции (см. рис. 2). Поэтому описанная динамика, вероятнее всего, связана не только с изменением состояния сезонной мерзлоты, но и с более глубокой трансформации криолитозоны, затрагивающей ММП. Рост числа наледей может быть связан с формированием сквозных таликов, по которым подмерзлотные подземные воды разгружаются на поверхность, а также с формированием новых надмерзлотных водоносных горизонтов там, где раньше была мерзлота.

Увеличение общего количества наледей при понижении с течением времени температуры воздуха в регионе (в частности, в холодный сезон года) было бы закономерным, так как интенсивность наледеобразования во многом зависит от криогенного напора. В Селенгинском среднегорье это происходит на фоне роста температур. Указанные изменения, вероятнее всего, являются следствием антропогенного воздействия на природные комплексы. Горные хребты территории покрыты тайгой. В пределах района исследования площадь лесных насаждений составляет не менее 53 тыс. км² (около 65% территории). По данным [14], в пределах Селенгинского среднегорья только на территории Бурятии потери лесного покрова в результате пожаров и рубок составили 3.5 тыс. км². При этом наиболее значительные площади, где лесной покров пострадал в результате антропогенной деятельности — это подножья и доступные для освоения склоны горных хребтов, т.е. районы активного формирования наледей. Пожары, в большинстве своем спровоцированные человеком, а также рубки приводят к изменению мерзлотно-

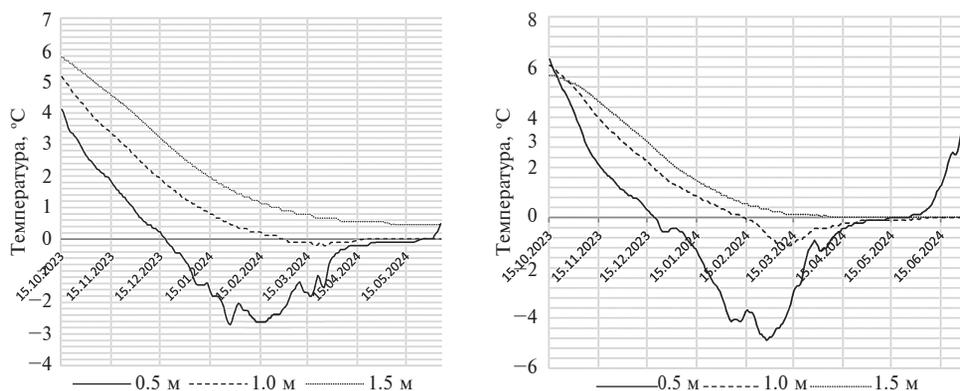


Рис. 4. Динамика температуры слоя сезонного промерзания в 2022–2023 гг. (а) и 2023–2024 гг. (б).

Fig. 4. Dynamics of seasonal freezing layer temperature during the 2022–2023 (a) and 2023–2024 (b) seasons.



Рис. 5. Зарастание прирусловых участков пойм р. Куйтунка ивой на снимках Google Earth): а — 2004, б — 2024 г.

Fig. 5. Overgrowing of the near channel areas of the floodplains of the Kuitunka River with willow on Google Earth images: a — 2004, b — 2024.

гидрогеологических условий и описанному увеличению интенсивности наледообразования.

В межгорных котловинах, где расположены большинство населенных пунктов, развито хозяйство, антропогенное влияние на интенсивность развития наледей также проявляется. Сравнение векторных данных по распространению наледей с расположением населенных пунктов, автомобильных и железных дорог показывает, что в настоящее время из 863 наледей, фиксирующихся в межгорных котловинах, 61 формируется в непосредственной близости или в черте населенных пунктов, а 255 — рядом с автодорогами. Таким образом, более 36% всех наледей районов интенсивного хозяйственного освоения так или иначе связаны с изменением природной среды деятельностью человека. Активное строительство, ремонт и модернизация транспортной и другой инфраструктуры наблюдаются как на территории Бурятии, так и в Забайкальском крае. Зачастую проекты мостов и других водопропускных сооружений не учитывают мерзлотно-гидрогеологических особенностей территории. Как следствие — увеличение интенсивности формирования наледей вблизи линейно-дорожных объектов.

Неправильная эксплуатация гидротехнических сооружений также приводит к формированию наледей. На космических снимках наледи фиксируются рядом с водохранилищами, которые были построены для обеспечения водой оросительных систем. В долинах рек выше водохранилищ наледи формируются тогда, когда перед ледоставом не обеспечен достаточный сброс воды через шлюзы в дамбе, ниже — когда сброс больше, чем расход водотока, наполняющего водохранилище. Такие примеры в пределах территории исследования есть.

Другим фактором, определяющим перераспределение стока грунтовых вод и увеличение количества наледей, являются процессы зарастания прирусловых участков пойм ивняками. За длительный маловодный период, который продолжался с начала 2000-х годов [17] и продолжался до 2018 г., в Селенгинском среднегорье произошла смена системы хозяйствования. По экономическим причинам и в связи с отсутстви-

ем гидрологических угроз не проводились мероприятия по расчистке русел водотоков и прилегающих территорий от зарослей ивы, сократилось поголовье скота, который выступал естественным лимитирующим фактором обильного разрастания кустарников. Результатом стало зарастание пойм. На снимке Google Earth (рис. 5а) 2004 г. хорошо просматривается русло р. Куйтунка, в 2024 г. (рис. 5б) оно неразличимо среди зарослей кустарника. Такое наблюдается в долинах малых рек практически повсеместно.

Корни растений замедляют сток грунтовых вод, что приводит к сохранению их запасов в пойменном аллювии к моменту начала формирования наледей, и, как следствие, увеличивается вероятность их развития.

Оценка влияния природных и антропогенных факторов на динамику наледей рассматриваемого района позволяет сделать выводы о том, что роль последних в изменении интенсивности наледных процессов очень велика. Проявляется это как в местах расположения населенных пунктов, объектов инфраструктуры, так и на незастроенных лесопокрытых территориях. Это одна из главных особенностей развития наледей в Селенгинском среднегорье.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В зависимости от природно-климатической обстановки в Селенгинском среднегорье в холодный сезон года формируется от 3.4 до 7.7 тыс. наледей, большинство из которых имеют площади до 0.1 км², характеризуются межгодовой изменчивостью размеров и местоположения.

