



УДК 551.583(571.53)
<https://doi.org/10.26516/2073-3402.2025.51.19>

Региональные особенности современного климатического периода в Иркутской области

И. В. Латышева, К. А. Лощенко, С. Ж. Вологжина, А. В. Гекова*

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Выполнен комплексный анализ пространственно-временных особенностей распределения метеорологических параметров на территории Иркутской области в современный климатический период (1991–2020 гг.). Для определения наблюдаемых тенденций региональных изменений климата и связанных с ними возможных климатических рисков для различных отраслей экономики и транспорта Иркутской области были рассчитаны разности среднегодовых и среднемесячных величин по сравнению с предшествующим климатическим периодом (1961–1990 гг.). В качестве исходных использованы данные 78 метеорологических станций Иркутской области по температуре воздуха и почвы, характеристикам влажности, количеству общей и нижней облачности и суммам атмосферных осадков. В ходе исследования установлено, что наиболее высокие темпы роста среднегодовых температур воздуха отмечаются на метеорологических станциях Жигаловского и Чунского районов Иркутской области. В период с ноября по январь на ряде станций Катангского, Качутского, Киренского, Верхнеленского районов и высокогорной станции Хамар-Дабан происходит незначительное похолодание. Потепление климата в современный климатический период сопровождается уменьшением общего количества облаков и увеличением нижней облачности на фоне увеличения количества атмосферных осадков. Потепление климата благоприятно сказывается в увеличении продолжительности безморозного периода, но может представлять угрозу для возникновения продолжительных засушливых периодов летом, продолжительных оттепелей зимой, увеличения межсуточной изменчивости температур, вероятности возникновения опасных гидрологических явлений в период паводков и половодий.

Ключевые слова: климат, норма, амплитуда, температура воздуха, температура почвы, влажность, атмосферные осадки.

Для цитирования: Региональные особенности современного климатического периода в Иркутской области / И. В. Латышева, К. А. Лощенко, С. Ж. Вологжина, А. В. Гекова // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2025. Т. 51. С. 19–35. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2025.51.19>

Original article

Regional Features of the Modern Climatic Period in the Irkutsk Region

I. V. Latysheva, K. A. Loshchenko, S. Zh. Vologzhina, A. V. Gekova*

Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The article presents a comprehensive analysis of the spatiotemporal features of the distribution of meteorological parameters in the Irkutsk region in the modern climatic period (1991–2020). To determine the observed trends in regional climate change and the associated possible climatic risks for various sectors of the economy and transport of the Irkutsk region, the differences in average annual and average monthly values were calculated compared to the previous climatic period (1961–1990). The initial data were obtained from 78 meteorological stations in the Irkutsk region on air and soil temperature, humidity characteristics, the amount of total and lower cloudiness, and precipitation amounts. The study found that the highest growth rates of average annual air temperatures are observed at meteorological stations in the Zhiglovsky and Chunsky districts of the Irkutsk region. In the period from November to January, a slight cooling occurs at a number of stations in the Katangsky, Kachugsky, Kirensky, Verkhnelensky districts and the high-mountain station Khamar-Daban. Climate warming in the modern climatic period is accompanied by a decrease in the total number of clouds and an increase in lower cloudiness against the background of an increase in the amount of atmospheric precipitation. Climate warming has a beneficial effect in increasing the duration of the frost-free period, but can pose a threat for the occurrence of prolonged dry periods in summer, prolonged thaws in winter, an increase in inter-daily temperature variability, the likelihood of dangerous hydrological phenomena during floods and high waters.

Keywords: climate, norm, amplitude, air temperature, soil temperature, humidity, precipitation.

For citation: Latysheva I.V., Loshchenko K.A., Vologzhina S.Zh., Gekova A.V. Regional Features of the Modern Climatic Period in the Irkutsk Region. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, 2025, vol. 51, pp. 19–35. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2025.51.19> (in Russian)

Введение

В современную эпоху, характеризующуюся беспрецедентными изменениями окружающей среды и климатической неопределенностью, эффективное управление рисками, связанными с климатом, стало критически важным императивом для обществ и экономик во всем мире [Modeling the costs ... , 2009]. Наблюдаемые изменения климата могут стать причиной как внезапных экстремальных природных явлений (физические климатические риски), так и возникающих на фоне долгосрочных проявлений климата (систематические физические риски). В качестве примера можно привести второе по величине наводнение в истории австралийского штата Квинсленд в январе 2011 г., которое было вызвано внезапными экстремальными осадками, что в сочетании с другими факторами привело к критическим сбросам воды с плотины Уивенхо, нанеся значительный ущерб ниже по течению [Honert, McAneney, 2011].

