
ОТКЛИКИ ЛАНДШАФТОВ И ЭКОСИСТЕМ НА ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Научная статья

УДК 911.3: 551.583

DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-6-31

ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

© СС ВУ Дирин Д. А.¹, Марчукова О. В.², Козлова Д. А.³,
Борисенко М. А.⁴, Гудковских М. В.⁵

¹ Тюменский государственный университет

г. Тюмень, Российская Федерация

e-mail: d.a.dirin@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-5876-6218

² Тюменский государственный университет

г. Тюмень, Российская Федерация

Институт природно-технических систем

г. Севастополь, Российская Федерация

e-mail: o.v.marchukova@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-6205-9946

³ Южный федеральный университет

г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

e-mail: dakozlova@sfedu.ru; ORCID: 0009-0009-0971-1486

⁴ Тюменский государственный университет

г. Тюмень, Российская Федерация

Югорский государственный университет

г. Ханты-Мансийск, Российская Федерация

e-mail: taxi.borisenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5821-6689

⁵ Тюменский государственный университет

г. Тюмень, Российская Федерация

e-mail: m.v.gudkovskikh@utmn.ru; ORCID: 0000-0002-3444-2654

Поступила в редакцию 06.05.2025

После доработки 21.08.2025

Принята к публикации 05.09.2025

Аннотация

Цель. Выявление закономерностей территориальной дифференциации процессов трансформации социально-экологических систем (СЭС) Республики Алтай, вызванных изменениями климата и представлениями местного населения о них. Особое внимание уделяется сопоставлению объективных климатических трендов и субъективных представлений местных сообществ, влияющих на их адаптивное поведение.

Процедура и методы. Исследование основано на комплексном подходе, включающем статистический анализ многолетних климатических данных и опросы местного населения относительно их представлений об изменениях климата и особенностях адаптации к ним. Был выполнен анализ линейных трендов температуры и осадков по многолетним данным (1991–2023 гг.) 11 метеостанций Республики Алтай. Полевой этап представлен глубинным интервьюированием 162 респондентов в 3 населённых пунктах, охватывающих все физико-географические провинции региона. Выявленные нарративы и адаптивные практики сопоставлялись с объективными данными климатического мониторинга, что позволило установить зоны согласованности и расхождений между восприятием и реальностью.

Результаты. Установлено, что климатические изменения на Алтае имеют выраженную внутрирегиональную инвариантность: наиболее интенсивное потепление фиксируется в северных предгорных районах, тогда как в высокогорьях изменения

выражены слабее. Сезонная и межгодовая изменчивость усиливает ощущение «климатической нестабильности». Интервьюирование выявило значительные различия в уровне обеспокоенности населения: от полного отрицания климатических изменений (Северо-Восточный Алтай) до высокой тревожности и глубоких трансформаций хозяйственной деятельности (Юго-Восточный Алтай). Наибольшая обеспокоенность населения климатическими изменениями отмечена в районах, где изначально природно-климатические условия экстремальны (очень высокие годовые и суточные амплитуды температур, выраженная аридность, распространение многолетней мерзлоты). Даже незначительное изменение климатических показателей воспринимается населением здесь как катастрофический процесс. Основные адаптивные реакции включают изменения структуры стада, смещение пастбищных циклов, отказ от традиционных форм природопользования, корректировку строительных практик и трансформацию сельскохозяйственных систем. В ряде случаев адаптация определяется не реальными трендами, а коллективными представлениями, что приводит к ошибочным социально-экологическим стратегиям.

Теоретическая и/или практическая значимость. Работа вносит вклад в развитие теории социально-экологических систем, демонстрируя сложность и нелинейность связей «климат – ландшафт – общество» на примере горного региона, характеризующегося высокой природной и культурной мозаичностью. Практическая значимость заключается в выявлении факторов, определяющих успешность или неэффективность адаптации. Результаты могут быть использованы при разработке региональных стратегий климатической адаптации, планировании природопользования, управлении пастбищными ресурсами и совершенствовании институциональных механизмов устойчивого развития горных территорий.

Ключевые слова: изменение климата, трансформация ландшафтов, экстремальные природные явления, адаптация населения, общественное восприятие, пространственное поведение, горное природопользование, культурные ландшафты, пространственные смещения хозяйственной деятельности, Горный Алтай

Благодарности: Исследование выполнено в рамках гранта Российского научного фонда № 23-27-00429 «Трансформация горных культурных ландшафтов Алтая в постсоветский период».

Для цитирования:

Дирин Д. А., Марчукова О. В., Козлова Д. А., Борисенко М. А., Гудковских М. В. Трансформация социально-экологических систем Республики Алтай в условиях климатических изменений // Географическая среда и живые системы. 2025. № 3. С. 6–31. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-6-31

Original Article

TRANSFORMATION OF THE ALTAI REPUBLIC SOCIO-ECOLOGICAL SYSTEMS IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE

© CC BY D. Dirin¹, O. Marchukova², D. Kozlova³,
M. Borisenko⁴, M. Gudovskikh⁵

¹ Tyumen State University
Tyumen, Russian Federation
e-mail: d.a.dirin@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-5876-6218

² Tyumen State University
Tyumen, Russian Federation
Institute of Natural and Technical Systems
Sevastopol, Russian Federation
e-mail: o.v.marchukova@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-6205-9946

³ South Federal University
Rostov-on-Don, Russian Federation
e-mail: dakozlova@sfnedu.ru; ORCID: 0009-0009-0971-1486

⁴ Tyumen State University
Tyumen, Russian Federation

Yugra State University
Khanty-Mansiysk, Russian Federation
e-mail: maxi.borisenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5821-6689

⁵ Tyumen State University
Tyumen, Russian Federation
e-mail: m.v.gudkovskikh@utmn.ru; ORCID: 0000-0002-3444-2654

Received 06.05.2025

Revised 21.08.2025

Accepted 05.09.2025

Abstract

Aim. The purpose of the study is to identify patterns of territorial differentiation of the transformation processes of socio-ecological systems (SES) of the Altai Republic caused by climate change and the perceptions of the local population about them. Special attention is paid to comparing objective climate trends and subjective perceptions of local communities that influence their adaptive behavior.

Methodology. The study is based on a comprehensive approach that includes statistical analysis of long-term climate data and surveys of the local population regarding their views on climate change and adaptation to it. An analysis of linear trends in temperature and precipitation based on long-term data (1991–2023) from 11 weather stations in the Altai Republic was performed. The field stage is represented by an in-depth interview of 162 respondents in 33 localities, covering all physical and geographical provinces of the region. The identified narratives and adaptive practices were compared with objective climate monitoring data, which allowed us to establish areas of consistency and discrepancies between perception and reality.

Results. It has been established that climatic changes in Altai have a pronounced intraregional invariance: the most intense warming is recorded in the northern foothill regions, while in the highlands the changes are less pronounced. Seasonal and interannual variability increases the sense of "climate instability". The interview revealed significant differences in the level of concern of the population: from complete denial of climate change (Northeastern Altai) to high anxiety and profound transformations of economic activity (Southeastern Altai). The population is most concerned about climate change in areas where climatic conditions are initially extreme (very high annual and daily temperature ranges, pronounced aridity, and permafrost spread). Even a slight change in climate indicators is perceived by the population here as a catastrophic process. The main adaptive responses include changes in herd structure, shifting pasture cycles, abandoning traditional forms of environmental management, adjusting construction practices, and transforming agricultural systems. In some cases, adaptation is determined not by real trends, but by collective perceptions, which leads to erroneous socio-ecological strategies.

Research implications. The work contributes to the development of the theory of socio-ecological systems by demonstrating the complexity and non-linearity of climate–landscape–society relationships using the example of a mountainous region with a high natural and cultural mosaic. The practical significance lies in identifying the factors that determine the success or inefficiency of adaptation. The results can be used in the development of regional strategies for climate adaptation, environmental management planning, pasture resource management and improvement of institutional mechanisms for sustainable development of mountain areas.

Keywords: climate change, landscape transformation, extreme natural phenomena, population adaptation, public perception, spatial behavior, mountain environmental management, cultural landscapes, spatial shifts of economic activity, Altai Mountains

Acknowledgments: The study was carried out within the framework of the grant of the Russian Science Foundation no. 23-27-00429 "Transformation of Altai mountain cultural landscapes in the post-Soviet period".

For citation:

Dirin D. A., Marchukova O. V., Kozlova D. A., Borisenko M. A., Gudkovskikh M. V. Transformation of the Altai Republic socio-ecological systems in the context of climate change. In: *Geographical Environment and Living Systems*, 2025, no. 3, pp. 6–31. DOI: 10.18384/2712-7621-2025-3-6-31

ВВЕДЕНИЕ

Проблема региональных особенностей глобальных изменений климата, их влияние на природные и общественные системы конкретных территорий, особенности адаптации местных сообществ к происходящим изменениям обсуждаются уже несколько десятилетий. Одним из репрезентативных регионов для подобных исследований является Горный Алтай, обладающий высоким природным и культурным разнообразием, а также сохранностью природных и традиционных культурных ландшафтов.

Географы обычно применяют методы объективного анализа для выявления взаимосвязей между изменениями климата и динамикой территориальных общественных систем (например, статистический анализ, дистанционное зондирование, ГИС-моделирование и пр.). Однако при этом всегда сохраняется вероятность ошибки интерпретации фактических данных и недоучёта действия иных, неклиматических, факторов при установлении причинно-следственных связей между явлениями [9; 24; 25; 31]. В связи с этим целесообразным представляется использование опросных методов при выявлении социально-экономических последствий климатических изменений на внутрорегиональном уровне [19; 38].

Реальные изменения климата, происходящие на планете, трансформируя характеристики прочих компонентов природной среды (например, биологическую продуктивность ландшафтов, повторяемость стихийных бедствий, водность рек, интенсивность экзогенных геоморфологических процессов и пр.), безусловно, влияют на жизнедеятельность людей, вынужденных адаптироваться к новым условиям [19; 23; 24; 26].

Однако связи между динамикой климата и динамикой социально-экологических систем (СЭС) сложнее обычной схемы «импульс – реакция». Под социально-экологи-

ческими системами понимаются сложные территориальные иерархические системы взаимодействия человеческих сообществ и вмещающей их природной среды.

Как отмечает нобелевский лауреат Э. Остром, «основной проблемой при диагностике того, почему одни СЭС являются устойчивыми, в то время как другие разрушаются, является выявление и анализ взаимосвязей между множеством уровней этих сложных систем в различных пространственных и временных масштабах. Понимание сложного целого требует знаний о конкретных переменных и о том, как связаны их составные части. Таким образом, мы должны научиться анализировать и использовать сложность, а не исключать её из таких систем» [36].

Адаптивные действия людей зависят не столько от объективных трендов изменения климата, сколько от представлений об этих изменениях, укоренившихся в местном сообществе. При этом вне зависимости от того, соответствуют эти представления объективной действительности или нет, действия людей на низовом уровне (уровне взаимодействия с природной средой в ходе хозяйственной и бытовой активности конкретной семьи), как правило, детерминируются именно ими [34].

Один из основоположников поведенческой географии Г. Ч. Брукфилд отмечал, что «люди, принимающие решения, когда они имеют дело с окружающей средой, основываются не на реальной среде, а на той, какая складывается в их представлении; в то же время обусловленные этими решениями действия совершаются в реальной среде» [21].

В настоящее время всплеск научного интереса к исследованию адаптации общества к меняющимся условиям среды возник в связи с проблематикой глобальных климатических изменений [5; 30]. При этом в исследованиях происходит смещение акцента с анализа глобальных проблем на локальные сообщества, адап-

тивные практики, институциональные механизмы [12; 37; 42].

Сюжетов, связанных с влиянием климатических изменений на разные сферы жизни общества превеликое множество. Они разномасштабны и посвящены разным территориям. Однако, по мнению Г. С. Брукфилда, наибольшее прикладное значение имеют полевые исследования адаптации хозяйственных практик, землепользования и быта сообществ к изменениям природной и социальной среды с применением опросных методов и наблюдения. Именно такие исследования он называет «душой географии» [20]. Полевые исследования адаптации низовых сообществ в сфере землепользования, функционирования аграрных систем и развития сельских районов к внешним изменениям с получением ответов «как» и «почему», стали известны как «Брукфилдская школа» анализа.