Большинство наледей территории образуются в результате выхода на поверхность грунтовых вод под действием криогенного напора, возникающего при сезонном промерзании горных пород. Они относятся к наледям грунтовых вод. Примерно 1/3 наледей получают питание из глубоких (в т.ч. — подмерзлотных) водоносных горизонтов (ключевые наледи). Наледи речных вод немногочисленны. Они формируются на средних реках.

В многолетней динамике наледей выделяются циклические и направленные изменения. Циклические связаны с увеличением площадей и объемов наледей в многоводные годы (в 3 раза по сравнению с маловодными), направленные выражаются в росте общего количества наледей за период с 1990 г. по настоящее время с сокращением доли очень больших и увеличением больших, средних и малых.

Происходящие изменения в распределении наледей в большей степени проявляются в горных районах, где преобладают лесные ландшафты, чем в межгорных котловинах, являющихся районами проживания населения и развития хозяйства.

Наблюдаемая динамика наледных процессов связана с изменением мерзлотно-гидрологических условий и особенностей стока грунтовых вод под воздействием природных и антропогенных факторов. В результате уменьшения глубины сезонного промерзания и увеличения мощности слоя сезонного оттаивания, вызванного наблюдающимся потеплением, интенсивность циркуляции подземных вод в приповерхностных водоносных горизонтах увеличивается, что приводит к росту общего количества наледей. На перераспределение стока и интенсивность наледных процессов влияют антропогенные факторы, такие как вырубка лесов, строительство и эксплуатация инженерно-технических сооружений.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 23-27-00402 «Наледи северной (российской) части бассейна р. Селенга».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В. Р., Макарьева О. М., Нестерова Н. В., Землянскова А. А., Шихов А. Н., Осташов А. А. Наледи-тарыны Северо-Востока России по историческим данным // Арктика и Антарктика. 2021. № 4. С. 75–118.
2. Галай Б. Ф. Глубина промерзания и температурный режим грунтов района г. Улан-Удэ (предварительные результаты) // Материалы первой научной конференции молодых ученых Восточно-Сибирского технологического института. Улан-Удэ, 1969 г. с. 147–149
3. Гармаев Е. Ж., Пьянков С. В., Шихов А. Н., Аюржанаев А. А., Содномов Б. В., Абдуллин Р. К., Цыдыпов Б. З., Андреев С. Г., Черных В. Н. Картографирование современных изменений климата // Метеорология и гидрология. 2022. №2. с. 62–74
4. Гидрогеология СССР. Том XXII. Бурятская АССР. Под ред. А. И. Ефимова. – М.: Недра, 1970. – 432 с.
5. ГИС–пакеты оперативной геологической информации / [Электронный ресурс] // www.karpinskyinstitute.ru: [сайт]. – URL: <http://atlaspacket.vsegei.ru> (дата обращения: 25.09.2021).
6. Елаев Э. Н. Организация биоты и динамика природной среды (Селенгинское среднегорье) / Е. Н. Елаев, С. Г. Андреев, А. А. Будаева, Е. Ж. Гармаев, Д. В. Кобылкин, С. Г. Рудых, А. В. Турунхаев. – М.: Изд-во Перо, 2013. – 126 с.
7. Землянскова А. А., Алексеев В. Р., Шихов А. Н., Осташов А. А., Нестерова Н. В., Макарьева О. М. Многолетняя динамика гигантской Анмангындинской наледи на Северо-Востоке России (1962–2021 гг.). Лед и Снег. 2023; 63(1):71–84
8. Ковальчук О. А. Наледи и русловые запасы льда центральной части Восточного Саяна. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. Иркутск. 2005 г. 24 с.
9. Марков М. Л., Василенко Н. Г., Гуревич Е. В. Наледи зоны БАМ: Экспедиционные исследования. – СПб.: Нестор-История. 2016. 320 с.
10. Мерзлотно-гидрогеологические условия Восточной Сибири / Шепелев В. В., Толстихин О. Н., Пигузова В. М. и др. – Новосибирск: Наука, 1984. 209 с.
11. Петров В. Г. Наледи на Амурско-Якутской магистрали, с альбомом планов наледей. Ленинград: Изд-во АН СССР и НИАДИ НКИС СССР. 1930. 177 с
12. Преображенский В. С. Типы местности и природное районирование Бурятской АССР / В. С. Преображенский, Н. В. Фадеева, Л. И. Мухина, Г. М. Томилов. - Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1959. – 218 с.
13. Романовский Н. Н. О геологической деятельности наледей // Мерзлотные исследования. Выпуск XIII. – М.: Изд-во МГУ, 1973. – С. 66–89.
14. Содномов Б. В., Аюржанаев А. А., Черных В. Н., Жарникова М. А. Потери лесного покрова Республики Бурятия в XXI веке // Успехи современного естествознания. 2020. № 10. С. 44–49.
15. Соловьева Л. Н. Морфология и температура криолитозоны Саяно-Байкальской горной области (на примере Бурятской АССР). Новосибирск: Наука, 1964. 152 с.
16. Фадеева Н. В. Селенгинское среднегорье: природные условия и районирование. Бурятское книжное издательство. 1961. 169 с.
17. Фролова Н. Л., Зотов Л. В., Белякова П. А., Григорьев В. Ю., Сазонов А. А. Многолетние колебания стока рек в бассейне Селенги // Вод. ресурсы. 2017. Т. 44. № 3. С. 243–255.
18. Шестернев Д. М., Верхотуров А. Г. Наледи Забайкалья. – Чита: ЧитГУ, 2006. – 212 с.
19. Экологический атлас бассейна озера Байкал. Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук. Иркутск. 2015. 145 с.
20. Brombierstäudl D., Schmidt S., Nüsser M. Distribution and relevance of aufeis (icing) in the Upper Indus Basin // Science of the Total Environment. – 2021. – V. 780. – P. 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146604>
21. Brown J., Ferrians O., Heginbottom J., Melnikov E. Circum-Arctic Map of Permafrost and Ground-Ice Conditions, Version 2. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. 2002. <https://nsidc.org/data/ggd318>
22. Ensom T., Makarieva O., Morse P., Kane D., Alekseev V., Marsh P. The distribution and dynamics of aufeis in permafrost regions // Permafrost and Periglac Process. 2020. P. 1-13. doi: 10.1002/ppp.2051
23. Gagarin L., Wu, Q., Cao W., Jiang G. Icings of the Kunlun Mountains on the Northern Margin of the Qinghai-Tibet Plateau, Western China: Origins, Hydrology and Distribution. Water 2022, 14, 2396. <https://doi.org/10.3390/w14152396>