Оценка климатической уязвимости территории обычно предполагает описание состояния климатической системы посредством некоторого количества факторов (индикаторов). Перечень ключевых климатических индикаторов определяется экспертами Всемирной метеорологической организации и на сегодняшний день включает более 50 показателей, ориентированных на мониторинг климатических рисков и оценку их воздействий на живую и неживую природу и человека.

Существующие методы оценки климатических рисков включают выявление опасных климатических факторов на основе наблюдаемых и прогнозируемых тенденций изменений климата, выделение критических значений климатического воздействия на объекты и системы, классификации климатических рисков и другие подходы [Солдатенко, 2024]. Например, в Санкт-Петербурге согласно классификации климатических рисков как «весьма опасные

климатические риски» выделяются продолжительная жара, сильная жара, сильный ветер, ураган, смерчи. В категорию «опасные климатические риски» включают сильный ливень, очень сильный снег и сильные дожди, тогда как засуха и заморозки входят в категорию «умеренные климатические риски» [Динамика зеленых насаждений ... , 2024]. Наибольшую опасность представляют климатические риски, которые возникают вследствие сочетания метеорологических факторов: двойные климатические риски (например, сочетания дождя со снегом), тройные климатические риски (например, риски жары, ветра и дождя) и т. д. [Цыганов, Савушкин, Лемешкова, 2024].

Слияние изменений климата, землепользования и глобализации привело к многогранным рискам, которые бросают вызов традиционным стратегиям управления рисками [Shah, Rahman, Chowdhury, 2015]. В то же время изменение климата представляет собой серьезную угрозу продовольственной безопасности на местном, национальном и глобальном уровнях [Tilman, Clark, 2014]. В частности, высокие температуры воздуха могут оказывать негативное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур (рис, кукуруза, пшеница и др.), усугубляют состояние здоровья человека и осложняют виды производственной деятельности, осуществляемые на открытом воздухе [Climate shocks ... , 2017]. Экстремальный риск воздействия тепла в настоящее время присутствует в Южном Пакистане и нескольких районах центральной части Северной Африки (Чад, Алжир) [The burden of ... , 2021]. Прогнозируется дальнейшее увеличение теплового стресса в течение следующих нескольких десятилетий в региональном и глобальном масштабах в ответ на увеличение концентрации парниковых газов [Kjellstrom, Lemke, Otto, 2013].

В условиях текущей тенденции глобального потепления возрастает вероятность более частых, более интенсивных и более непредсказуемых засух и наводнений. Например, последние – исторически один из основных климатических рисков в Нидерландах [Karlson, Morsut, Engen, 2024]. Существенно возрастает риск нежелательных последствий изменений климата, связанных с наводнениями. Засуха – это медленно наступающая опасность, которую часто трудно обнаружить, и в некоторых случаях она может иметь более значительные последствия по сравнению с другими стихийными бедствиями. Многие регионы Ирана находятся в условиях засухи уже более двух десятилетий и до сих пор не вышли из этой ситуации [An adaptation capacity ... , 2021].

Климатические изменения по-разному влияют на экономику. В энергетической отрасли увеличение количества дней с экстремальной жарой повышает спрос на электроэнергию для охлаждения зданий, что оказывает давление на инфраструктуру и требует модернизации энергосистем. Для предприятий топливно-энергетического комплекса, занимающихся добычей, переработкой и транспортировкой энергоносителей, ключевыми климатическими рисками являются ураганы, наводнения, засухи и лесные пожары, которые могут привести к перерывам в производстве, убыткам и даже гибели сотрудников. Климатические риски влияют на финансовое состояние страховых компаний, что требует разработки новых подходов к страхованию [Иванов, 2022].

Более 20 млн человек ежегодно перемещаются из-за наводнений, штормов, лесных пожаров и других опасных погодных явлений, которые, вероятно, усугубляются изменениями климата. Прибрежные сообщества в таких географически, политически и культурно разнообразных регионах, как Аляска, Луизиана и Фиджи, уже переселяются на возвышенности [Murray-Tortarolo, Salgado, 2021].