В современных условиях глобальных изменений климата, имеющих выраженную региональную и внутрирегиональную дифференциацию, актуальной научной проблемой становится выявление особенностей и закономерностей реакции на них местных сообществ людей и опосредованных изменений социально-экологических систем. Многообразие взаимодействующих факторов в системе «климат — среда — общество» и сложность связей между ними делают решение данной научной проблемы нетривиальной задачей. При этом следует учитывать не только реальные тренды климатических изменений на конкретной территории, но и представления об этих изменениях, сложившихся у местного населения.

Примеры таких исследований известны и довольно многочисленны. Их авторы в разных частях света стремятся сопоставить реальные климатические изменения и их влияние на жизнь и хозяйственную деятельность местных сообществ с восприятием этих изменений людьми и предпринимаемыми ими действиями для адаптации к новым условиям [2; 6; 7; 13; 15; 17; 18; 22; 27; 28; 29; 32; 35; 39; 40; 43].

Для выявления реальных трендов климатических изменений, как правило, используется анализ спутниковой информации по климатическим данным или же

данных наземных метеостанций с применением дальнейшей статистической обработки (например, с помощью метода Манна-Кендалла) [18; 28]. Единственной же возможностью достоверной оценки отражения изменений климата в восприятии местного населения остаются опросные методы (интервьюирование, анкетирование), иногда также с последующим статистическим анализом (например, критерий хи-квадрат и анализа главных компонент). Результатом таких исследований обычно является разработка рекомендаций в Стратегии адаптации местных сообществ к изменениям климата.

Настоящая статья посвящена анализу внутрирегиональных особенностей трансформации территориальных социально-экологических систем в Республике Алтай под воздействием климатических изменений.

Территория Горного Алтая выбрана не случайно. Она является репрезентативной моделью для других горных территорий, поскольку обладает высоким разнообразием природных и этнокультурных условий, хорошей сохранностью природных и традиционных культурных ландшафтов с многообразием практик природопользования. Кроме того, довольно давно и активно в регионе ведутся исследования климатических изменений¹ и вопросов адаптации к ним природных и социально-экологических систем [1; 8; 10; 11; 16; 41].

Гипотеза нашего исследования заключалась в том, что в условиях ограниченности реальной информации о климатической динамике, адаптивные действия местных сообществ людей определяются коллективными представлениями об изменении климата в их местности и могут приводить к реализации ошибочных социально-экологических стратегий.

Целью статьи является выявление закономерностей территориальной дифференциации процессов трансформации социально-экологических систем Республики Алтай, вызванных реальными и мнимыми изменениями климата.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

¹ Паспорт климатической безопасности Республики Алтай, 2022. Электронный ресурс: <https://clck.ru/3RKwT6> (дата обращения 10.04.2025).

1. определение реальных трендов климатических изменений по физико-географическим провинциям и районам Горного Алтая;

2. анализ мнений местных жителей о происходящих климатических изменениях;

3. выявление основных адаптивных стратегий местных сообществ к климатическим изменениям и вызванных их реализацией изменений социально-экологических систем.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ объективных трендов климатических изменений и их внутрорегиональной дифференциации осуществлялся по массивам основных фиксируемых метеорологических данных (температура воздуха и осадки) по всем 11 действующим гидрометеорологическим станциям (ГМС) Республики Алтай (табл. 1, рис. 1).

Как отмечается в докладах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), анализ линейных трендов в температурных рядах является стандартным подходом для диагностики антропогенного потепления [33]. К сожалению, сеть гидрометеорологических наблюдений на Алтае в постсоветский период сильно сократилась. Из 19 государственных метеостанций сегодня действует всего 11. Также есть несколько автоматических метеостанций в заповедниках и труднодоступная метеостанция Ак-Кем, не входящая в сеть наблюдений Горно-Алтайской ЦГМС. Доступ к их данным ограничен.

Пожалуй, самой большой проблемой для выявления внутрорегиональных особенностей климатических изменений является отсутствие ГМС в Восточно-Алтайской физико-географической провинции. Действовавшая там с 1939 г. метеостанция Улаган в 1990 г. была ликвидирована. Также формально отсутствуют ГМС в пределах Северо-Западной Алтайской провинции. В непосредственной близости от ее границ расположена метеостанция Усть-Кан, данные которой с определенной долей условности можно экстраполировать на данную территорию.

Также для огромной территории Юго-Восточного Алтая действует лишь 1 метеостанция Кош-Агач в пределах Чуйской межгорной котловины. Однако, учитывая, что почти все населённые пункты этого района также располагаются в данной котловине, проблема недостаточности метеорологических данных для сопоставления реальных и мнимых (восприятия местного населения) изменений климата здесь нивелируется.

Коэффициенты линейных временных трендов вычислялись методом наименьших квадратов за период с 1991 по 2023 г. Размерность величины трендов (Tr) для температуры воздуха выражена в $^{\circ}\text{C} / 10$ лет, для осадков — $\text{мм} / 10$ лет. Для оценки линейного тренда на значимость используется критерий Стьюдента. Тренд считается значимым, если оценки критерия Стьюдента превышают его критическое значение при заданном уровне значимости, т. е.

$$t > t_{\text{кр}}(\varphi, \nu(n - 2)),$$

где:

φ — уровень значимости (в гидрометеорологии 0,95);

ν — степень свободы.

Эмпирический критерий t можно рассчитать по формуле:

$$t = \frac{|r|\sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

где:

r — коэффициент корреляции между x и y .

В случае линейного тренда коэффициент детерминации равен квадрату коэффициента корреляции, т. е. $R^2 = r_{xy}^2$.

Фактологической основой исследования восприятия климатических изменений местных сообществ и выявления адаптивных практик стали данные 162 интервью, взятых в 2023–2025 гг. в 33 пунктах, расположенных во всех административных районах и физико-географических провинциях республики, характеризующихся различным сочетанием природных и социально-экономических условий. Это позволило получить представление о терри-

Таблица 1 / Table 1

Характеристика метеостанций Республики Алтай / Characteristics of weather stations in the Altai Republic

№ п-п	Метеостанция	Параметры		
		Геогр. координаты	Высота, м н.у.м.,	Особенности расположения
<i>Северный Алтай</i>				
1	Кызыл-Озёк	51°53'25,5" 85°59'57,2"	331	Неглубокая долина р. Майма (отроги хр. Иолго), ландшафты низкогорных сосново-мелколиственных лесов
2	Чемал	51°23'23,2" 86°01'21,9"	420	Глубоковрезанная речная долина р. Чемал (отроги хр. Иолго) с частыми фёнами, ландшафты низкогорных сосновых лесов
3	Шебалино	51°17'48,1" 85°40'59,6"	865	Глубоковрезанная долина р. Сема (отроги Семинского и Чергинского хр.), с частыми фёнами, ландшафты среднегорных светлохвойно-мелколиственных лесов
<i>Северо-Восточный Алтай</i>				
4	Яйлю	51°46' с.ш.; 87°36' в.д.	482	Крутосклонная глубоковрезанная долина оз. Телецкого (отроги Абаканского хр.) с частыми фёнами, темнохвойно-таёжные ландшафты
5	Турочак	52°15'05,3" 87°07'20,6"	327	Неглубокая речная долина р. Бия (отроги Абаканского хр.), темнохвойно-таёжные и луговые ландшафты
<i>Северо-Западный Алтай</i>				
6	Усть-Кан	50°55'44,9" 84°45'56,8"	1037	Канская межгорная котловина, степные и лугово-степные ландшафты.
<i>Центральный Алтай</i>				
7	Усть-Кокса	50°16'17,9" 85°37'12,4"	978	Уймонская котловина, лесостепные ландшафты
8	Онгудай	50°44'47,4" 86°08'10,4"	833	Урскульская котловина, горностепные ландшафты
9	Катанда	50°09'49,0" 86°10'40,4"	949	Катандинская межгорная котловина, степные и лугово-степные ландшафты
10	Кара-Тюрек	50°01'56,5" 86°27'00,5"	2600	Катунский хр., вершина водораздела (пер. Кара-Тюрек) с частыми фёнами, гольцовые ландшафты
<i>Юго-Восточный Алтай</i>				
11	Кош-Агач	50°00'31,6" 88°40'19,9"	1760	Чуйская котловина, сухостепные (полупустынные) ландшафты

Источник: составлено авторами

ториальной дифференциации восприятия населением климатических изменений в их местности и действий по адаптации к данным изменениям. Респондентами при этом выступали представители разных этнокультурных и профессиональных сообществ, разных возрастных групп (табл. 2, рис. 1).

При обработке результатов интервьюирования преобладающие нарративы срав-

нивались с данными объективного мониторинга климатических изменений. При этом часто выявлялись несоответствия этих данных. Определение соотношения между объективными факторами изменения среды и субъективным восприятием этих изменений, влияющим на принимаемые людьми решения в сфере хозяйственной деятельности и организации быта, также дало важные научные результаты.

Таблица 2 / Table 2

**Количество и тип занятости респондентов, место интервьюирования /
The number and type of employment of respondents, the place of interviewing**

Место интервьюирования	Количество респондентов								
	Предприниматель / руководитель предприятия	Наёмный работник (сельское хозяйство, промышленность)	Наёмный работник сферы обслуживания	Государственный служащий	Самозанятый	Сотрудник ООПТ	Военнослужащий	Студент	Пенсионер/ безработный
<i>Северо-Западный Алтай (Усть-Канский район)</i>									
с. Усть-Кан	1	1	1	1	-	-	-	-	1
с. Коргон	1	1	1	-	-	-	-	-	-
с. Кырлык	-	-	1	-	1	-	-	-	1
с. Ябоган	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>Северный Алтай (Майминский, Чемальский, Шебалинский районы)</i>									
г. Горно-Алтайск	1	-	1	1	1	-	1	1	1
с. Майма	1	1	1	1	-	-	-	1	-
с. Манжерок	-	-	1	-	1	-	-	-	1
с. Элекмонар	1	1	1	-	1	-	-	-	-
с. Чемал	2	1	1	1	2	-	-	1	-
с. Черга	-	1	1	-	-	-	-	-	1
с. Шебалино	2	1	2	1	1	-	1	-	1
<i>Северо-Восточный Алтай (Турочакский район, Чойский район)</i>									
с. Турочак	1	1	1	1	1	-	-	-	1
с. Артыбаш	1	1	1	-	1	1	-	-	-
с. Иогач	1	1	1	-	-	-	-	-	-
с. Чоя	1	1	1	1	-	-	-	-	-
<i>Центральный Алтай (Усть-Коксинский, Онгудайский районы)</i>									
с. Усть-Кокса	1	-	1	1	1	1	1	-	1
с. Мульты	1	-	1	-	2	1	-	-	-
с. Нижний Уймон	1	-	2	-	1	-	-	-	1
с. Чендек	-	-	1	1	1	-	-	-	1
с. Тюнгур	1	1	2	-	-	-	-	-	1
с. Онгудай	1	1	1	1	1	-	-	-	1
<i>Восточный Алтай (Улаганский район)</i>									
с. Улаган	-	-	1	2	1	-	-	-	1
с. Балыктуюль	1	1	1	-	1	-	-	-	1
с. Балыкча	1	-	1	-	1	-	-	-	-
с. Акташ	1	1	2	-	1	-	1	-	1
<i>Юго-Восточный Алтай (Кош-Агачский район)</i>									
с. Кош-Агач	3	1	1	3	1	2	-	1	1
с. Жана-Аул	-	-	2	-	1	-	-	-	-
с. Кокоря	1	-	1	-	1	-	-	-	-
с. Теленгит-Сортогой	-	-	-	-	-	-	1	-	1
с. Тобелер	1	-	-	-	-	1	-	-	1
с. Чаган-Узун	2	-	1	-	2	-	-	-	-
с. Беяши	2	-	-	1	-	1	-	-	-
Плоскогорье Уюк	1	3	-	-	-	-	3	-	-
ВСЕГО:	31	19	33	16	25	7	8	4	19

Источник: составлено авторами



Рис. 1 / Fig. 1. Карта-схема расположения пунктов интервьюирования и метеостанций / Map-layout of interview points and weather stations

Источник: составлено авторами

ТРЕНДЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА АЛТАЕ

В исследуемый период общей тенденцией изменения климата на Алтае является постепенное повышение среднегодовых температур воздуха. Рост среднегодовых температур в целом характерен для всех высотных поясов и физико-географических районов исследуемой территории, однако на этом фоне наблюдаются значительные территориальные флуктуации [1; 8].