24. Hall D. K., Riggs G. A., Salomonson V. V. Development of methods for mapping global snow cover using moderate resolution imaging spectroradiometer data // Remote Sens. Environ. – 1995. – V. 54. – P. 127–140. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(95\)00137-P](https://doi.org/10.1016/0034-4257(95)00137-P)

Distribution and Dynamics of Icings in the Selenga Middle Mountains

V. N. Chernykh

Baikal Institute of Nature Management SB RAS

E-mail: geosibir@yandex.ru

Abstract – The paper presents the results of the study on icings in the Selenga middle mountains (Western Transbaikalia). Current and retrospective maps of their distribution have been drawn up, relevant data on the main morphometric characteristics, interannual spatial dynamics, and area variability have been obtained. Comparison of vector data on the location of the icings in different years, together with the materials obtained during field expedition studies, allowed us to preliminarily assess their belonging to different genetic types. It has been established that in the Selenga Middle Mountains, the predominant icings are formed as a result of groundwater rise to the surface during the seasonal freezing of rocks. About 30% of the icings are associated with groundwater sources coming from deep aquifers (key icings), river water icings are very rare.

The interannual variability of the size of icings is in sync with the hydration cycles, at the same time, there is a tendency for an increase in the total number of icings. At the same time, the number of very large icings has decreased 2 times as compared to 1990, while the number of medium and small icings has increased. These trends are a consequence of changes in the state of the natural environment under the influence of climatic processes (increase in air temperature) and anthropogenic factors, which influence on the intensity of the icing formation processes in the Selenga Middle Mountains is significant.

Keywords: icing, permafrost, Selenga Middle Mountains, climate, air temperature, precipitation, runoff

REFERENCES

1. Alekseev V. R., Makareva O. M., Nesterova N. V., Zemlyanskova A. A., Shihov A. N., Ostashov A. A. Naledi-taryny Severo-Vostoka Rossii po istoricheskim dannym // Arktika i Antarktika. 2021. № 4. S. 75–118.
2. Galaj B. F. Glubina promerzaniya i temperaturnyj rezhim gruntov rajona g. Ulan-Ude (predvaritelnye rezultaty) // Materialy pervoj nauchnoj konferencii molodyh uchenyh Vostochno-Sibirskogo tekhnologicheskogo instituta. Ulan-Ude. 1969. s. 147–149
3. Garmaev E. Zh., Pyankov S. V., Shihov A. N., Ayurzhanayev A. A., Sodnomov B. V., Abdullin R. K., Cydyrov B. Z., Andreev S. G., Chernykh V. N. Kartografirovanie sovremennykh izmenenij klimata // Meteorologiya i gidrologiya. 2022. №2. s. 62–74
4. Gidrogeologiya SSSR. Tom XXII. Buryatskaya ASSR. Pod red. A. I. Efimova. – M.: Nedra, 1970. 432 s.
5. GIS–pakety operativnoj geologicheskoy informacii / [Elektronnyj resurs] // www.karpinsky-institute.ru: [sajt]. – URL: <http://atlaspacket.vsegei.ru/> (data obrashcheniya: 25.09.2021).
6. Elaev E. N. Organizaciya bioty i dinamika prirodnoj sredy (Selenginskoe srednegor'e) / E. N. Elaev, S. G. Andreev, A. A. Budaeva, E. Zh. Garmaev, D. V. Kobylkin, S. G. Rudykh, A. V. Turunhaev. – M.: Izd-vo Pero, 2013, – 126 s.
7. Zemlyanskova A. A., Alekseev V. R., Shihov A. N., Ostashov A. A., Nesterova N. V., Makar'eva O. M. Mnogoletnyaya dinamika gigantskoj Anmangyndinskoj naledi na Severo-Vostoke Rossii (1962-2021 gg.). Lyod i Sneg. 2023; 63(1): 71–84. <https://doi.org/10.31857/S2076673423010167>