На территории России, где темпы климатических изменений почти вдвое выше, чем суши в целом, и составляют $\sim 0,49$ °C/10 лет, важно учитывать весь комплекс угроз, рисков и возможностей, обусловленных наблюдаемыми и ожидаемыми климатическими изменениями. Например, на юге России обостряются проблемы волн жары (для населения), засух и дефицита воды (для сельского хозяйства). На севере улучшаются условия для жизни людей, ведения сельского хозяйства, растет производственный и логистический потенциал [Третий оценочный доклад ... , 2022].

В пространственном отношении наиболее быстрое потепление наблюдается в азиатской части России ($\sim 0,71$ °C/10 лет). Ожидается, что основные изменения приведут к сдвигам в динамике осадков и температуры, изменениям в лесных гидрологических циклах, смещению популяций растений и животных, увеличению частоты и серьезности нарушений (например, пожаров, ветра, вредителей и патогенов) и многому другому. Одним из ключевых экономических последствий изменений климата является снижение урожайности сельскохозяйственных культур в ряде регионов, что приводит к увеличению цен на продовольствие и снижению продовольственной безопасности [Климов, 2022]. Оценка адаптации лесов к изменениям климата показала, что наиболее негативная динамика, связанная с уменьшением продуктивности лесов, характерна для лесов Сибири, что может быть обусловлено засушливыми периодами и последствиями лесных пожаров [Семёнова, Сорока, Недбаев, 2024].

Таким образом, высокая скорость климатических изменений, их пространственная неоднородность, многочисленность и многоаспектность экономических и социальных рисков, возникающих вследствие изменений климата, актуализируют важность определения наиболее уязвимых территорий, секторов экономики и природных ресурсов.

Объект и методы исследования

Иркутская область, которую часто называют Приангарьем или Прибайкальем (Предбайкальем), находится на юге Восточной Сибири, фактически в центре азиатского материка, в непосредственной близости к континентальным центрам действия атмосферы (Азиатскому антициклону и Центрально-Азиатской депрессии), оказывающим влияние на формирование погодных и климатических условий соответственно в холодный (ноябрь – март) и теплый (апрель – октябрь) периоды года. На фоне широтной зональности в распределении климатических величин, обусловленной различиями приходящей солнечной радиации, сочетание приподнятых и пониженных участков рельефа территории области сказывается в проявлении мозаичной структуры климата.

Иркутская область является одним из лидирующих регионов Сибири по макроэкономическим показателям в лесопромышленном комплексе, гидро- и теплоэнергетике, производстве алюминия, полимеров, лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и химической промышленности. Для развития экономики Иркутской области представляет опасность нарастание угроз природно-климатических изменений и периодичность чрезвычайных ситуаций, связанных с негативными проявлениями погодных факторов [Синюкович, Латышева, Макухин, 2021].

Иркутская область производит ~1 % объема продукции сельского хозяйства России и ~9 % Сибирского федерального округа. Основные сельскохозяйственные отрасли Иркутской области – животноводство и растениеводство, которые занимают соответственно 60 и 40 % в структуре валовой продукции сельского хозяйства. Значительную опасность для развития сельского хозяйства Иркутской области представляет короткая продолжительность безморозкового периода, которая в среднем по территории области в настоящий период составляет 95 дней и изменяется от 51 дня на северной станции Токма в Катангском районе до 137 дней на байкальской станции Большой Ушканий. Наряду с заморозками негативные последствия для развития растениеводства и животноводства представляют возросшая повторяемость засушливых периодов, сильных ливней, более частые оттепели в зимние месяцы, градобития, повреждения растений сильным ветром и гололедно-изморозевыми явлениями.

Методика исследования климатических рисков на территории Иркутской области в современный климатический период (1991–2020 гг.) проводится впервые и включает статистический анализ среднегодовых, среднемесячных и абсолютных значений температуры воздуха, температуры почвы, характеристик влажности, количества общей и нижней облачности, сумм атмосферных осадков по данным 78 метеорологических станций Иркутской области. Впервые получены климатические карты и выполнен сравнительный анализ метеорологических данных современного климатического периода (1991–2020 гг.) по сравнению с предшествующим (1961–1990 гг.).