Для анализа внутрирегиональной дифференциации климатических изменений использовалась схема физико-географического районирования, разработанная Г. С. Самойловой [14] (рис. 2).

Анализ линейных климатических трендов за период 1991–2023 гг., представленных по данным метеостанций Республики Алтай (табл. 3), позволил выявить различия в изменениях температуры воздуха и

количества осадков в пределах основных физико-географических провинций региона – Северного, Северо-Западного, Северо-Восточного, Центрального и Юго-Восточного Алтая.

В Северном Алтае (станции Кызыл-Озёк, Горно-Алтайск, Чемаал, Шебалино), расположенных в предгорьях и среднегорьях на высотах от 291 до 865 м, отмечается устойчивое потепление. Значения трендов температуры варьируют от 0,29 до 0,38 °C/10 лет (табл. 3), что указывает на значительное потепление, особенно в Горно-Алтайске и Кызыл-Озёке. Эти территории характеризуются положительными, хотя и невысокими, трендами осадков (от 0,34 до 0,38 мм/10 лет), что свидетельствует о незначительном росте увлажнения региона. В целом климатические изменения здесь соответствуют общей тенденции умеренного потепления в южной части Западной Сибири.

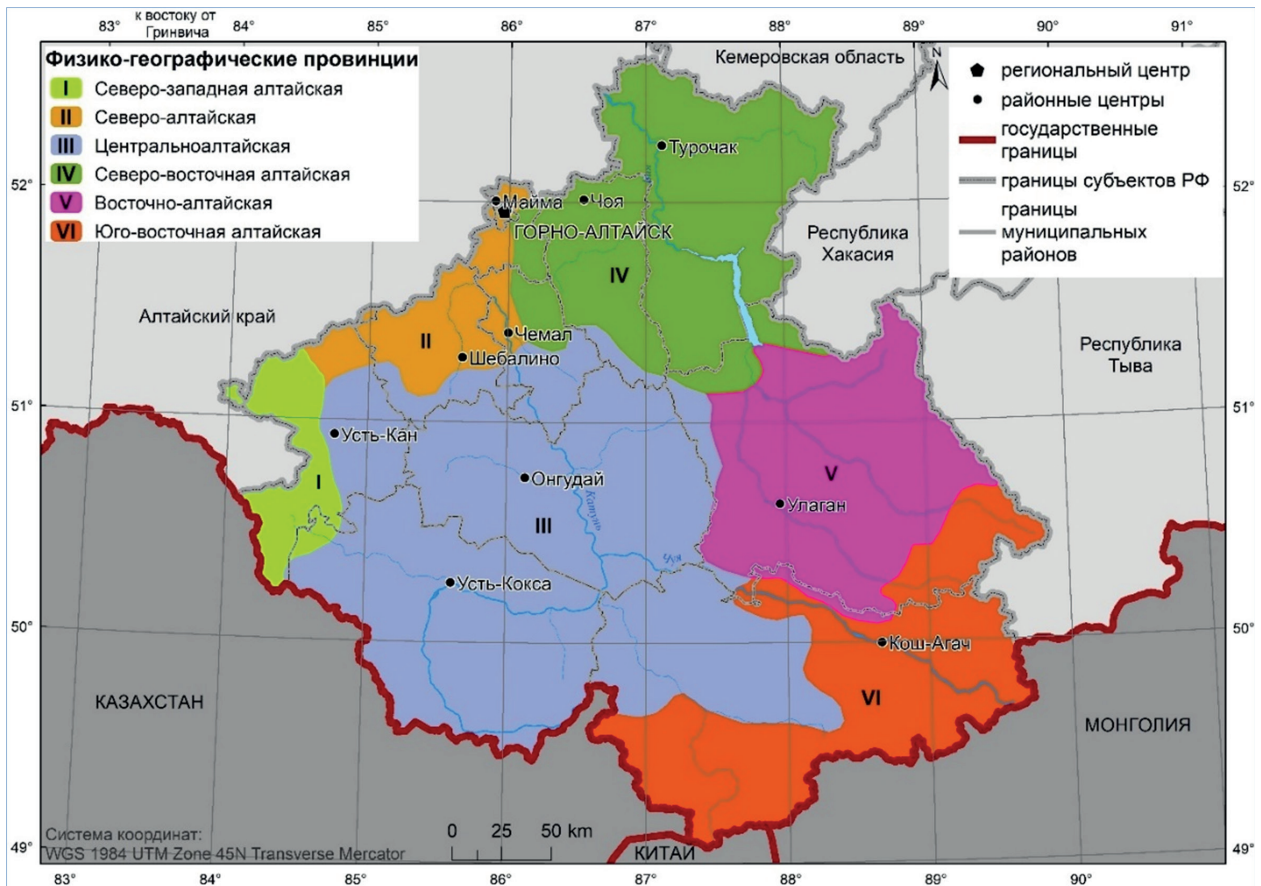


Рис. 2 / Fig. 2. Схема физико-географического районирования Горного Алтая (в границах Республики Алтай) / Scheme of physical-geographical zoning of Altai Mountains (within the borders of the Altai Republic)

Источник: выполнено авторами по [14]

Таблица 3 / Table 3

Величины линейных трендов изменения температуры и количества осадков воздуха за период с 1991 по 2023 г. по данным метеостанций Республики Алтай / Linear trends in air temperature and precipitation over the period 1991–2023 derived from meteorological station data in the Republic of Altai

Метеостанция	Высота расположения (м)	Tr 1991-2023 (°C/10 лет)	Tr 1991-2023 (мм/10 лет)
Кызыл-Озёк	326	0,32	0,34
Чемал	419	0,29	0,38
Яйлю	480	0,22	0,02
Турочак	327	0,38	-1,94
Усть-Кан	1037	0,10	4,39*
Усть-Кокса	979	0,23	0,01
Онгудай	833	0,11	0,59
Катанда	949	0,02	0,43
Кара-Тюрек	2596	0,26	-4,97*
Кош-Агач	1760	0,10	1,23
Горно-Алтайск	291	0,38	-

* Статистически-значимые величины трендов на 95% доверительном уровне по критерию Стьюдента.

Источник: составлено авторами

В Центральном Алтае (станции Онгудай, Катанда, Усть-Кан, Усть-Кокса, Кара-Тюрек), расположенном в более высокогорных и внутренних районах (высоты от 833 до 2596 м), потепление выражено слабее. Тренды температуры здесь составляют от 0,10 до 0,26 °C/10 лет (табл. 3), что ниже среднего по республике. При этом выделяется станция Усть-Кан, где зафиксирован статистически значимый положительный тренд осадков (+4,39 мм/10 лет), что может указывать на усиление увлажнения в этом районе, возможно, связанное с орографическим подъёмом влажных воздушных масс. Усть-Кокса и Катанда демонстрируют незначительные изменения в осадках, что говорит о стабильности водного режима. Самая высокогорная станция Кара-Тюрек (по которой можно судить об изменении климата во всем алтайском высокогорье) показывает значительное потепление (0,26 °C/10 лет) при существенном сокращении осадков (-4,95 мм/10 лет), что может свидетельствовать о снижении влажности в высокогорных ландшафтах, что особенно критично для ледников и альпийских экосистем.

В Северо-Восточном Алтае (станции Турочак, Яйлю) также ситуация неоднозначная, что связано с локальными факторами местоположения. Общий для этой физико-географической провинции тренд, очевидно, отражают показатели метеостанции Турочак, расположенной в низкогорной долине р. Бия. Здесь отмечается один из самых высоких трендов потепления — +0,38 °C/10 лет (табл. 3). Однако здесь наблюдается отрицательный тренд осадков (-1,94 мм/10 лет). При этом метеостанция Яйлю, расположенная на берегу Телецкого озера и испытывающее большое локальное влияние этого огромного водоёма, демонстрирует очень незначительное потепление (+0,22 °C/10 лет) при фактически отсутствии изменений в условиях увлажнения (+0,02 мм/10 лет).

Для Юго-Восточного Алтая (ГМС Кош-Агач — 1760 м) характерно умеренное потепление (0,10 °C/10 лет) с незначительным увеличением количества осадков (1,23 мм/10 лет). Однако здесь важно учитывать сезонное перераспределение осадков. Осадки в весенне-летний период

существенно сократились, в то время как увеличились осадки осенне-зимнего периода.

Как отмечается в последнем докладе Росгидромета [3], потепление фиксируется на всей территории России во все сезоны, а скорость роста среднегодовой температуры составляет 0,5 °C/10 лет. Республика Алтай по физико-географическому районированию относится к южной части Западной Сибири, где наблюдаются самые низкие показатели температурных трендов по России (~0,3 °C/10 лет) за период с 1976 по 2024 гг. [3]. Исследования показали [11], что на фоне глобального потепления Земли в районе Горного Алтая фиксируется холодное десятилетие 2002—2012 гг. со значениями тренда -0,9 °C/10 лет, которое очевидно уменьшило общую тенденцию потепления в регионе. Изолированные районы Алтая вносят небольшой вклад в изменение глобального климата, но сильно подвержены его влиянию [41]. Особенно это влияние распространяется на экосистемы в виде изменения вегетационного периода [44], смещения границ леса по высоте (некоторые деревья Алтайских гор начали произрастать выше на 100 м в постсоветский период)² и сдвигов ареалов животных [41]. Важно отметить, что постепенное потепление за последние десятилетия привело к увеличению перевыпаса скота, а это в свою очередь способствовало усилению опустынивания сухостепных ландшафтов и деградации почв в Республике Алтай³.

Таким образом, потепление в Республике Алтай за 1991—2023 гг. носит пространственно неоднородный характер, будучи наиболее выраженным в северных предгорных и низкогорных районах и более слабым — в центральных и юго-восточных высокогорных. При этом отдельные территории (например, ГМС Усть-Кан, Кара-Тюрек), демонстрируют значимые изменения в осадках, что указывает на усиление климатической изменчивости в горных экосистемах.

² Паспорт климатической безопасности Республики Алтай, 2022. Электронный ресурс: https://old.mpr-ra.ru/docs/banners/Klimaticheski_pasport.pdf (дата обращения 10.04.2025).

³ Там же.

ВОСПРИЯТИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И АДАПТАЦИЯ К НИМ НАСЕЛЕНИЯ РАЗНЫХ РАЙОНОВ АЛТАЯ

Как сами тренды климатических изменений, так и восприятие их местными сообществами (как и реакция на них) имеют выраженную территориальную дифференциацию. Для её анализа, как отмечалось выше, использовалась схема физико-географического районирования Г. С. Самойловой [14].

В первую очередь обращает на себя внимание различная степень обеспокоенности населения разных физико-географических провинций Алтая климатическими изменениями (рис. 3). Такая вариативность восприятия связана как с интенсивностью происходящих изменений и их выраженностью в ландшафтах, так и с уровнем зависимости населения (прежде всего, его

хозяйственной деятельности) от климатических условий.

Обработка результатов интервьюирования позволила выделить основные нарративы, касающиеся проявлений изменения климата. Они были сгруппированы в 20 групп. Распределение по частоте встречаемости данных высказываний (в %) в разных физико-географических провинциях Алтая представлено на рис. 4.

Также были определены основные эффекты климатических изменений, которые по мнению респондентов проявляются в районах их проживания (рис. 5).