8. Kovalchuk O. A. Naledi i ruslovnye zapasy l'da centralnoj chasti Vostochnogo Sayana. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata geograficheskikh nauk. Irkutsk. 2005 g. 24 s.
9. Markov M. L., Vasilenko N. G., Gurevich E. V. Naledi zony BAM: Ekspedicionnye issledovaniya. – SPb.: Nestor-Istoriya, 2016. – 320 s.
10. Merzlotno-gidrogeologicheskie usloviya Vostochnoj Sibiri / Shepelev V. V., Tolstihin O. N., Piguzova V. M. i dr. – Novosibirsk: Nauka, 1984. – 209 s.
11. Petrov V. G. Naledi na Amursko-Yakutskoj magistrali, s albomom planov naledej. Leningrad: Izd-vo AN SSSR i NIADI NKIS SSSR, 1930. 177 s.
12. Preobrazhenskij V. S. Tipy mestnosti i prirodnoe rajonirovanie Buryatskoj ASSR / V. S. Preobrazhenskij, N. V. Fadeeva, L. I. Muhina, G. M. Tomilov. – Moskva: Izd-vo Akad. nauk SSSR, 1959. – 218 s.
13. Romanovskij N. N. O geologicheskoy deyatelnosti naledej // Merzlotnye issledovaniya. Vypusk XIII. – M.: Izd-vo MGU, 1973. – S. 66–89.
14. Sodnomov B. V., Ayurzhanaev A. A., Chernyh V. N., Zharnikova M. A. Poteri lesnogo pokrova Respubliki Buryatiya v XXI veke // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2020. № 10. S. 44–49.
15. Soloveva L. N. Morfologiya i temperatura kriolitozony Sayano-Bajkal'skoj gornoj oblasti (na primere Buryatskoj ASSR). Novosibirsk: Nauka, 1964. 152 s.
16. Fadeeva N. V. Selenginskoe srednegor'e: prirodnye usloviya i rajonirovanie. Buryatskoe knizhnoe izdatelstvo. 1961. 169 s.
17. Frolova N. L., Zotov L. V., Belyakova P. A., Grigorev V. YU., Sazonov A. A. Mnogoletnie kolebaniya stoka rek v bassejne Selengi // Vod. resursy. 2017. T. 44. № 3. S. 243–255
18. Shesternev D. M., Verhoturov A. G. Naledi Zabajkalya. – Chita: CHitGU, 2006. – 212 s.
19. Ekologicheskij atlas bassejna ozera Bajkal. Izd-vo Instituta geografii im. V. B. Sochavy Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk. Irkutsk. 2015. 145 s.
20. Brombierstäudl D., Schmidt S., Nüsser M. Distribution and relevance of aufeis (icing) in the Upper Indus Basin // Science of the Total Environment. – 2021. – V. 780. – P. 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146604>
21. Brown J., Ferrians O., Heginbottom J., Melnikov E. Circum-Arctic Map of Permafrost and Ground-Ice Conditions, Version 2. Boulder, Colorado USA. NSIDC: National Snow and Ice Data Center. 2002. <https://nsidc.org/data/ggd318>
22. Ensom T., Makarieva O., Morse P., Kane D., Alekseev V., Marsh P. The distribution and dynamics of aufeis in permafrost regions // Permafrost and Periglac Process. 2020. P. 1–13. <https://doi.org/10.1002/ppp.2051>
23. Gagarin L., Wu, Q., Cao W., Jiang G. Icings of the Kunlun Mountains on the Northern Margin of the Qinghai-Tibet Plateau, Western China: Origins, Hydrology and Distribution. Water 2022, 14, 2396. <https://doi.org/10.3390/w14152396>
24. Hall D. K., Riggs G. A., Salomonson V. V. Development of methods for mapping global snow cover using moderate resolution imaging spectroradiometer data // Remote Sens. Environ. – 1995. – V. 54. – P. 127–140. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(95\)00137-P](https://doi.org/10.1016/0034-4257(95)00137-P)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Владимир Николаевич Черных, м.н.с. лаборатории геоэкологии Байкальского института природопользования СО РАН, geosibir@yandex.ru.

Vladimir Nikolaevich Chernykh, junior researcher Laboratory of Geocology, Baikal Institute of Nature Management SB RAS, geosibir@yandex.ru.

УДК 502.53 (574.9)

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ БАЙКАЛЬСКОЙ ЭНДЕМИЧНОЙ АМФИПОДЫ *Gmelinoides fasciatus* В ДОННОЙ ПОДСИСТЕМЕ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧИТИНСКОЙ ТЭЦ-1

© 2024 г. А. Б. Шойдоков*, П. В. Матафонов**, С. В. Борзенко***

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии
Сибирского отделения Российской академии наук, Чита, Россия*

*E-mail: shdkvly.sc@yandex.ru

**E-mail: benthos@yandex.ru

***E-mail: svb_64@mail.ru

Поступила в редакцию 21.03.2024 г.

После доработки 14.07.2024 г.

Принята к публикации 20.08.2024 г.

Геоэкологическая ситуация в природно-технических геоэкосистемах Байкальской Азии осложняется проникновением чужеродных видов. Сведения о проникшей в водоем-охладитель Читинской ТЭЦ-1 байкальской эндемичной амфиподы *Gmelinoides fasciatus* недостаточны для оценки сложившейся геоэкологической ситуации в донной подсистеме водоема. Целью исследования стало выявить геоэкологические особенности и функции *Gm. fasciatus*, влияющие на геоэкологическую ситуацию в донной подсистеме водоема-охладителя Читинской ТЭЦ-1. В 2022–2023 гг. изучено распределение, размерная структура популяции и элементный состав *Gm. fasciatus* в озере Кенон. Установлено, что *Gm. fasciatus* освоил прибрежную зону озера, размерный состав и структура популяции свидетельствуют о ее устойчивости. Содержание Р в сырой массе *Gm. fasciatus* в озере составляет 29.7 кг, Са – 444 кг, Си – 0.28 кг. В связи с вселением *Gm. fasciatus* в озеро Кенон в системе мониторинга и управления водоем-охладителем появилась возможность использования нового индикатора состояния донной подсистемы. Инвазия амфиподы *Gm. fasciatus* повлекла за собой изменение геоэкологической ситуации в водоеме-охладителе Читинской ТЭЦ-1 – озере Кенон.

Ключевые слова: Байкальская Азия, водоем-охладитель, природно-техническая система, геоэкологическая ситуация, чужеродные виды, *Gmelinoides fasciatus*, оз. Кенон

DOI: 10.31857/S0869607124020067, EDN: MOPQEC

ВВЕДЕНИЕ

Под влиянием природных и антропогенных факторов в Байкальской Азии формируются природно-технические геоэкосистемы. Их функционирование и геоэкологическая ситуация в них осложняются проникновением видов-инвайдеров. Неконтролируемые изменения технобиоты под влиянием видов-инвайдеров предполагают необходимость разработки методов контроля и управления состоянием природно-технических систем [14]. Чужеродные виды способны изменять облик водных и наземных экосистем [5], при этом в крупных водоемах под влиянием чужеродных видов зообентоса происходят существенные изменения биогеохимических процессов и режимные перестройки экосистем [10]. В Ладожском озере зна-

чительную роль в изменении структуры сообществ и изменении облика биотопов оказывает *Gmelinoides fasciatus* — байкальская эндемичная литоральная бентическая амфипода, широко расселившаяся в водоёмах России [9]. В Забайкальском крае *Gm. fasciatus* стал одним из ведущих компонентов донных сообществ и ландшафтов в Ивано-Арахлейской системе озер [11].