Результаты исследований

В современный климатический период (1991–2020 гг.) порядка 57 % метеостанций Иркутской области, которые расположены преимущественно в северных, верхнеленских и высокогорных районах, имеют отрицательную среднегодовую температуру поверхности почвы, а порядка 43 % станций в западных, южных районах области и на побережье оз. Байкал – положительную температуру. В распределении среднегодовых температур поверхности почвы прослеживается зональность с минимальными значениями $-8,3$ °C на самой северной метеостанции Наканно. Влияние неоднородного рельефа проявляется в повышении среднегодовых температур на побережье оз. Байкал (до $2,8$ °C на байкальской станции Хужир) и понижении в высокогорных районах Восточного Саяна ($-3,0$ °C) и Хамар-Дабана ($-4,4$ °C).

В пространственном и годовом распределении среднемесячных температур поверхности почвы в период с мая по сентябрь они повсеместно становятся положительными, достигая максимума (24,9 °С) в июле в Братске. С ноября по март с установлением снежного покрова среднемесячная температура поверхности почвы становится отрицательной, достигая минимальных значений (–36,2 °С) в январе на северной станции Наканно, где наибольшие значения (55–57 °С) имеет и годовая амплитуда температур. Для сравнения наименьшая годовая амплитуда температуры поверхности почвы (37 °С) отмечается на подветренных склонах Восточного Саяна, где сказывается отепляющее влияние фёнового эффекта (Алыгджер), и на байкальских станциях Большой Ушканий и Исток Ангары, где проявляется отепляющее влияние водной массы оз. Байкал в холодный период года и охлаждающее в теплый период. Абсолютный максимум температуры поверхности почвы достигает 70 °С в остепененной зоне юга Иркутской области (Бохан), а абсолютный минимум (–68 °С) зафиксирован в крайних северных районах (Наканно).

В современный климатический период (1991–2020 гг.) по сравнению с предшествующим (1961–1990 гг.) на всех метеорологических станциях Иркутской области, кроме Качуга, среднегодовые температуры поверхности почвы возросли со скоростью от 0,03 °С/10 лет в Байкальске до 0,57 °С/10 лет в Черемхово. В январе повышение температуры поверхности почвы регистрируют порядка 89 % метеорологических станций с максимальными значениями 0,93 °С/10 лет в Червянке; в феврале рост температур отмечается на всех станциях, кроме Байкальска, достигающий 1,5 °С/10 лет в Орлинге; в марте рост температур наблюдается на всех станциях, кроме Байкальска, со скоростью до 0,9 °С/10 лет в Жигалово; в апреле ситуация аналогичная с максимальными темпами роста температур в Червянке (1,03 °С/10 лет); в мае повышение средних температур происходит на всех станциях, кроме Большой Ушканий и Качуг, достигающее 0,6 °С/10 лет в Тырке, Братске, Жигалово и Зиме; в июне рост температур на всех станциях с максимальными значениями 1,13 °С/10 лет на станции Перевоз; в июле средние температуры растут на всех станциях, кроме Орлинги, с максимальными значениями 0,87 °С/10 лет в Хужире; в августе на всех станциях с максимальными значениями 0,67 °С/10 лет в Кутулике; в сентябре рост средних температур отмечается на 81 % станций с максимальными значениями 0,53 °С/10 лет в Хужире; в октябре на всех станциях, кроме Байкальска, с максимальными значениями 0,53 °С/10 лет в Ербогачене и Преображенке; в ноябре рост средних температур на 73 % станций до 0,4 °С/10 лет в Балаганске; в декабре 55 % станций имеют тенденцию повышения средних температур до 0,63 °С/10 лет в Червянке, 45 % метеостанций характеризуются понижением среднемесячных температур до 0,73 °С/10 лет на станции Чечуйск.

В многолетней динамике температуры глубинных слоев почвы аналогично температурному режиму поверхности почвы происходит повышение среднегодовой температуры. Наглядно это видно на примере станции Иркутск, где в настоящий период среднегодовая температура почвы возросла на всех определяемых глубинах. Однако, если у поверхности Земли она увеличилась вдвое (от 3 до 6 °С), то на глубине 320 см повысилась незначительно, всего на 1 °С (рис. 1).