Северный Алтай – самая экономически развитая и освоенная физико-географическая провинция Горного Алтая. Занимает нижнюю часть бассейна р. Катунь и граничит с Алтайским краем. Преобладают низко- и среднегорные хребты с сосновыми и сосново-мелколиственными лесами. Верхние ярусы рельефа в среднегорной части

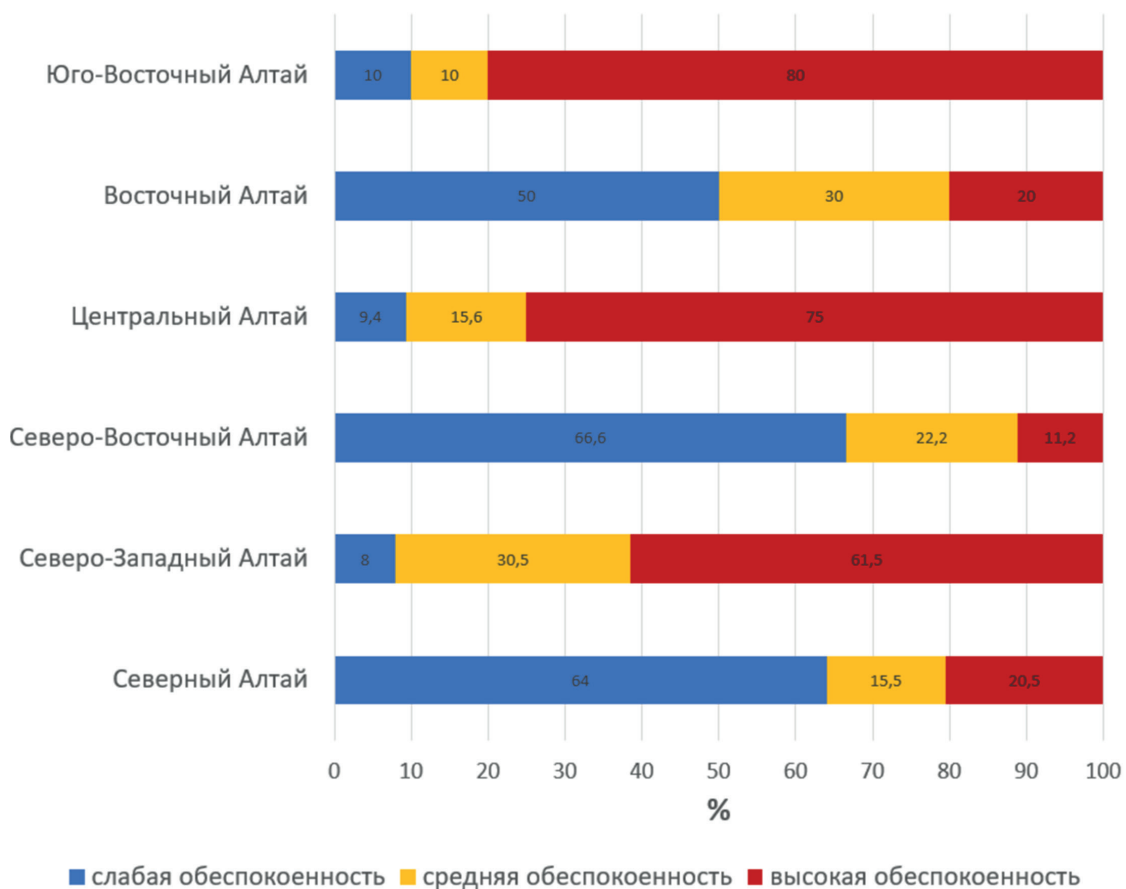


Рис. 3 / Fig. 3. Степень обеспокоенности населения разных физико-географических провинций Алтая климатическими изменениями / The degree of concern of the population of Altai's physical-geographical provinces about climatic changes

Источник: составлено авторами на основе данных интервьюирования

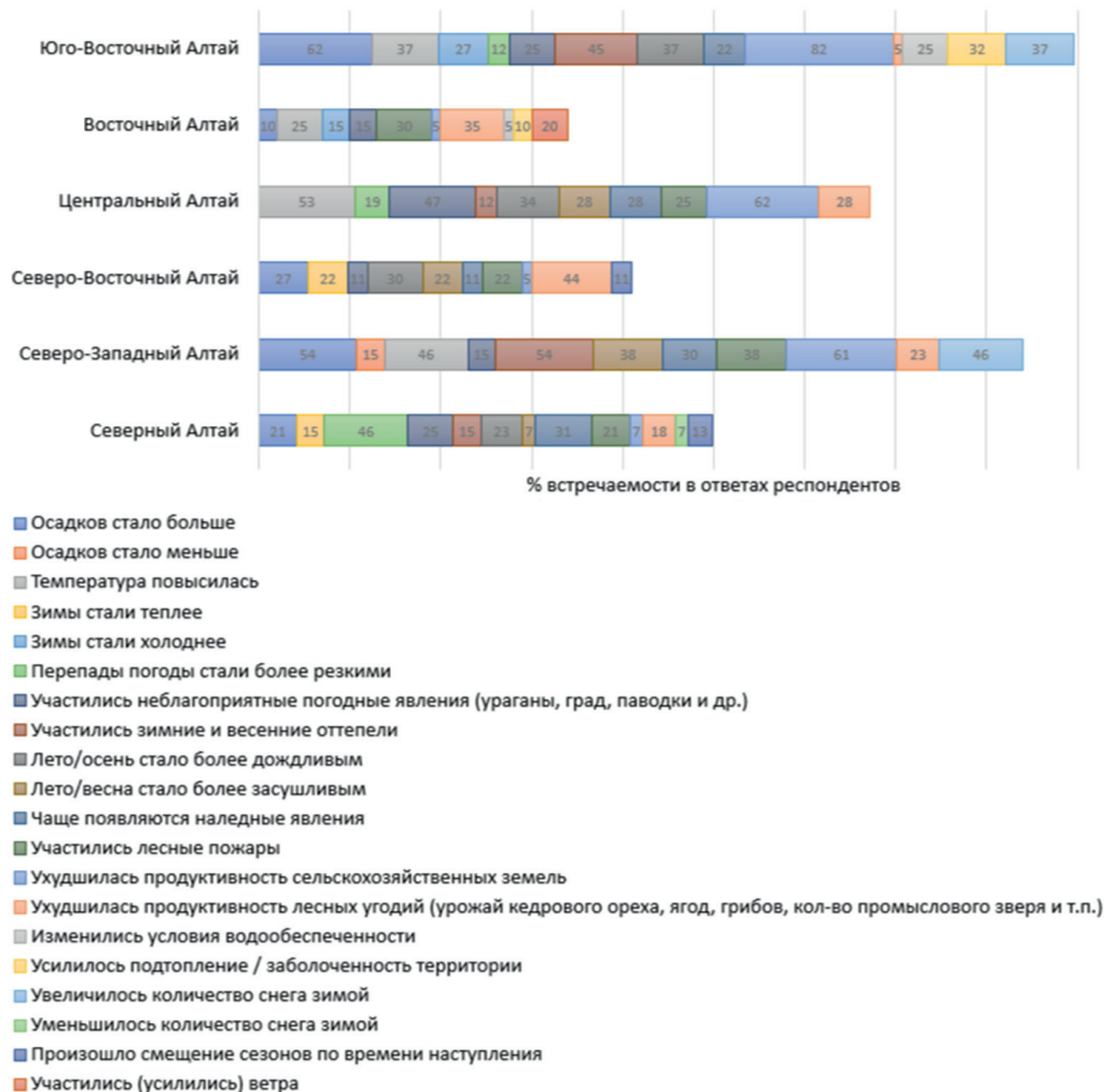


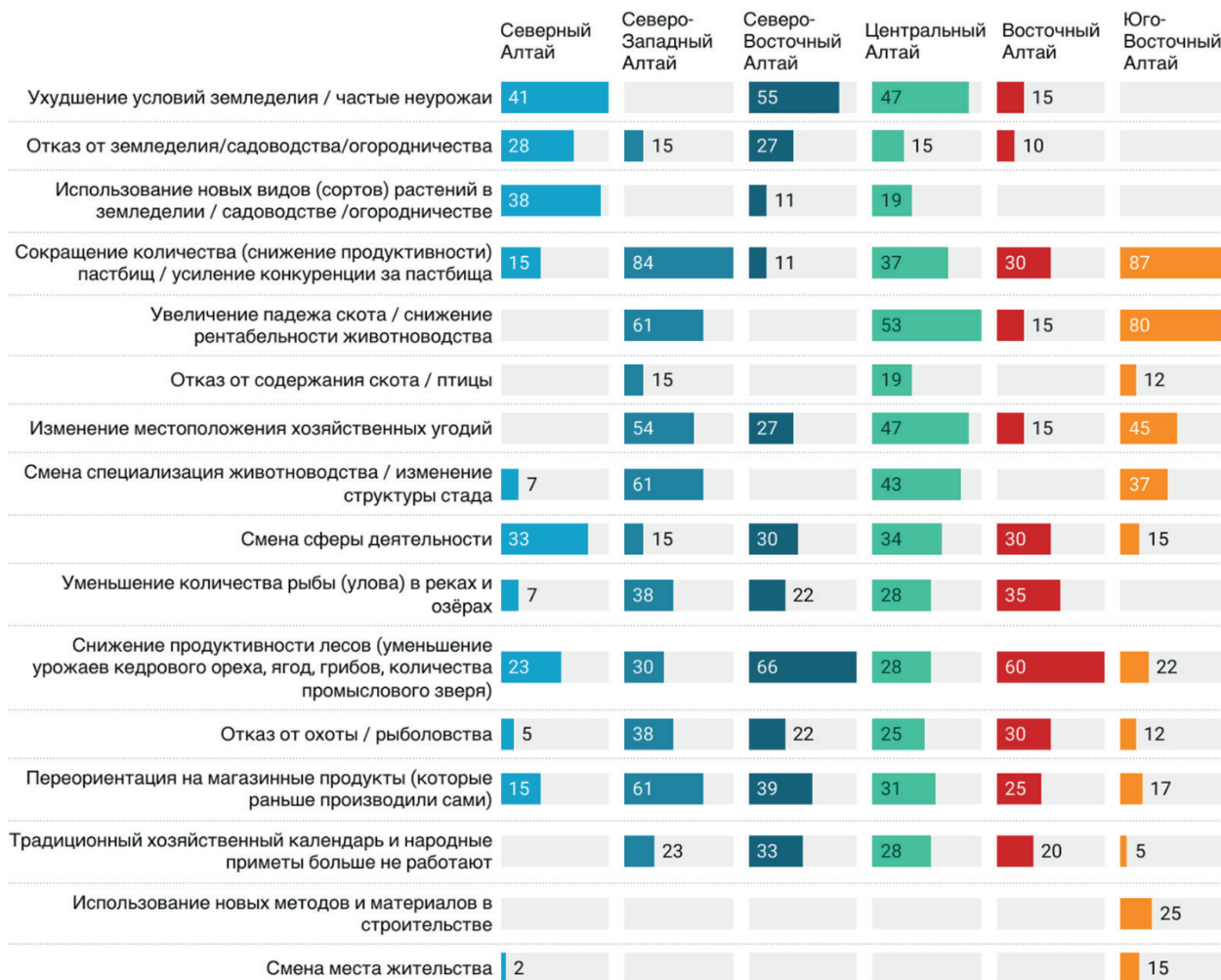
Рис. 4. / Fig. 4. Распределение основных нарративов относительно проявлений изменения климата в ответах респондентов (в %) / Distribution of the main narratives regarding the manifestations of climate change in the respondents' responses (%)

Источник: составлено авторами на основе данных интервьюирования

физико-географической провинции занимают альпийские луга и субальпийские редколесья. В административном отношении это территория Горно-Алтайского городского округа, Майминского, Чемальского, Шебалинского районов. В настоящее время это территория наиболее активного развития туризма. Здесь сконцентрирована большая часть туристской инфраструктуры республики. Соответственно, туристско-рекреационное хозяйство является основной отраслью экономики. Также присутствует сельское хозяйство (скотоводство, пантовое оленеводство, овцеводство, пче-

ловодство, кормовое растениеводство), лесное хозяйство, сбор дикоросов, строительная индустрия. В этническом составе населения численно доминируют русские [4]. Интервьюирование осуществлялось в г. Горно-Алтайске, сёлах Майма, Манжерок, Элекмонар, Чемал, Шебалино, Черга (всего 39 респондентов).

В целом, местные жители признают изменения климата за последние 30 лет, однако считают их несущественными и не представляющими угрозу для их хозяйственной деятельности, все больше связанной с обслуживанием туристов.



Created with Datawrapper

Рис. 5. / Fig. 5. Климатообусловленные изменения в хозяйственной деятельности и хозяйстве населения Алтая, по частоте встречаемости в ответах респондентов (%) / Climate-related changes in the economic activity and life of the Altai population, by frequency of occurrence in respondents' responses (%)

Источник: составлено авторами на основе данных интервьюирования

Из ключевых климатических характеристик респонденты отмечают, что стало больше ливневых дождей, чаще выпадает град. Осенью заморозки приходят позже, при этом снег весной также сходит раньше. Характерны резкие смены погодных условий, отражающиеся на самочувствии метеозависимых людей. Кроме того, с изменениями климата связывают учащение лесных пожаров.

Относительно влияния на хозяйственную деятельность и быт отмечают лишь ухудшение условий садоводства и огородничества (из-за возвратных заморозков и градов, ураганов), а также проблемы с дорожно-транспортными условиями (обледенение трассы и т. п.).