Предположительно в конце 1990-х гг. *Gm. fasciatus* проник в водоем-охладитель Читинской ТЭЦ-1 [1], однако публикации о его экологии и месте в геоэкосистеме единичны [12,15] и недостаточны для оценки влияния на геоэкологическую ситуацию в водоеме-охладителе [18]. Цель исследования — выявить геоэкологические особенности и функции *Gm. fasciatus*, влияющие на геоэкологическую ситуацию в донной подсистеме водоема-охладителя Читинской ТЭЦ-1.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с физико-географическим районированием России [13], озеро Кенон находится в Центральном Забайкалье Байкальской горной страны. Котловина водоема сформировалась предположительно в мелу-палеогене, завершение оформления котловины озера произошло 71–24 тыс. л.н. [6]. Климат территории резко континентальный, со значительными межгодовыми колебаниями количества осадков [17]. Площадь зеркала озера — 16 км² [16]. В маловодном 2013 г. максимальная глубина озера составила 4.7 м. В период нашего исследования уровень озера был искусственно поднят — в озере преобладали глубины более четырех метров, максимальная глубина составила 6.2 м.

Распределение *Gm. fasciatus* в озере Кенон изучено в период открытой воды 21–23 октября 2022 г. на 32 станциях исследования, равномерно распределенных по всей акватории озера Кенон (52.03915°с.ш., 113.38446°в.д.). Пробы отбирали с использованием дночерпателя Петерсена (ДЧ 0.025) с площадью захвата 0.025 м². Для изучения размерно-возрастной структуры популяции 17 ноября 2022 г., в подледный период, на станции № 32 у южного побережья на глубине 1.5 м отобрано 85 особей *Gm. fasciatus*. Две пробы на элементный состав *Gm. fasciatus* отобраны 9 июня 2023 г.: одна — на направляющей дамбе (район устья сбросного канала Читинской ТЭЦ-1), вторая — на станции № 32. Элементный анализ проб проведен в Аналитическом сертификационном испытательном центре ФГБУН «Институт проблем технологий микроэлектроники и особочистых материалов» РАН (АСИЦ ИПТМ РАН) г. Черноголовка, атомно-эмиссионным (iCAP-6500, Thermo Scientific, США) и масс-спектральным с индуктивно связанной плазмой (X-7, Thermo Elemental, США) методами анализа. Аттестат аккредитации зарегистрирован в Государственном реестре под № РОСС RU.0001.513800 от 09.09.2013. Сведения об элементном составе пересчитаны на сырой вес, содержание сухого вещества в *Gm. fasciatus* принято 24%.

Карта-схема распределения *Gmelinoides fasciatus* составлена в ArcGIS 10.8.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Распределение *Gm. fasciatus* в озере Кенон в октябре 2022 года было неравномерным (рис. 1). Можно выделить западную часть озера, где он обнаружен только в прибрежной зоне, и восточную часть озера, где он обнаружен на большинстве обследованных станций, включая глубинную зону.

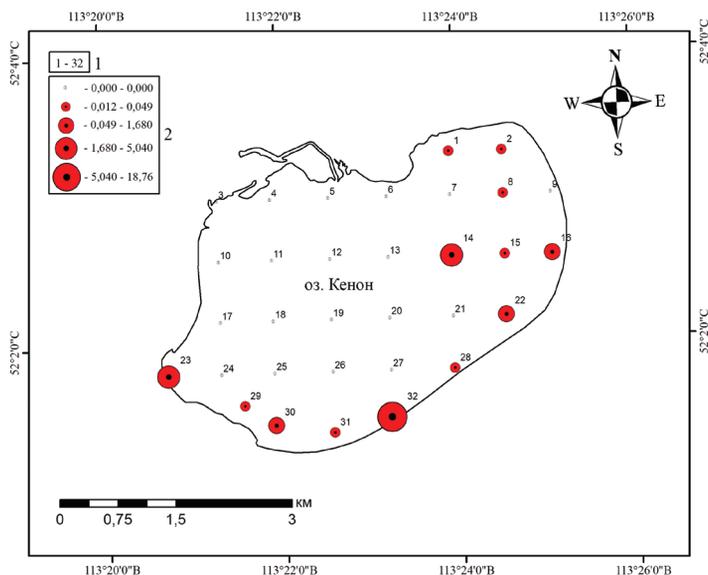


Рис. 1. Распространение *Gm. fasciatus* в озере Кенон, октябрь 2022 г. 1 — номера станций исследования, 2 — значения биомассы, г/м².

Fig. 1. Distribution *Gm. fasciatus* in Kenon Lake, October 2022 y. 1 — numbers of research stations, 2 — biomass values, g/m².

С глубиной численность *Gm. fasciatus* снижалась — максимальная численность отмечена в прибрежной зоне южной части озера на глубине 1.5 м и достигала 3400 экз./м² (рис. 2). Здесь же отмечена и максимальная биомасса — 18.8 г/м². Для ландшафтов преобладающей в озере зоны глубин более четырех метров характерны очень низкие показатели обилия *Gm. fasciatus* (рис. 2). В среднем ($M \pm SE$) численность *Gm. fasciatus* в озере Кенон в октябре 2022 г. составила 190 ± 34 экз./м², биомасса — 1.06 ± 0.18 г/м², а его валовая численность и биомасса в озере оценены нами в 3.04 млрд особей и 17 тонн.

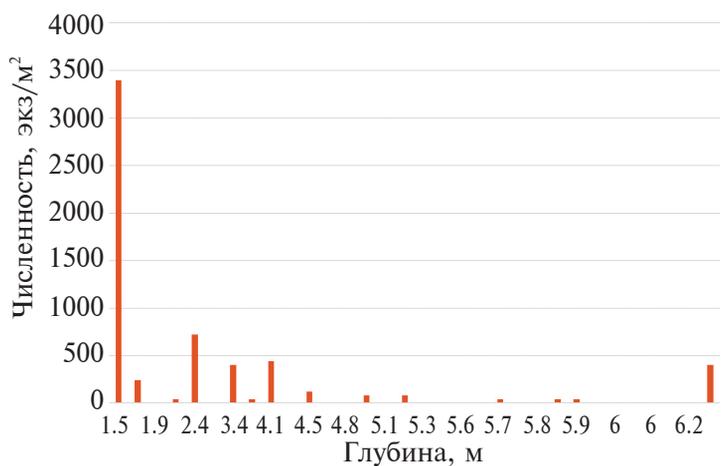


Рис. 2. Распределение *Gm. fasciatus* по глубине в оз. Кенон, октябрь 2022 г.

Fig. 2. Distribution of *Gm. fasciatus* in depth in the lake Kenon, October 2022 y.