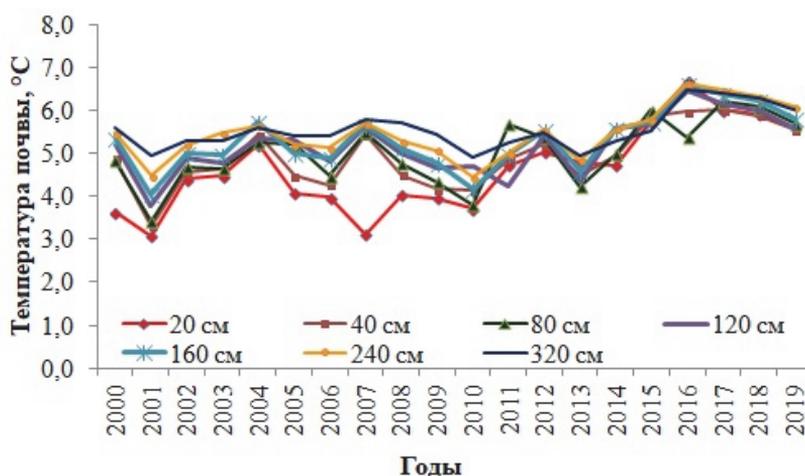


Рис. 1. Изменение среднегодовых значений температуры почвы на разных глубинах в Иркутске в 2000–2019 гг.

В распределении среднегодовой температуры воздуха в Иркутской области в современный климатический период порядка 78 % метеорологических станций имеют отрицательные значения. В пространственном отношении среднегодовые температуры воздуха варьируют от $-7,3^{\circ}\text{C}$ на северной станции Наканно до $1,4^{\circ}\text{C}$ на южной станции Иркутск – самом крупном промышленном центре области, где сказывается дополнительное обогревающее влияние городского острова тепла. Аналогично температуре почвы в распределении среднегодовой температуры воздуха по территории области прослеживается зональность, которая нарушается локальными очагами холода в Качугском районе, локальными очагами тепла на побережье оз. Байкал и подветренных склонах Восточного Саяна.

Самым холодным месяцем года является январь, за исключением байкальских станций Большой Ушканый и Байкальск, где он смещен на февраль, и северной станции Хамакар, где минимум чаще отмечается в декабре. Самым теплым является июль, за исключением байкальских станций Большой Ушканый, Байкальск, Солнечная, Томпа и Узур, где максимум температур смещен на август. В январе средние температуры воздуха в 1991–2020 гг. варьируют от $-32,8^{\circ}\text{C}$ в Наканно до $-14,8^{\circ}\text{C}$ в Байкальске; в феврале от $-27,8^{\circ}\text{C}$ в Наканно до $-12,3^{\circ}\text{C}$ в Алыгджере; в марте от $-16,3^{\circ}\text{C}$ в Наканно до $-5,4^{\circ}\text{C}$ в Сараме; в апреле от $-4,6^{\circ}\text{C}$ в Наканно до $3,6^{\circ}\text{C}$ в Иркутске; в мае от $3,8^{\circ}\text{C}$ в Большом Ушканьем до $10,4^{\circ}\text{C}$ в Иркутске; в июне от $8,4^{\circ}\text{C}$ в Большом Ушканьем до $16,8^{\circ}\text{C}$ в Тайшете; в июле от 13°C в Большом Ушканьем до $19,4^{\circ}\text{C}$ в Усть-Уде; в августе от $11,8^{\circ}\text{C}$ в Хамар-Дабане до $16,8^{\circ}\text{C}$ в Усть-Уде; в сентябре от $4,9^{\circ}\text{C}$ в Наканно до $9,9^{\circ}\text{C}$ в Хужире; в октябре от $-6,0^{\circ}\text{C}$ в Наканно до $3,0^{\circ}\text{C}$ в Большом Ушканьем; в ноябре от $-23,0^{\circ}\text{C}$ в Наканно до $-3,4^{\circ}\text{C}$ в Большом Ушканьем; в декабре от $-32,2^{\circ}\text{C}$ в Наканно до $-7,6^{\circ}\text{C}$ в Большом Ушканьем.