«В прошлом году в июле град с голубиное яйцо выпал. Весь огород у меня побил. Даже стены дома, они у меня сайдингом обшиты, и те пробил. В этом году опять посадила вон всё, так, поди, не надо было» (Татьяна, 67 лет, с. Майма).

«Да, климат поменялся. Особенно это в межсезонье заметно. Постоянно гололед на дорогах. Или мокрый снег. Как по мылу по нему ехать» (Владимир, 42 года, с. Чемал).

Самая серьёзная проблема – учатившиеся наводнения на р. Катунь и её притоках.

«Да, из-за изменения климата у нас зона подтопления увеличилась. Каждый год наводков боимся, особенно если зима снежная. В 2014 году у меня турбазу смыло наводне-

нием. А ещё часто зимние наводнения стали происходить из-за зажоров на реках. В прошлом году (2022 — прим. авторов) тоже было (Алексей, 53 года, с. Чемал).

Однако глубокие трансформации природно-хозяйственных систем в своей местности респонденты связывают в основном с бурным развитием туризма и приходом крупного капитала инвесторов федерального уровня.

Северо-Восточный Алтай охватывает бассейн Телецкого озера, рек Бия и Лебедь. В административном отношении это Турочакский, Чойский и север Улаганского районов. В основном здесь преобладают низкогорные и среднегорные хребты с темнохвойной и черневой тайгой. Традиционно основу хозяйственной деятельности здесь составляли лесные промыслы (охота, сбор дикоросов) с подсобным огородничеством, скотоводством и коневодством. В советское время осуществлялись масштабные лесозаготовки, начата добыча золота. В настоящее время на северном побережье Телецкого озера и в верховьях р. Бии бурно развивается туризм. Абсолютное большинство населения этой территории — русские [4]. Интервьюирование осуществлялось в сёлах Турочак, Артыбаш, Иогач, Чоя (всего 18 респондентов).

Большинство респондентов считают современные изменения климата незначительными, не оказывающими какого-то существенного влияния на природно-хозяйственные системы этой территории. Высказывалось также мнение, что изменение климата — выдумка, вызванная флуктуациями климатических показателей в многолетнем ряду данных.

«Это всё миф, чтобы учёные получили деньги на исследования, а администрация — свою некомпетентность в экономике списывала на изменение климата. На самом деле просто из года в год немного меняется температура, осадки... То жаркое и сухое лето, то холодное и дождливое. Чередуются. И с зимами также. А нам говорят: видите — климат меняется! А он не меняется. Такие чередования всегда были» (Анатолий, 66 лет, с. Турочак).

Из значимых климатических изменений респонденты отмечают более тёплые зимы, засушливость весенне-летних пе-

риодов, а также ливневые дожди осенью. Среди проблем в природопользовании отмечают большую частоту неурожайных для сбора кедрового ореха лет и участившиеся лесные пожары.

«Весна раньше теперь приходит. В апреле уже жара стоит. Раньше снег в лесу по западинам до лета лежал, а сейчас к маю нет его уже. И лес сохнет. Отсюда и пожары. Да и болезни (деревьев — прим. авторов). Шелкопряд этот. Очень много леса за последние лет 15 погибло» (Светлана, 50 лет, с. Чоя).

«Резкие перепады сейчас в погоде стали. Бывает летом жара стоит месяц, ни одного дождя. И деревья, и трава — всё высыхает. А потом осенью такие грозы и ливни, что всё заливают. Ни орех не заготовить, ни сено». (Нина, 47 лет, с. Турочак).

Из традиционных практик природопользования исчезает промысловая охота и животноводство (скотоводство и коневодство), но респонденты связывают это не с климатическими, а с экономическими причинами, прежде всего, с развитием туризма и большей возможностью заработать в этой сфере при меньших трудозатратах.

«У меня отец охотником-промысловиком в леспромхозе работал в советское время. Соболя бил, белку... А сейчас ни леспромхоза, ни охотников не стало. Невыгодно. Да и трудно. По полгода в тайге жить на зимовье. Гораздо проще гостевой дом построить и зарабатывать. Или на катере туристов по озеру (Телецкому — прим. авторов) катать. Там вообще «золотое дно». И скотину уже никто не держит, потому что можно на туристах заработать и купить всё, что нужно» (Алексей, 37 лет, с. Иогач).

Северо-Западный Алтай охватывает бассейн рек Чарыш и Ануй. Здесь господствуют лесные среднегорья с преобладанием темнохвойной тайги на избыточно увлажнённом наветренном макросклоне и парковых лиственничников во внутренних районах, находящихся в дождевой тени. Провинция практически целиком занята Усть-Канским административным районом Республики Алтай. Хозяйственная специализация сугубо животноводческая (скотоводство, овцеводство, козоводство, коневодство, пантовое оленеводство, пче-

ловодство). Подсобное значение имеют огородничество и сбор дикорастущих растений. В этнической структуре населения преобладают алтайцы, однако значительную часть также составляют русские [4]. Интервьюирование проводилось в сёлах Усть-Кан, Коргон, Кырлык, Ябоган (всего 13 респондентов).

Все респонденты указывают на то, что изменения климата существенны для их хозяйственной деятельности и быта.

Из климатических изменений информанты отмечают, что летом в течение длительного времени бывают экстремально высокие температуры. Также частым нарративом является увеличение количества осадков, в частности большая снежность зим. Также обеспокоенность вызывают лесные пожары и снижение продуктивности лесов.

С фактором роста температуры и засушливости летнего периода связывают ухудшение продуктивности пастбищ и сенокосов.

«Травы совсем мало стало. Солнце жарит. Земля сухая стоит. И трава не растёт. Овец вон к самым белкам (снежникам – прим. авторов) гонять приходится» (Ермек, 39 лет, с. Кырлык).

Кроме того, отмечается, что нестабильность температурного режима приводит к усложнению дорожно-транспортных условий.

«Зимой и весной часто оттепели стали случаться. Из-за этого на дорогах наледи появляются. Утром особенно страшно ехать. Можно по наледи в обрыв скатиться» (Александр, 32 года, с. Коргон).

Восточный Алтай занимает Улаганское нагорье, Чулышманское плоскогорье с окружающими их средне- и высокогорными хребтами (Курайский, Шапшальский, Айгулакский). Административно это в основном Улаганский район. Территория слабо освоена и преимущественно занята горной тайгой. Верхние ярусы рельефа заняты высокогорными лугами, гольцово-тундровыми ландшафтами, есть небольшие ледники. Население (в основном алтайцы-теленгиты) [4] занято преимущественно сельским хозяйством, однако поголовье здесь не такое значительное как в Юго-Восточном или Центральном Алтае,

что информанты связывают с недостатком пастбищных угодий. Интервьюирование проводилось в сёлах Улаган, Акташ, Балыктуоль, Балыкча (всего 20 респондентов).

Характерной особенностью является тот факт, что респонденты не отмечают значительных изменений в климатических условиях района. Указывают только на учащение сильных ветров, а также на гипотетически связанные с климатическими изменениями лесные пожары на соседних территориях и увеличившуюся популяцию медведей. Также отмечают снижение продуктивности лесных ландшафтов.

«Ветры сильные стали. И часто дуют. И зимой, и летом. Раньше такого не было» (Михаил, 32 года, с. Улаган).

«Я своим детям запретила в лес ходить. Медведей очень много. Уже в деревню заходят. Это, наверное, из Красноярского края к нам пришли. Там же пожары у них» (Надежда, 58 лет, с. Улаган).

Центральный Алтай охватывает Усть-Коксинский, Онгудайский, части Шебалинского и Кош-Агачского административных районов. Это самая высокогорная часть Алтая (хребты Катунский, Северо-Чуйский, Теректинский и др.). Для данной физико-географической провинции характерен полный набор высотных поясов от горно-степного до нивально-гляциального. Особенно развит лесной пояс с разными типами горной тайги. Увлажнение от умеренного до избыточного. В природопользовании преобладает многопрофильное сельское хозяйство (скотоводство, овцеводство, коневодство, мараловодство, пчеловодство, зерновое и кормовое земледелие, подсобное свиноводство и огородничество), лесное хозяйство, туризм. В этническом составе населения эта физико-географическая провинция отличается большим разнообразием. Здесь есть ареалы полного преобладания алтайцев, русских (потомков старообрядцев), а также районы со смешанным населением [4].

Интервьюирование проводилось в сёлах Усть-Кокса, Мульта, Нижний Уймон, Чендек, Тюнгур, Онгудай (всего 32 респондента).

Респонденты отмечают рост повторяемости экстремальных погодных условий

(ливней, ураганных ветров, снегопадов, морозов) и связанных с ними неблагоприятных и опасных природных явлений (лесные пожары, наледи, лавины, камнепады, оползни и пр.). Также отмечают длительность жарких периодов летом. Основные последствия этих климатических изменений для хозяйственной деятельности населения заключаются в ухудшении условий животноводства и смене специализации деятельности значительной части населения.

«Сенокосы уже третий год подряд выгорают. Зимой сено закупать приходится. Коров держать не выгодно стало» (Геннадий, 38 лет, с. Мульта).

Многие люди переориентируются в своей экономической деятельности на обслуживание туристов: строят и сдают гостевые дома, предоставляют транспортные услуги, особенно заброску высокопроходимым транспортом в труднодоступные места и пр. Популярным и прибыльным занятием стало пчеловодство, т. к. высокогорный мёд пользуется большим спросом у туристов.

Частые летние засухи ведут к сокращению земледелия в целом (особенно его продовольственного направления) и сохранению его преимущественно в форме кормопроизводства.

Респонденты также обращают внимание на экспансию лесной растительности как на верхней границе распространения, так и в межгорных котловинах. Постепенно зарастают лесом бывшие сельхозугодья.

Юго-Восточный Алтай занимает высокогорные хребты (Южный Алтай, Сайлюгемский, Чихачёва), крупные межгорные котловины (Чуйская, Курайская) и обширное плоскогорье Укок. Это одна из самых высокогорных частей Алтая отличается наиболее экстремальными климатическими условиями. Развиты ландшафты горных полупустынь, сухих степей, тунодростепей, а также нивально-гляциальные ландшафты. Провинция охватывает большую часть Кош-Агачского и юг Улаганского районов. В этническом составе населения преобладают казахи. Примерно 1/3 населения составляют алтайцы-теленгиты [4]. Основная экономическая специализация этой территории — отгонное животноводство, преимущественно скотоводство,

коневодство и овцеводство (присутствует также яководство и верблюдоводство). Именно для этой физико-географической провинции характерно наибольшая обеспеченность населения климатическими изменениями, отражающимися на повседневной жизни людей.

Респонденты (всего 40), опрошенные в Чуйской котловине (сёла Кош-Агач, Жана-Аул, Кокоря, Тобелер), в долинах рек Чаган-Узун (с. Чаган-Узун) и Джазатор (с. Беяши), а также на животноводческих стоянках плоскогорья Укок обращают внимание на резкие перепады в метеорологических условиях, в частности, зимне-весенние оттепели, сменяющиеся похолоданиями с образованием ледяной корки, препятствующей доступу к естественному корму для выпасаемых животных. Кроме того, указывают на то, что осадков стало гораздо больше.

«Осадков больше стало в районе. Раньше зимой у нас осадков мало было, снега, а сейчас уже климат изменился — снега побольше стало, дожди» (Кайрат, 40 лет, Кош-Агач).

При этом данные с метеостанции Кош-Агач, напротив, указывают на небольшое сокращение среднегодового количества осадков. Объясняется такая несогласованность, очевидно, смещением на осенне-зимний период выпадения основной доли годовых осадков, а также экстремальными по количеству осадков годами, показатели которых «растворяются» в среднемноголетней статистике, но напротив, закрепляются в коллективном сознании населения. Респонденты отмечают, что в летне-осенний период стало много дождей, как правило, ливневых, ранее совершенно не характерных для этой местности. Также и экстремальные снегопады, которые приводят к падежу скота на зимних пастбищах и на несколько дней оставляют в изоляции отдельные населённые пункты (Беяши, Аргут). Метеорологические условия стали более изменчивыми и менее предсказуемыми. Также отмечается проблема протаивания многолетней мерзлоты. Эти факторы приводят к существенным трансформациям природопользования и быта.