Популяция *Gm. fasciatus* в ноябре 2022 г. была представлена широким размерным диапазоном особей от 2.2 до 9.7 мм (рис. 3), в популяции преобладали особи с размерами 4.6–9.6 мм.

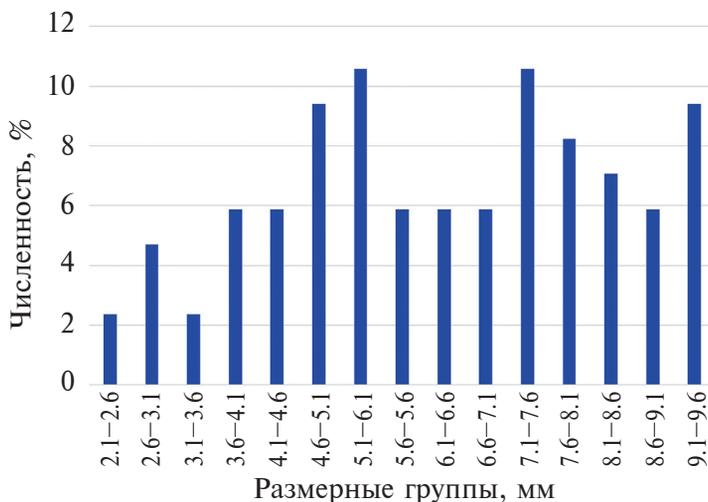


Рис. 3. Размерная структура популяции *Gm. fasciatus* в озере Кенон.

Fig. 3. The size structure of *Gm. fasciatus* population in the lake Kenon.

Содержание основного элемента в энергетике водных сообществ — фосфора в сырой массе *Gm. fasciatus* из озера Кенон — составило в среднем 0.18% (табл. 1). Из макроэлементов, определяющих химический состав вод, *Gm. fasciatus* характеризуется относительно высоким содержанием кальция, а из тяжелых металлов, по которым отмечается загрязнение озера Кенон, — содержанием меди (табл. 1).

Таблица 1. Элементный состав *Gm. fasciatus* в оз. Кенон

Table 1. Elemental composition of *Gm. fasciatus* in Lake Kenon

Элемент	Направляющая дамба. Содержание, мкг/г сухого вещества	Станция «32». Содержание, мкг/г сухого вещества	Среднее содержание, мкг/г сырого вещества	Содержание, мкг в сыром веществе/м ²	Содержание, грамм в сыром веществе в озере
P	7174	8646	1750	1855	29676
K	5900	3932	1439	1525	24406
Ca	107230	118526	26154	27723	443566
Cu	67.2	45.1	16.4	17	278
Hg	0.032	<ПО* (0.021)	0.005**	0.008	0.1
Pb	0.29	0.12	0.071	0.075	1.2

* — предел обнаружения, ** — за среднее принят предел обнаружения.

ОБСУЖДЕНИЕ

С момента вселения *Gm. fasciatus* в озеро Кенон [1] прошло более 20 лет. В новых геоэко системах различного типа (природных или природно-технических) *Gm. fasciatus* заселяет мелководную зону с твердыми песчаными и галечниковыми грунтами и, без учета миграционных потоков, достигает в них численности 7000–8000 экз./м² и биомассы до 43 г/м² [11, 8, 19]. Полученные нами материалы показывают, что и в водоеме-охладителе Читинской ТЭЦ-1 *Gm. fasciatus* занял свою экологическую нишу: освоил характерное для него местообитание и достиг в нем достаточно высоких показателей обилия.

Высокие количественные показатели и распространение позволяют предполагать довольно значимые в геосистеме водоема-охладителя Читинской ТЭЦ-1 геоэкологические функции *Gm. fasciatus*, определяемые особенностями его биологии, экологии, географии, биохимии и т.д. Обзор исследований *Gm. fasciatus* в различных водоемах [11, 8, 19, 4] показывает широкий спектр его функций. В биологическом отношении *Gm. fasciatus* — первичноводный организм, который всю жизнь проводит в водной среде. В отношении экологии *Gm. fasciatus* способен вести нектобентический образ жизни, является конкурентоспособным и неприхотливым к условиям окружающей среды г-стратегом, легко занимающим свою экологическую нишу в новых для него экосистемах; по местам обитания это литоральный, преимущественно псаммо- и литофильный вид, способный мигрировать на большие расстояния и пересекать пелагиаль; по типу и способу питания — эврифаг и, преимущественно, собиратель, участвующий в измельчении органического вещества. В отношении географии *Gm. fasciatus* — чужеродный для геоэко систем Центрального Забайкалья, широко расселившийся в России представитель эндемичной Байкальской фауны, в местах своего массового обитания и миграций он формирует облик донных сообществ и ландшафтов. В биогеохимическом отношении *Gm. fasciatus* обладает специфическим для амфипод химическим составом, участвует в накоплении, миграции химических элементов и перераспределении потоков вещества и энергии [8]. В геоэкологическом отношении он может использоваться как индикатор климатических изменений [12] и как индикатор состояния донных местообитаний [4].

Изменение климата и хозяйственная деятельность оказывают воздействие на состояние озерных геоэко систем, их компонентов и геосистемные связи. Увеличение или снижение уровня режима водоемов может быть губительно для организмов. В экстремально маловодные годы в озере Кенон происходит значительное сокращение характерных для *Gm. fasciatus* мест обитания. Под влиянием изменений климата и температуры воды возможно допустить нарушение воспроизводства в популяциях *Gm. fasciatus*. Однако исследование размерного состава популяции *Gm. fasciatus* в оз. Кенон показывает наличие разновозрастных особей и сходство размерной структуры популяции с наблюдаемой в это время года в оз. Арахлей [12] — все это позволяет предположить, что популяция *Gm. fasciatus* в озере Кенон устойчива, а донная подсистема озера Кенон в связи с его появлением перешла в новое стабильное состояние.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инвазия амфиподы *Gm. fasciatus* в водоеме-охладителе Читинской ТЭЦ-1 повлекла за собой изменение геоэкологической ситуации в озере Кенон: произошло необратимое изменение состава и структуры донных сообществ и ландшафтов;