Годовые амплитуды температуры воздуха, отражающие континентальность климата, изменяются в среднем от 30 °С на высокогорной станции Хамар-Дабан и байкальской станции Исток Ангары до 50 °С на севере области (Наканно). Абсолютный минимум температуры воздуха в Иркутской области составляет $-61,7$ °С и отмечался на станции Хамакар Катангского района 15 января 1966 г., а абсолютный максимум $42,8$ °С зафиксирован на станции Выдрино-на-Чуне 28 июня 1979 г. Интересно, что в г. Иркутске абсолютные значения температуры воздуха приходятся на 1915 г.: абсолютный максимум отмечался 24 июля ($37,2$ °С), абсолютный минимум 12 января ($-50,2$ °С). В целом перепады температуры воздуха на территории Иркутской области достигли $104,5$ °С.

Климатический режим Иркутской области в современный климатический период по сравнению с предыдущим характеризуется устойчивой тенденцией повышения среднегодовых температур воздуха (рис. 2). Наиболее высокие темпы роста температур отмечаются в Жигаловском и Чунском районах ($\sim 0,53$ °С/10 лет), а наименьшие ($\sim 0,23$ °С/10 лет) – на северной станции Ербогачен и высокогорной станции Хамар-Дабан.

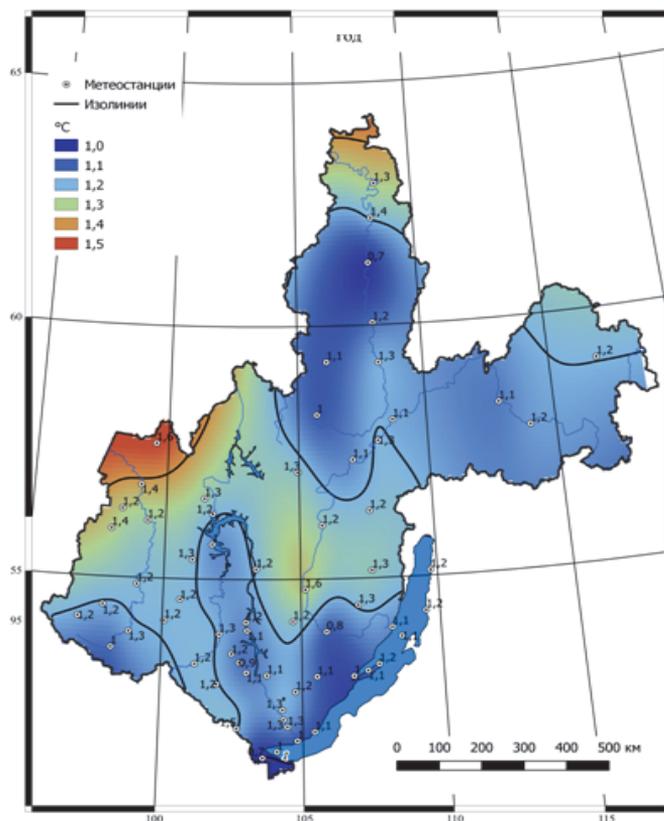


Рис. 2. Карта разностей среднегодовой температуры воздуха (°С) в Иркутской области в 1991–2020 гг. по сравнению с 1961–1990 гг.

Потепление климата в январе происходит на всех метеорологических станциях, кроме Кутулика и Хамар-Дабана, с наибольшими значениями на северной станции Хамакар ($0,87\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$), в феврале повсеместно с максимальными значениями $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$ в Киренске. Весной и летом сохраняются аналогичные тенденции потепления по всей территории области с наибольшими значениями в марте – Жигалово ($0,93\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$), апреле – Преображенка ($0,8\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$), мае – Перевоз и Баргузинский заповедник ($0,47\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$), июне – Перевоз ($0,7\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$), июле ($0,8\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$) и августе ($0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$) – байкальская станция Большой Ушканий. Осенью в сентябре и октябре потепление климата наблюдается на всех станциях с наибольшими значениями в сентябре – Узур ($0,43\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$), октябре – Червянка ($0,53\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$). В ноябре потепление климата выявлено на 65 % метеостанций с максимальными значениями роста средних температур на севере области – Наканно ($0,47\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$). На станциях Чечуйск, Качуг, Верхнемарково, Ика, Казачинское, Хамар-Дабан и Токма отмечается незначительное ($0,03\text{--}0,13\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$) похолодание, а на станциях Выдрино-на-Чуне и Алыгджер средние температуры воздуха в ноябре не изменились. В декабре повышение средних температур прослеживается на 70 % станций с максимальными значениями роста в Дабадах ($0,33\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$), около 23 % станций имеют тенденцию к похолоданию с наибольшими значениями на станции Перевоз ($0,43\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ лет}$).