Респонденты отмечают существенное изменение системы пастбищеоборотов. Например, традиционные зимние паст-

бища уже используются в летний период. Часть пастбищ выведена из оборота. Многие пастбищные угодья стали заболачиваться или подвергаться солифлюкционным процессам из-за протаивания многолетней мерзлоты.

«Мерзлота же тает. Поэтому на многих местах сейчас как болото. Там травы хорошей нет. Там уже не пасём» (Чинат, 28 лет, с. Кокоря).

Однако, по нашим исследованиям, изменение традиционной системы перегонов скота связано зачастую не с природными, а с институциональными причинами, например, с введением прав собственности на землю, распределением арендуемых участков и пр. Сложившаяся традиционная система сезонных пастбищ не нарушалась даже в советское время, поскольку агрономы понимали её устойчивость. Для высокогорий критическое значение (в силу их относительной редкости) имели зимние пастбища с невысоким снежным покровом, защищённые от сильных ветров, с калорийной горностепной растительностью. Наличие таких пастбищ позволяет пасти скот в течение всего года, не заготавливая на зиму корма, что существенно снижает затраты в животноводстве. Поэтому зимние пастбища очень берегли, не допуская их использования в прочие сезоны. В настоящее время режим использования данных пастбищ определяется их собственниками и арендаторами. Они, как правило, используют такие пастбищные угодья в течение всего года, перегоняя скот по «малому кругу кочевания» между отдельными участками пастбищ. Те же природопользователи, которым не досталось пастбищ, пригодных для зимнего использования, вынуждены заготавливать или закупать корм на зиму.

«Раньше на Укоке только зимние пастбища были, а сейчас круглый год здесь пасём. Только на забой гоним в Кош-Агач» (Бекжан, 53 года, плоскогорье Укок).

С изменениями климата связывают снижение продуктивности пастбищных угодий. И меньшую рентабельность животноводства.

«Трава хуже стала расти. Раньше, допустим, с этого места сена 3-4 ГАЗика (ГАЗ-66 — прим. автора) можно было увезти, а

сейчас только на ГАЗели. Поэтому надо новые участки арендовать, а их нет свободных. Только очень далеко в горах» (Данияр, 34 года, с. Кош-Агач).

«Кормовой базы очень не хватает. В прошлом году люди не заготовили сено, рулон сена с нижних районов (из районов Северного Алтая — прим. авторов) 5 тысяч рублей стоит. За 10 тысяч 2 рулона купить на неделю. Это не рентабельно. Лучше тогда не держать скот» (Кайрат, 40 лет, Кош-Агач).

Климатические изменения явились одной из причин изменения структуры стада в Юго-Восточном Алтае. Общая тенденция — быстрое сокращение мелкого рогатого скота при увеличении КРС и особенно лошадей. Овцы и козы не способны зимой добывать корм из-под слоя снега более 15 см, и особенно из-под наста или ледяной корки, образующейся после оттепелей. Кроме того, именно овцы и козы обычно становятся жертвами хищников.

«Овец уже меньше стали держать. Раньше по 200-300 овец держали, а сейчас по 30-40 в среднем. Только для себя в основном. Не на продажу... У овец большой падёж. Как только снега много выпало, всё, они голодают» (Айсулу, с. Тобелер).

Однако в этом вопросе также ключевую роль играют, скорее, неклиматические факторы.

«За овцами, за козами надо следить, целый день выходить и идти за ними. Сейчас и пастухи у нас начали все отказываться пасти МРС, все хотят только коров принимать. Корову утром выгнали и всё, она целый день сама пасется. Вечером обратно пригнали, всё. То есть трудозатрат меньше. И оплата за одну голову 500 рублей, а за одного барана — 50 рублей» (Туэсбек, с. Жана-Аул).

«У нас в основном коней стали разводить. Кони ухода почти никакого не требуют. Им GPS вживляют и всё. Они сами пасутся. А спрос на конину хороший» (Азамат, 34 года, с. Кош-Агач).

Таяние многолетней мерзлоты приводит к подтоплению населённых пунктов, разрушению строений. В связи с этим меняется планировка сёл.

«У нас весь восточный район Кош-Агача сейчас подтоплен из-за того, что мерзло-

та тает. Туда село уже не может расти» (Азамат, 34 года, Кош-Агач).

Однако протаивание многолетней мерзлоты — давняя проблема Кош-Агачского района. Например, именно по этой причине в 1986 г. население с. Актал было переселено в новое с. Жана-Аул.

Респонденты отмечают, что к изменениям климатических условий люди вынуждены адаптироваться, в т. ч. меняя правила строительства.

«Раньше-то у нас все дома без крыш были (были плоские крыши, крытые, как правило рубероидом — прим. авторов). Это потому, что дождей таких не было. А сейчас, все дома с крышами двускатными или четырёхскатными стоят» (Туэсбек, 38 лет, с. Жана-Аул).

«Сейчас всё чаще стали винтовые сваи использовать вместо обычного ленточного фундамента. Там если под домом грунт начинает протаивать, можно выровнять дом по уровню» (Серик, 34 года, с. Кош-Агач).

Конечно, тренды климатических изменений, а также природные (в т. ч. геокриологические и гляциологические) условия высокогорий Юго-Восточного и Восточного Алтая (Кош-Агачский и Улаганский районы) будут и дальше способствовать существенным трансформациям социально-экологических систем. В частности, всё более выраженным будет таяние многолетней мерзлоты, образование наледей, прогнозируется учащение лесных пожаров, снижение биологической продуктивности естественных пастбищ и пр. [1; 8]. Поэтому адаптивные стратегии должны учитывать не только имеющийся традиционный опыт местных сообществ, но также и достижение современной науки в области территориальной организации общества и хозяйства и применения новых технологий в строительстве и природопользовании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема адаптации местных сообществ к климатическим изменениям особенно остро стоит в горных районах с сохранившимися системами традиционного природопользования. В Республике Алтай

к таким можно отнести до 60% населённых пунктов.

Современные климатические изменения выступают пусковым механизмом глубокой перестройки природных и общественных территориальных систем, воздействуя одновременно на их морфологические характеристики, пространственную организацию и функциональные свойства. Под влиянием потепления, изменения режима осадков и деградации многолетней мерзлоты происходит трансформация ландшафтной структуры: отмечается экспансия лесной растительности как вверх по склонам, так и в межгорные котловины, сокращение площадей горно-степных и тундростепных ландшафтов, их заболачивание и обводнение вследствие протаивания многолетнемерзлых пород. Эти процессы сопровождаются деградацией сельскохозяйственных угодий (пастбищ, сенокосов и пашен) и последующими пространственно-временными смещениями природопользования, включая изменение местоположения летних и зимних пастбищ, вывод части угодий из оборота и смену традиционных циклов хозяйственной деятельности.

Климатические изменения оказывают существенное влияние и на систему расселения: фиксируются случаи частичного или полного подтопления населённых пунктов, нарушения инженерной инфраструктуры и потребность в адаптации строительных технологий (переход к скатым крышам, строительству на винтовых сваях).

Функциональная структура социально-экологических систем также претерпевает изменения: снижается рентабельность традиционного животноводства, трансформируется структура стада, усиливается конкуренция за пастбищные ресурсы, в ряде районов происходит замена традиционных хозяйственных практик деятельностью, связанной с туристско-рекреационным комплексом.

Рост частоты опасных природных явлений (паводков, экстремальных снегопадов, оползней, наледей, лесных пожаров и пр.) дополнительно усложняет функционирование территориальных общественных систем, воздействуя на транспортную

связанность и принятие хозяйственных решений на локальном уровне. Всё это подтверждает, что климатические изменения формируют новые траектории развития социально-экологических систем региона, приводя к их многоаспектной и пространственно дифференцированной трансформации.

При этом важно учитывать не только реальные климатические тренды, но и восприятие их местными сообществами, т. к. реальные действия зачастую зависят от таких субъективных представлений. Население не всегда верно воспринимает тренды климатических изменений в своей местности в условиях ограниченности точной информации, что приводит к ошибочным адаптивным действиям, которые могут усугубить социально-экологическую ситуацию.

Проведённое исследование позволило сделать ряд выводов:

1. в Горном Алтае глобальные изменения климата имеют выраженную внутререгиональную дифференциацию с большой вариативностью по районам и высотным уровням, фиксируемую сетью метеостанций. Так, если в Юго-Восточном Алтае (особенно в межгорных котловинах) фиксируются выраженная аридизация с высокими темпами роста среднегодовых температур при существенном уменьшении количества осадков, в Северо-Восточном Алтае, напротив, происходит значительное увеличение осадков при небольшом потеплении. Однако показатели линейных трендов в реальности очень значительно варьируют по сезонам и годам, что отражается в восприятии населением проблемы климатических изменений;

2. степень обеспокоенности климатическими изменениями в разных районах Алтая неодинакова. Она определяется не только выраженностью и быстротой самих изменений, но и уровнем зависимости основных видов деятельности населения от природных факторов. В Северном и Северо-Восточном Алтае фиксируется довольно низкий уровень обеспокоенности (от отказа вообще признавать наличие климатических изменений до мнения, что происходящие изменения не оказывают существенного влияния на жизнь людей в

данной местности), что объясняется преимущественно сменой хозяйственной специализации населения этих территории на обслуживании туристов. В то же время степень обеспокоенности изменением климата у населения Юго-Восточного Алтая очень высокая. Здесь наложились значительные темпы климатических изменений, их яркая выраженность в окружающей среде (например, подтопление населенных пунктов тающей многолетней мерзлотой) и высокая природоориентированность хозяйственной деятельности (отгонное животноводство) населения;

3. наиболее частые нарративы относительно изменений климата связаны с (потенциально) опасными или нетипичными ранее природными явлениями: учащение лесных пожаров, наводнения, сели, ураганы, смерчи, сильный град, гололёдные явления на дорогах, ливневые осадки. В районах с выраженной животноводческой ориентацией хозяйства (Юго-Восточный, Центральный, Северо-Западный Алтай) особенно большое беспокойство вызывают резкие смены погоды, зимние и весенние оттепели, сменяющиеся похолоданием с образованием ледяной корки, что приводит к падежу скота или дополнительным затратам на закупку корма;

4. главным последствием трансформации социально-экологических систем в связи с климатическими изменениями и особенностями их восприятия местным населением являются пространственно-временные смещения хозяйственной деятельности. Меняется структура хозяйственных угодий, местоположение летних и зимних пастбищ, сезонная организация природопользования. Из-за экспансии лесной растительности, как на нижней, так и на верхней границах распространения, а также из-за обводнения и заболачивания обширных тундростепных пространств из-за таяния многолетней мерзлоты сокращаются сельскохозяйственный угодья (пашни, сенокосы, пастбища). Соответственно, усиливается конкуренция за пастбищные и сенокосные угодья, снижается рентабельность сельскохозяйственного производства. Претерпевает изменение структура стада в животноводческих хозяйствах — происходит замена мелкого

рогатого скота на крупный рогатый скот и лошадей.

Также в связи с неблагоприятными и опасными климатообусловленными процессами и явлениями происходят географические смещения системы расселения и инженерной инфраструктуры (включая полный перенос населенных пунктов из одного места в другое). Отмечаются нарушение внутренней организации населённых пунктов (например, частичное подтопление) и изменение особенностей строительства.