в донной подсистеме появился экосистемный «инженер», аналогов которому в экосистеме не было; появились новые потоки веществ и энергии в донной подсистеме и между прибрежной и глубинной зонами озера; в подсистеме управления природно-технической системой водоема-охладителя ТЭЦ-1 появилась возможность использования нового индикатора состояния донной подсистемы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена по Программе фундаментальных научных исследований Сибирского отделения Российской академии наук «Геоэкология водных экосистем Забайкалья в условиях современного климата и техногенеза, основные подходы к рациональному использованию вод и их биологических ресурсов» (№ государственной регистрации 121032200070-2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базарова Б. Б., Горлачёва Е. П., Матафонов П. В. Виды-вселенцы озера Кенон (Забайкальский край) / Российский Журнал Биологических Инвазий. 2012. № 3. С. 20–27.
2. Барков Д. В., Курашов Е. А. Особенности экологии и биологии байкальской эндемичной амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) в Ладожском озере / Литоральная зона Ладожского озера. 2011. С. 294–328.
3. Березина Н. А. Причины, особенности и последствия распространения чужеродных видов амфипод в водных экосистемах Европы // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: КМК, 2004. С. 254–268.
4. Березина Н. А., Голубков С. М., Максимов А. А. Опыт использования нового биоиндикатора (*Gmelinoides fasciatus*) для оценки состояния донных местообитаний в Финском заливе // Вода: химия и экология. 2016. №4. С. 40–47.
5. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: КМК, 2004. С. 436.
6. Еникеев Ф. И. Происхождение и эволюция озер Забайкалья. Новосибирск: Наука, 2021. С. 132.
7. Клышко О. К. Зообентос / Экология городского водоема. Новосибирск: Наука, 1998. С. 145–170.
8. Курашов Е. А., Барков Д. В., Русанов А. Г., Барбашова М. А. Роль *G. fasciatus* в формировании трансграничного потока вещества и энергии в литоральной зоне Ладожского озера / Литоральная зона Ладожского озера СПб: Нестор-История, 2011. С. 350–356.
9. Курашов Е. А., Барбашова М. А., Барков Д. В., Дудакова Д. С., Кудерский Л. А., Русанов А. Г. Общая характеристика состава чужеродных видов в литоральной зоне Ладожского озера / Литоральная зона Ладожского озера СПб: Нестор-История, 2011. С. 279–284.
10. Максимов А. А. Межгодовая и многолетняя динамика макрозообентоса на примере вершины Финского залива. СПб: Нестор-История, 2018. С. 260.
11. Матафонов Д. В., Итигилова М. Ц., Камалтынов Р. М. Особенности экспансии *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) водоемов Восточного Забайкалья (на примере озера Арахлей) // Сибирский экологический журнал. 2006. № 5. С. 595–601.
12. Матафонов П. В. Жизненный цикл бокоплавов *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) и *Gammarus lacustris* (Sars, 1863) в озере Арахлей в экстремально маловодную фазу гидрологического цикла // Амурский зоологический журнал. 2020. № 1. С. 16–25 <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2020-12-1-16-25>
13. Раковская Э. М., Давыдова М. И. Физическая география России: Учеб. для студ. пед. высш. учеб. Заведений. М.: Гуманит. изд. центр Владос. 2001. Ч. 2. С. 304.
14. Суздалева А. Л., Безнососов В. Н., Горюнова С. В. Биологические инвазии в природно-технических системах // Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. № 3. С. 34–39.
15. Цыбекмитова Г. Ц., Куклин А. П., Ташлыкова Н. А., Афонина Е. Ю., Базарова Б. Б., Итигилова М. Ц., Горлачева Е. П., Матафонов П. В., Афонин А. В. Экологическое состояние озера

Кенон – водоема-охладителя ТЭЦ-1 (Забайкальский край) // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. 2017. № 3. С. 194–209.

16. Чечель, Цыганок, 1998 Физико-географические условия и уровенный режим озера Кенон / Экология городского водоема. Новосибирск: Издательство СО РАН, 1998. С. 5–13.

17. Шишкин Б. А. Об основных закономерностях межгодовых изменений режима Ивано-Арахлейских озер // Биологическая продуктивность Ивано-Арахлейских озер 1972. С. 151–162.

18. Шойдоков А. Б., Матафонов П. В. Геоэкологические условия донной подсистемы озера Кенон // Геология, география и глобальная энергия. 2023. № 4. С. 103–107.

https://doi.org/10.54398/20776322_2023_4_103

19. Yanygina L. Spatial distribution of *Gmelinoides fasciatus* Steb. in thermally polluted water (Belovo Reservoir, Southwest Siberia) // International Journal of Environmental Research. 2015. №3. С. 877–884. <https://doi.org/10.22059/ijer.2015.974>

Geoecological functions of the Baikal endemic amphipod *Gmelinoides fasciatus* in the bottom subsystem of the cooling reservoir of the Chita TPP-1

A. B. Shoydokov*, P. V. Matafonov**, S. V. Borzenko***

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the SB RAS

*E-mail: shdkvkv.sc@yandex.ru

**E-mail: benthos@yandex.ru

***E-mail: svb_64@mail.ru

Abstract – The geoecological situation in the natura-technical geoecosystems of Baikal Asia is complicated by the invasion of alien species. Information about the Baikal endemic amphipod *Gmelinoides fasciatus* that penetrated into the cooling reservoir of the Chita TPP-1 is insufficient to assess the current geoecological situation in the benthic subsystem of the cooling reservoir. The purpose of our research of the study was to identify the geoecological features and functions of *Gm. fasciatus* affecting the geoecological situation in the benthic subsystem of the Chita TPP-1 cooling reservoir. In 2022–2023 the *Gm. fasciatus* distribution, size structure of the population and elemental composition have been studied in Kenon Lake. It is established that *Gm. fasciatus* has settled the coastal zone of the lake, the size and structure of the population indicate its stability. The P content in the crude mass of *Gm. fasciatus* in the lake is 29.7 kg, Ca — 444 kg, Cu — 0.28 kg. Due to the *Gm. fasciatus* invasion in Kenon Lake, in the monitoring and management system of the cooling reservoir, it is now possible to use a new indicator of the state of the bottom subsystem. Invasion of the amphipod *Gm. fasciatus* entailed a change in the geoecological situation in the cooling reservoir of Chita TPP-1 — Kenon Lake.