Наглядно потепление климата в Иркутской области отражают метеорологические данные за 2024 г. Средняя глобальная температура ($15,1\text{ }^{\circ}\text{C}$) превысила на $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ уровень доиндустриального периода (1850–1900 гг.) – критический уровень потепления, принятый в рамках Парижского климатического соглашения, преодолеть который ранее прогнозировали только к 2030–2035 гг. Аномальное тепло в 2024 г. в одних регионах мира сопровождалось сильными ливнями и наводнениями, в других, наоборот, засухой и лесными пожарами. На территории Иркутской области этот год отражает глобальные климатические тенденции и может быть охарактеризован как теплый, но различающийся по количеству выпавших осадков. Климатическим рекордсменом по количеству накопленного за год тепла можно назвать Киренский район, где все месяцы, кроме февраля и июня, имели среднемесячную температуру воздуха выше нормы. Особенно теплыми по сравнению с нормой были ноябрь и декабрь, в сумме превысившие норму почти на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. В Киренске, расположенном на севере области, 11 февраля 2024 г. температура воздуха поднималась до $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, превысив норму на $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и обновив суточный максимум температур. Также были обновлены суточные максимумы температуры воздуха 8 марта ($4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$), 6 мая ($27,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), 30 июня ($34,3\text{ }^{\circ}\text{C}$), 2 июля ($36,3\text{ }^{\circ}\text{C}$) и 18 августа ($31,5\text{ }^{\circ}\text{C}$). 2024 г. в Иркутске занял третье место в списке самых теплых лет начиная с 1873 г., уступив всего $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ рекордсменам 2007 и 2015 гг., новые исторические максимумы жаркой погоды были побиты в феврале, марте и ноябре. Впервые за период инструментальных наблюдений в Иркутске самыми теплыми календарными сезонами года по превышению климатической нормы стали лето и осень 2024 г., а самыми теплыми месяцами июль и август, которые прогрелись почти на $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше средних многолетних значений. Рекордно теплым и длительным было бабье лето, начавшееся 22 октября и продолжавшееся фактически до конца ноября.

Потепление климата в Иркутской области в современный климатический период (1991–2020 гг.) сопровождается увеличением упругости водяного пара, наиболее выраженным (0,6 гПа) на станциях Алыгджер, Усть-Илимск, Выдрино-на-Чуне, Тулун и Нерой. В изменениях дефицитов влаги во все календарные сезоны года преобладает слабо выраженная тенденция увеличения сухости воздуха с максимальными значениями в Нижнеудинске и Усть-Ордынском (21–23 гПа).

Пространственные особенности распределения среднегодового количества общей облачности в Иркутской области в современный климатический период характеризуются максимальными значениями 8 баллов на севере (Мамакан, Киренск, Заярск) и минимальными 5 баллов на юге области (Бохан, Исток Ангары, Качуг, Култук). Среднегодовое количество нижней облачности варьирует от 1 балла в Бохане до 4,1 баллов в Алыгджере, Байкальске, Солнечной и Хадаме. В многолетней динамике с середины 1980-х гг. на фоне повышения среднегодовых температур воздуха происходит уменьшение общего количества облаков, тогда как количество нижней облачности на большинстве метеорологических станций (~81 %) незначительно увеличилось. Обращает внимание, что в июле и августе на фоне максимального выпадения атмосферных осадков количество низких облаков незначительно уменьшается.

Среднегодовые суммы атмосферных осадков в современный климатический период в Иркутской области (рис. 3) варьируют от минимальных значений на байкальских станциях (Сарма, 195 мм; Хужир, 200 мм; Узур, 227 мм; Большой Ушканий, 241 мм; Еланцы, 249 мм; Солнечная, 254 мм; Большое Голоустное, 270 мм) до максимальных значений в южной оконечности оз. Байкал (Байкальск, 808 мм) и на высокогорных станциях (Хамар-Дабан, 1385 мм; Нерой, 675 мм; Сарам, 594 мм; Алыгджер, 582 мм; Верхняя Гутара, 570 мм). На северной станции (Наканно) годовые суммы осадков в среднем составляют 349 мм, что на 128 мм меньше, чем на юге (Иркутск).