Изменение специализации хозяйственной деятельности имеет частичную климатическую обусловленность. В ряде районов некоторые традиционные виды природопользования заменяются новыми, прежде всего связанными с обслуживанием туристов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ и прогноз изменений климата в российской части Алтае-Саянского экорегиона и на приграничных территориях Казахстана и Монголии / отв. ред. О. Н. Липка. М.: Всемирный фонд дикой природы, 2018. 289 с.
2. Ананичева М. Д., Литвиненко Т. В., Филиппова В. В. Изменение климата в Республике Саха (Якутия) и его влияние на население: инструментальные измерения и наблюдения местных жителей // Географическая среда и живые системы. 2021. № 3. С. 6–21. DOI: 10.18384/2712-7621-2021-3-6-21
3. Бардин М. Ю., Козлова Е. Н., Платова Т. В., Ранькова Э. Я. и др. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. М.: Росгидромет, 2025. 104 с.
4. Дирин Д. А., Шиян П. А., Гудковских М. В. Современная этнокультурная дифференциация территории Республики Алтай // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2024. № 3. С. 173–187. DOI: 10.20874/2071-0437-2024-66-3-15
5. Доклад Российского экологического общества «Адаптация к изменениям климата: риски и возможности» / под рук. Ю. Е. Филаткиной. М.: ООО «ВАШ ФОРМАТ», 2025. 72 с.
6. Ермолаева П. О., Кузнецова И. Б. Общественные оценки социально-экономических последствий изменения климата по материалам Республики Татарстан // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2018. № 1. С. 33–41.
7. Жегусов Ю. И., Максимов Т. Х. Восприятие населением влияния изменений климата на условия жизни в холодном регионе (на примере Республики Саха (Якутия)) // Социологические исследования. 2024. № 9. С. 145–151. DOI: 10.31857/S0132162524090139
8. Изменение климата и его воздействие на экосистемы, население и хозяйство российской части Алтае-Саянского экорегиона: оценочный доклад / под ред. А. О. Кокорина. М., 2011. 168 с.
9. Краснаярова Б. А., Назаренко А. Е., Плуталова Т. Г., Шарбарина С. Н., Барышников С. Г. Оценка уязвимости аграрно-ориентированных природно-хозяйственных систем // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2024. Т. 49. С. 72–87. DOI: 10.26516/2073-3402.2024.49.72
10. Мандыч А. Ф., Яшина Т. В., Артемов И. А., Декенов В. В. и др. Сохранение биоразнообразия в российской части Алтае-Саянского экорегиона в условиях изменения климата. Стратегия адаптации. Красноярск, 2012. 62 с.
11. Марчукова О. В., Дирин Д. А., Борисенко М. А., Гудковских М. В. Тенденции изменения климата Горного Алтая в постсоветский период // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2024. Т. 30. Ч. 1. С. 224–231. DOI: 10.35595/2414-9179-2024-1-30-224-231
12. Медведков А. А. Трансформация «кормящих ландшафтов» и традиционной культуры аборигенных народов Сибири в условиях изменения климата // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2016. № 22. С. 62–70. DOI: 10.24057/2414-9179-2016-1-22-62-70
13. Мкртчян Г. М., Блам И. Ю., Ковалев С. Ю., Цвелодуб Ю. О. Влияние климата на субъективные оценки благосостояния домашних хозяйств в России // Регион: Экономика и Социология. 2017. № 3. С. 254–276. DOI: 10.15372/REG20170313
14. Самойлова Г. С. Ландшафтная структура физико-географических регионов Алтае-Саянской страны // Землеведение. Сборник Московского общества испытателей природы. Т. XVII. М.: Изд-во Московского университета, 1990. С. 53–66.
15. Свинобоев А. Н., Неустроева А. Б. Изменение климата и условий жизни на Севере в восприятии коренного населения // Урбанистика. 2017. № 4. С. 28–39. DOI: 10.7256/2310-8673.2017.4.24619

16. Харламова Н. Ф. Оценка и прогноз современных изменений климата Алтайского региона. Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2013. 156 с.
17. Ahamed R. A., Mal S., Maharana P. Community perceptions of climate change in Manipur, India // *Theoretical and Applied Climatology*. 2025. Vol. 156. P. 92. DOI: 10.1007/s00704-024-05319-5
18. Alhassan I., Teklehaimanot A., Solomon N., Gufi Y., et al. Perception and trends of climate change: assessing impacts on smallholder farmers and Agro-Pastoral communities in Northern Ethiopia // *Discover Agriculture*. 2025. Vol. 3. P. 106. DOI: 10.1007/s44279-025-00272-x
19. Boori M. S., Voženilek V. Remote Sensing and GIS for Socio-Hydrological Vulnerability // *Journal of Geology & Geosciences*. 2014. Vol. 3. Iss. 3. DOI: 10.4172/2329-6755.1000e115
20. Brookfield H. C. American Geography and one non-American geographer // *GeoJournal*. 2004. Vol. 59. P. 39–41.
21. Brookfield H. C. On the environment as perceived // *Progress in Geography* / eds. C. Board, et al. London, 1969. P. 39–41.
22. Cuni-Sanchez A., Omeny P., Pfeifer M., Olaka L., Mamo M. B., et al. Climate change and pastoralists: perceptions and adaptation in montane Kenya // *Climate and Development*. 2019. Vol. 11. P. 513–524. DOI: 10.1080/17565529.2018.1454880
23. *Ecosystems and Human Well-being* / eds.: R. T. Watson, A. H. Zakri. Washington: Island Press, 2005. 268 с.
24. Eniolorunda N. B. Climate Change Analysis and Adaptation: The Role of Remote Sensing (Rs) and Geographical Information System (Gis) // *International Journal of Computational Engineering Research*. 2014. Vol. 4. Iss. 1. P. 41–51.
25. Hasanuzzaman M., Bera B., Islam A., Shit P. K. Exploring GIS-based modeling for assessing social vulnerability to Ganga Riverbank erosion, India // *Natural Hazards Research*. 2025. Vol. 5. Iss. 1. P. 134–147. DOI: 10.1016/j.nhres.2024.08.001
26. Ikhumhen H. O., Fang Q., Lu Sh., Meilana L., Lopes N. D. Investigating socio-ecological vulnerability to climate change via remote sensing and a data-driven ranking algorithm // *Journal of Environmental Management*. 2023. Vol. 347. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119254
27. Islam T., Haque M. ZU., Nath T. K., Karmakar Sh., et al. Perceptions of local communities on climate change and associated impact on livelihood capital in the coastal area of southeastern Bangladesh // *Discover Environment*. 2025. Vol. 3. P. 89. DOI: 10.1007/s44274-025-00302-x
28. Iyeme E. E., Ekah U. J., Njok A. O., Agbo E. P., Offorson G. C. Trend Analysis of Climate Change across Nigeria: A Mann-Kendall and Sen's Approach // *Archives of Current Research International*. 2024. Iss. 24. P. 450–467. DOI: 10.9734/acri/2024/v24i11985
29. Izquierdo A., Schlingmann A. Local perceptions of climate change in the context of socioeconomic and political changes in a High Andean community from the Argentine Puna // *Routledge Handbook of Climate Change Impacts on Indigenous Peoples and Local Communities*. 2023. P. 136–150. DOI: 10.4324/9781003356837-11
30. Kehler S., Birchall J. S. Social vulnerability and climate change adaptation: The critical importance of moving beyond technocratic policy approaches // *Environmental Science & Policy*. 2021. Vol. 124. P. 471–477. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.07.025
31. Kemarau R. A., Suab S. A., Eboy O. V., Sa'adi Z., et al. Integrative Approaches in Remote Sensing and GIS for Assessing Climate Change Impacts Across Malaysian Ecosystems and Societies // *Sustainability*. 2025. Iss. 17. P. 1344. DOI: 10.3390/su17041344
32. Kumar A., Devi J. P., Bhaskar D. et al. Perceptions and impacts of climate change in Central India: A study of tribal communities // *Theoretical and Applied Climatology*. 2025. Vol. 156. DOI: 10.1007/s00704-025-05653-2
33. Méndez-Vallejo C., Simpson N. P., Johnson F. X., Birt A. Climate Change 2023: Synthesis Report (Full Volume) Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Switzerland, 2023. 184 pp. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
34. Morris B. S., Chrysochou P., Christensen J. D., Orquin J. L., et al. Stories vs. facts: triggering emotion and action-taking on climate change // *Climatic Change*. 2019. Iss. 154. P. 19–36.
35. Ngute A. S. K., Marchant R., Cuni-Sanchez A. Climate Change, Perceptions, and Adaptation Responses Among Farmers and Pastoralists in the Cameroon Highlands // *Handbook of Climate Change Management* / J. M. Luetz, D. Ayal, eds. Springer, Cham, 2021. P. 1–14. DOI: 10.1007/978-3-030-57281-5_311
36. Ostrom E. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems // *Science*. 2009. Vol. 325. Iss. 5939. P. 419–422. DOI: 10.1126/science.1172133
37. Selje T., Schmid L. A., Heinz B. Community-Based Adaptation to Climate Change: Core Issues and Implications for Practical Imple-

- mentations // *Climate*. 2024. № 12. P. 155. DOI: 10.3390/cli12100155
38. Thomas K., Hardy R. D., Lazrus H., Mendez M., et al. Explaining differential vulnerability to climate change: A social science review // *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change*. 2019. Vol. 10. P. e565. DOI: 10.1002/wcc.565
 39. Tabassum S., Alam S. The Effect of Climate Change in Rajshahi, Bangladesh: An Analysis of Seasonal Trends and Their Implications // *International Journal of Environmental Management and Renewable Energy System*. 2025. Vol. 1. № 1. P. 80–97.
 40. Vedwan N., Rhoades R. E. Climate change in the Western Himalayas of India: a study of local perception and response // *Climate Research*. 2001. Vol. 19. P. 109–117. DOI: 10.3354/cr019109
 41. Volkov I. V., Zemtsov V. A., Erofeev A. A., Babenko A. S., Volkova A. I., et al. The dynamic land-cover of the Altai Mountains: Perspectives based on past and current environmental and biodiversity changes // *Ambio*. 2021. Vol. 50. P. 1991–2008. DOI: 10.1007/s13280-021-01605-y
 42. Wannewitz M., Garschagen M. Collective adaptation to climate change // *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2023. Vol. 61. P. 101248. DOI: 10.1016/j.cosust.2022.101248
 43. Yu Cai, Aftab Khan, Minjuan Zhao. Understanding herders' risk perceptions and preferences for climate change adaptations: an empirical study of pre and post disaster // *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2025. Vol. 23. DOI: 10.1080/14735903.2025.2493400
 44. Zohner C. M., Mirzaghali L., Renner S. S., Mo L., et al. Effect of climate warming on the timing of autumn leaf senescence reverses after the summer solstice // *Science*. 2023. Vol. 381. Iss. 6653. DOI: 10.1126/science.adf5098
- pp. 6–21. DOI: 10.18384/2712-7621-2021-3-6-21 (in Russ.).
3. Bardin M. Yu., Kozlova E. N., Platova T. V., Rankova E. Ya., et al. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii* [Report on the peculiarities of the climate in the Russian Federation for 2024]. Moscow: Roshydromet Publ., 2025. 104 p.
 4. Dirin D. A., Shiyan P. A., Gudkovsky M. V. [Modern ethnocultural differentiation of the territory of the Altai Republic]. In: *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii* [Bulletin of archeology, anthropology and ethnography], 2024, no. 3, pp. 173–187. DOI: 10.20874/2071-0437-2024-66-3-15
 5. Filatkina Yu. E., ed. *Doklad Rossiyskogo ekologicheskogo obshchestva «Adaptatsiya k izmeneniyu klimata: riski i vozmozhnosti»* [Report of the Russian Ecological Society "Adaptation to climate change: risks and opportunities"]. Moscow: VASH FORMAT LLC Publ., 2025. 72 p.
 6. Ermolaeva P. O., Kuznetsova I. B. [Public assessments of the socio-economic consequences of climate change based on materials from the Republic of Tatarstan]. In: *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2018, no. 1, pp. 33–41.
 7. Zhegusov Yu. I., Maksimov T. Kh. [Perception by the population of the impact of climate change on living conditions in a cold region (on the example of the Republic of Sakha (Yakutia)]. In: *Sotsiologicheskkiye issledovaniya* [Sociological research], 2024, no. 9, pp. 145–151. DOI: 10.31857/S0132162524090139 (in Russ.).
 8. Kokorin A. O. *Izmeneniye klimata i yego vozdeystviye na ekosistemy, ekonomiku i ekonomiku rossiyskoy chasti Altaye-Sayanskogo ekoregiona: otsenochnyy doklad* [Climate change and its impact on ecosystems, population and economy of the Russian part of the Altai-Sayan ecoregion: assessment report]. Moscow, 2011. 168 p.
 9. Krasnoyarov B. A., Nazarenko A. E., Plutalova, T. G., Sharabarina S. N., Baryshnikov S. G. [Vulnerability assessment of agrarian-oriented natural and economic systems]. In: *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Nauki o Zemle* [Izvestia of Irkutsk State University. Series: Earth Sciences], 2024, no. 49, pp. 72–87. DOI: 10.26516/2073-3402.2024.49.72 (in Russ.).
 10. Mandych A. F., Yashina T. V., Artemov I. A., Dekenov V. V. et al. *Sokhraneniye bioraznobraziya v rossiyskoy chasti Altaye-Sayanskogo ekoregiona v usloviyakh izmeneniya klimata*.