Keywords: Baikal Asia, cooling reservoir, natura-technical system, geoecological situation, alien species, *Gmelinoides fasciatus*, Lake Kenon

REFERENCES

1. Bazarova B. B., Gorlachjova E. P., Matafonov P. V. Vidy-vselency озера Кенон (Забайкал'sкий край) / Rossijskij Zhurnal Biologicheskikh Invazij. 2012. № 3. С. 20–27.

2. Barkov D. V., Kurashov E. A. Osobennosti gjekologii i biologii bajkal'skoj jendemichnoj amfipody *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) v Ladozhskom ozere / Litoral'naja zona Ladozhskogo озера. 2011. С. 294–328.

3. Berezina N. A. Prichiny, osobennosti i posledstvija rasprostraneniya chuzherodnyh vidov amfipod v vodnyh jekosistemah Evropy // Biologicheskie invazii v vodnyh i nazemnyh jekosistemah. М.: КМК, 2004. С. 254–268.

4. Berezina N. A., Golubkov S. M., Maksimov A. A. Opyt ispol'zovaniya novogo bioindikatora (*Gmelinoides fasciatus*) dlja ocenki sostojanija donnyh mestoobitanij v Finskom zalive // Voda: himija i jekologija. 2016. № 4. S. 40–47.
5. Biologicheskie invazii v vodnyh i nazemnyh jekosistemah. M.: KMK, 2004. S. 436.
6. Enikeev F. I. Proishozhdenie i jevoljucija ozer Zabajkal'ja. Novosibirsk: Nauka, 2021. S. 132.
7. Klishko O. K. Zoobentos / Jekologija gorodskogo vodoema. Novosibirsk: Nauka, 1998. S. 145–170.
8. Kurashov E. A., Barkov D. V., Rusanov A. G., Barbashova M. A. Rol' *G. fasciatus* v formirovanii transgranichnogo potoka veshhestva i jenergii v litoral'noj zone Ladozhskogo ozera / Litoral'naja zona Ladozhskogo ozera SPb: Nestor-Istorija, 2011. S. 350–356.
9. Kurashov E. A., Barbashova M. A., Barkov D. V., Dudakova D. S., Kuderskij L. A., Rusanov A. G. Obshhaja harakteristika sostava chuzherodnyh vidov v litoral'noj zone Ladozhskogo ozera / Litoral'naja zona Ladozhskogo ozera SPb: Nestor-Istorija, 2011. S. 279–284.
10. Maksimov A. A. Mezhdogovaja i mnogoletnjaja dinamika makrozoobentosa na primere vershiny Finskogo zaliva. SPb: Nestor-Istorija, 2018. S. 260.
11. Matafonov D. V., Itigilova M. C., Kamal'tynov R. M. Osobennosti jekspansii *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) vodoemov Vostochnogo Zabajkal'ja (na primere ozera Arahlej) // Sibirskij jekologicheskij zhurnal. 2006. № 5. S. 595–601.
12. Matafonov P. V. Zhiznennyj cikl bokoplavov *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) i *Gammarus lacustris* (Sars, 1863) v ozere Arahlej v jekstremal'no malovodnuju fazu gidrologicheskogo cikla // Amurskij zoologicheskij zhurnal. 2020. № 1. S. 16–25
<https://doi.org/10.33910/2686-9519-2020-12-1-16-25>
13. Rakovskaja Je. M., Davydova M. I. Fizicheskaja geografija Rossii: Ucheb. dlja stud. ped. vyssh. ucheb. Zavedenij. M.: Gumanit. izd. centr VLADOS. 2001. Ch. 2. S. 304.
14. Suzdaleva A. L., Beznosov V. N., Gorjunova S. V. Biologicheskie invazii v prirodno-tehnicheskijh sistemah // Vestnik RUDN, serija Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 2015. № 3. S. 34–39.
15. Cybekmitova G. C., Kuklin A. P., Tashlykova N. A., Afonina E. Ju., Bazarova B. B., Itigilova M. C., Goralcheva E. P., Matafonov P. V., Afonin A. V. Jekologicheskoe sostojanie ozera Kenon – vodojoma-ohladitelja TJeC-1 (Zabajkal'skij kraj) // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. 2017. № 3. S. 194–209.
16. Chechel', Cyganok, 1998 Fiziko-geograficheskie uslovija i urovnennyj rezhim ozera Kenon / Jekologija gorodskogo vodojoma. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 1998. S. 5–13.
17. Shishkin B. A. Ob osnovnyh zakonomernostjah mezhdogovyh izmenenij rezhima Ivano-Arahlejskijh ozer // Biologicheskaja produktivnost' Ivano-Arahlejskijh ozor 1972. S. 151–162
18. Shojdokov A. B., Matafonov P. V. Geojekologicheskie uslovija donnoj podsistemy ozera Kenon // Geologija, geografija i global'naja jenergija. 2023. № 4. S. 103–107.
https://doi.org/10.54398/20776322_2023_4_103
19. Yanygina L. Spatial distribution of *Gmelinoides fasciatus* Steb. in thermally polluted water (Belovo Reservoir, Southwest Siberia) // International Journal of Environmental Research № 3. 2015. S. 877–884. <https://doi.org/10.22059/ijer.2015.974>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шойдоков Александр Булатович, Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория водных экосистем, аспирант, исполняющий обязанности младшего научного сотрудника. shdkv.lv.sc@yandex.ru, +7-996-314-95-45.

Shoydovkov Alexander Bulatovich, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Aquatic Ecosystems, postgraduate student, acting junior researcher, shdkv.lv.sc@yandex.ru, +7-996-314-95-45.

Матафонов Петр Викторович, Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория водных экосистем, кандидат биологических наук, научный сотрудник, benthos@yandex.ru.

Matafonov Petr Viktorovich, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Aquatic Ecosystems, Candidate of Biological Sciences, Researcher. benthos@yandex.ru.

Борзенко Светлана Владимировна, Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория геоэкологии и гидрогеохимии, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, svb_64@mail.ru.

Borzenko Svetlana Vladimirovna, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Laboratory of Geoecology and Hydrogeochemistry, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Chief Researcher, svb_64@mail.ru.