REFERENCES

1. Lipka O. N., ed. *Analiz i prognoz izmeneniy klimata v rossiyskoy chasti Altaye-Sayanskogo ekoregiona i na prigranichnykh territoriyakh Kazakhstana i Mongolii* [Analysis and forecast of climate change in the Russian part of the Altai-Sayan ecoregion and in the border areas of Kazakhstan and Mongolia]. Moscow: Vsemirnyy fond dikoy prirody Publ., 2018. 289 p.
2. Ananicheva M. D., Litvinenko T. V., Filipova V. V. [Climate change in the Republic of Sakha (Yakutia) and its impact on the population: instrumental measurements and observations of local residents]. In: *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy* [Geographical environment and living systems], 2021, no. 3,

- Strategiya adaptatsii* [Biodiversity conservation in the Russian part of the Altai-Sayan ecoregion under climate change. Adaptation strategy]. Krasnoyarsk, 2012. 62 p.
11. Marchukova O. V., Dirin D. A., Borisenko M. A., Gudkovsky M. V. [Trends in climate change in Gorny Altai in the post-Soviet period]. In: *InterKarto. InterGIS* [InterKarto. InterGIS], 2024, vol. 30, iss. 1, pp. 224–231. DOI: 10.35595 /2414-9179-2024-1-30-224-231
 12. Medvedkov, A. A. [Transformation of "feeding landscapes" and traditional culture of indigenous Siberian populations under climate change]. In: *InterKarto. InterGIS* [InterKarto. InterGIS], 2016, no. 22, pp. 62–70. DOI: 10.24057/2414-9179-2016-1-22-62-70
 13. Mkrtchyan G. M., Blam I. Yu., Kovalev S. Yu., Tselodub Yu. O. The influence of climate on subjective assessments of household well-being in Russia. In: *Region: Ekonomika i Sotsiologiya* [Region: Economics and Sociology], 2017, no. 3, pp. 254–276. DOI: 10.15372/REG20170313
 14. Samoilova G. S. [Landscape structure of the physical and geographical regions of the Altai-Sayan country]. In: *Zemlevedeniye. Sbornik Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. T. XVII* [Land science. Collection of the Moscow Society of Naturalists. Vol. XVII]. Moscow: Moscow University Publ., 1990, pp. 53–66.
 15. Svinoboev A. N., Neustroeva A. B. (2017). Climate change and living conditions in the North in the perception of the indigenous population. In: *Urbanistika* [Urbanistics], 2017, no. 4, pp. 28–39. DOI: 10.7256/2310-8673.2017.4.24619 (in Russ.).
 16. Kharlamova N. F. *Otsenka i prognoz sovremennykh izmeneniy klimata Altayskogo regiona* [Assessment and forecast of modern climate changes in the Altai region]. Barnaul: Altai University Publ., 2013. 156 p.
 17. Ahamed R. A., Mal S., Maharana P. Community perceptions of climate change in Manipur, India. In: *Theoretical and Applied Climatology*, 2025, vol. 156, pp. 92. DOI: 10.1007/s00704-024-05319-5
 18. Alhassan I., Teklehaimanot A., Solomon N., Gufi Y., et al. Perception and trends of climate change: assessing impacts on smallholder farmers and Agro-Pastoral communities in Northern Ethiopia. In: *Discover Agriculture*, 2025, vol. 3, pp. 106. DOI: 10.1007/s44279-025-00272-x
 19. Boori M. S., Voženilek V. Remote Sensing and GIS for Socio-Hydrological Vulnerability. In: *Journal of Geology & Geosciences*, 2014, vol. 3, iss. 3. DOI: 10.4172/2329-6755.1000e115
 20. Brookfield H. C. American Geography and one non-American geographer. In: *GeoJournal*, 2004, vol. 59, pp. 39–41.
 21. Brookfield H. C. On the environment as perceived. In: Board C., et al, eds. *Progress in Geography*. London, 1969. P. 39–41.
 22. Cuni-Sanchez A., Omeny P., Pfeifer M., Olaka L., Mamo M. B., et al. Climate change and pastoralists: perceptions and adaptation in montane Kenya. In: *Climate and Development*, 2019, vol. 11, pp. 513–524. DOI: 10.1080/17565529.2018.1454880
 23. Watson R. T., Zakri A. H., eds. *Ecosystems and Human Well-being*. Washington: Island Press, 2005. 268 c.
 24. Eniolorunda N. B. Climate Change Analysis and Adaptation: The Role of Remote Sensing (Rs) and Geographical Information System (Gis). In: *International Journal of Computational Engineering Research*, 2014, vol. 4, iss. 1, pp. 41–51.
 25. Hasanuzzaman M., Bera B., Islam A., Shit P. K. Exploring GIS-based modeling for assessing social vulnerability to Ganga Riverbank erosion, India. In: *Natural Hazards Research*, 2025, vol. 5, iss. 1, pp. 134–147. DOI: 10.1016/j.nhres.2024.08.001
 26. Ikhumen H. O., Fang Q., Lu Sh., Meilana L., Lopes N. D. Investigating socio-ecological vulnerability to climate change via remote sensing and a data-driven ranking algorithm. In: *Journal of Environmental Management*, 2023, vol. 347. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119254
 27. Islam T., Haque M. ZU., Nath T. K., Karmakar Sh., et al. Perceptions of local communities on climate change and associated impact on livelihood capital in the coastal area of southeastern Bangladesh. In: *Discover Environment*, 2025, vol. 3, pp. 89. DOI: 10.1007/s44274-025-00302-x
 28. Iyeme E. E., Ekah U. J., Njok A. O., Agbo E. P., Offorson G. C. Trend Analysis of Climate Change across Nigeria: A Mann-Kendall and Sen's Approach. In: *Archives of Current Research International*, 2024, iss. 24, pp. 450–467. DOI: 10.9734/acri/2024/v24i11985
 29. Izquierdo A., Schlingmann A. Local perceptions of climate change in the context of socioeconomic and political changes in a High Andean community from the Argentine Puna. In: *Routledge Handbook of Climate Change Impacts on Indigenous Peoples and Local Communities*, 2023, pp. 136–150. DOI: 10.4324/9781003356837-11
 30. Kehler S., Birchall J. S. Social vulnerability and climate change adaptation: The critical

- importance of moving beyond technocratic policy approaches. In: *Environmental Science & Policy*, 2021, vol. 124, pp. 471–477. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.07.025
31. Kemarau R. A., Suab S. A., Eboy O. V., Sa'adi Z., et al. Integrative Approaches in Remote Sensing and GIS for Assessing Climate Change Impacts Across Malaysian Ecosystems and Societies. In: *Sustainability*, 2025, iss. 17, p. 1344. DOI: 10.3390/su17041344
 32. Kumar A., Devi J. P., Bhaskar D. et al. Perceptions and impacts of climate change in Central India: A study of tribal communities. In: *Theoretical and Applied Climatology*, 2025, vol. 156. DOI: 10.1007/s00704-025-05653-2
 33. Méndez-Vallejo C., Simpson N. P., Johnson F. X., Birt A. *Climate Change 2023: Synthesis Report (Full Volume) Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Switzerland, 2023. 184 pp. DOI: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647
 34. Morris B. S., Chrysochou P., Christensen J. D., Orquin J. L., et al. Stories vs. facts: triggering emotion and action-taking on climate change. In: *Climatic Change*, 2019, iss. 154, pp. 19–36.
 35. Ngute A. S. K., Marchant R., Cuni-Sanchez A. Climate Change, Perceptions, and Adaptation Responses Among Farmers and Pastoralists in the Cameroon Highlands. In: Luetz J. M., Ayal D., eds. *Handbook of Climate Change Management*. Springer, Cham, 2021, pp. 1–14. DOI: 10.1007/978-3-030-57281-5_311
 36. Ostrom E. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. In: *Science*, 2009, vol. 325, iss. 5939, pp. 419–422. DOI: 10.1126/science.1172133
 37. Selje T., Schmid L. A., Heinz B. Community-Based Adaptation to Climate Change: Core Issues and Implications for Practical Implementations. In: *Climate*, 2024, no. 12, pp. 155. DOI: 10.3390/cli12100155
 38. Thomas K., Hardy R. D., Lazrus H., Mendez M., et al. Explaining differential vulnerability to climate change: A social science review. In: *Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Change*, 2019, vol. 10, p. e565. DOI: 10.1002/wcc.565
 39. Tabassum S., Alam S. The Effect of Climate Change in Rajshahi, Bangladesh: An Analysis of Seasonal Trends and Their Implications. In: *International Journal of Environmental Management and Renewable Energy System*, 2025, vol. 1, no. 1, pp. 80–97.
 40. Vedwan N., Rhoades R. E. Climate change in the Western Himalayas of India: a study of local perception and response. In: *Climate Research*, 2001, vol. 19, pp. 109–117. DOI: 10.3354/cr019109
 41. Volkov I. V., Zemtsov V. A., Erofeev A. A., Babenko A. S., Volkova A. I., et al. The dynamic land-cover of the Altai Mountains: Perspectives based on past and current environmental and biodiversity changes. In: *Ambio*, 2021, vol. 50, pp. 1991–2008. DOI: 10.1007/s13280-021-01605-y
 42. Wannowitz M., Garschagen M. Collective adaptation to climate change. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2023, vol. 61, p. 101248. DOI: 10.1016/j.cosust.2022.101248
 43. Yu Cai, Aftab Khan, Minjuan Zhao. Understanding herders' risk perceptions and preferences for climate change adaptations: an empirical study of pre and post disaster. In: *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2025, vol. 23. DOI: 10.1080/14735903.2025.2493400
 44. Zohner C. M., Mirzaghali L., Renner S. S., Mo L., et al. Effect of climate warming on the timing of autumn leaf senescence reverses after the summer solstice. In: *Science*, 2023, vol. 381, iss. 6653. DOI: 10.1126/science.adf5098

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дирин Денис Александрович (г. Тюмень) — кандидат географических наук, профессор кафедры физической географии и экологии Школы естественных наук Тюменского государственного университета;
e-mail: d.a.dirin@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-5876-6218

Марчукова Олеся Владимировна (г. Тюмень) — кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии Школы естественных наук Тюменского государственного университета; старший научный сотрудник лаборатории крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы и изменений климата Института природно-технических систем;
e-mail: o.v.marchukova@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-6205-9946

Козлова Диана Анатольевна (г. Ростов-на-Дону) — кандидат исторических наук, доцент кафедры туризма Института туризма, сервиса и креативных индустрий Южного федерального университета;
e-mail: dakozlova@sfedu.ru; ORCID: 0009-0009-0971-1486

Гудковских Мария Владимировна (г. Тюмень) – кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и экологии Школы естественных наук Тюменского государственного университета;

e-mail: m.v.gudkovskikh@utmn.ru; ORCID: 0000-0002-3444-2654

Борисенко Максим Александрович (г. Тюмень) – кандидат географических наук, доцент Высшей экологической школы Югорского государственного университета; научный сотрудник кафедры физической географии и экологии Школы естественных наук Тюменского государственного университета;

e-mail: maxi.borisenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5821-6689

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Denis A. Dirin (Tyumen) – PhD (Geography), Prof., Department of Physical Geography and Ecology, School of Natural Sciences, Tyumen State University;

e-mail: d.a.dirin@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-5876-6218

Olesya V. Marchukova (Tyumen) – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Physical Geography and Ecology, School of Natural Sciences, Tyumen State University; Senior Researcher, Laboratory of Large-Scale Interaction of the Ocean, Atmosphere and Climate Change, Institute of Natural and Technical Systems;

e-mail: o.v.marchukova@utmn.ru; ORCID: 0000-0001-6205-9946

Diana A. Kozlova (Rostov-on-Don) – PhD (History), Assoc. Prof., Department of Tourism, Institute of Tourism, Service and Creative Industries, South Federal University;

e-mail: dakozlova@sfedu.ru; ORCID: 0009-0009-0971-1486

Maria V. Gudkovskikh (Tyumen) – PhD (Geography), Assoc. Prof., Department of Physical Geography and Ecology, School of Natural Sciences, Tyumen State University;

e-mail: m.v.gudkovskikh@utmn.ru; ORCID: 0000-0002-3444-2654

Maxim A. Borisenko (Tyumen) – PhD (Geography), Assoc. Prof., Higher School of Ecology, Yugra State University; Researcher, Department of Physical Geography and Ecology, School of Natural Sciences, Tyumen State University;

e-mail: maxi.borisenko@mail.ru; ORCID: 0000-0001-5821-6689