В холодный период года средние суммы атмосферных осадков в Иркутской области варьируют от 15–20 мм на байкальских станциях (Сарма, Хужир, Большое Голоустное, Еланцы) до 245 мм в Хамар-Дабане, а в теплый период изменяются от 182 мм на байкальских станциях (Сарма, Большой Ушканий, Хужир) до 1138 мм на высокогорной станции Хамар-Дабан.

В январе и феврале средние суммы атмосферных осадков изменяются от 2–3 мм на байкальских станциях (Сарма, Хужир, Еланцы, Узур, Большое Голоустное) до 34 мм на высокогорной станции Хамар-Дабан; в марте от 2 мм на байкальских станциях Большой Ушканий и Сарма до 65 мм в Хамар-Дабане; в апреле от 6 мм на байкальских станциях Хужир и Большой Ушканий до 102 мм в Хамар-Дабане; в мае от 14 мм на байкальских станциях Узур и Хужир до 128 мм в Хамар-Дабане; в июне от 29 мм на байкальских станциях Большой Ушканий и Сарма до 178 мм в Хамар-Дабане; в июле от 45 мм на байкальской станции Сарма до 254 мм в Хамар-Дабане; в августе от 45 мм на северной станции Ика до 250 мм в Хамар-Дабане; в сентябре от 22 мм на байкальской станции Сарма до 149 мм в Хамар-Дабане; в октябре от 4 мм на бай-

кальской станции Сарма до 85 мм в Хамар-Дабане; в ноябре от 3 мм на байкальской станции Сарма до 65 мм в Хамар-Дабане; в декабре от 5 мм на байкальских станциях Алыгджер, Хужир и Большое Голоустное до 47 мм в Хамар-Дабане.

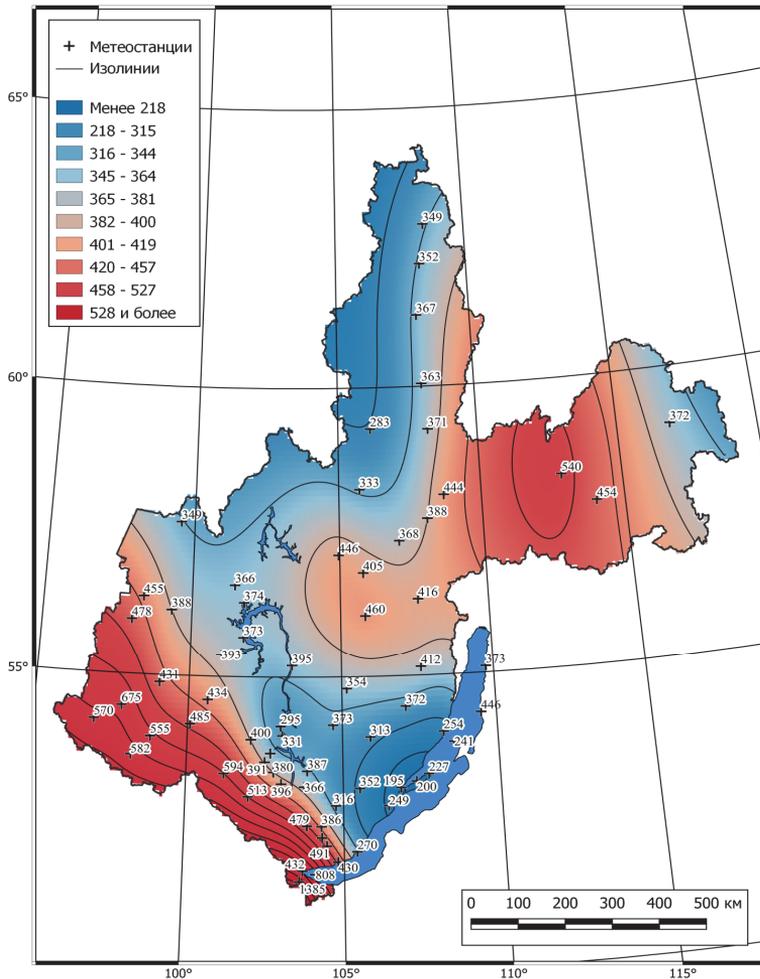


Рис. 3. Среднегодовые суммы атмосферных осадков (мм) в Иркутской области в 1991–2020 гг.

В годовом ходе максимум атмосферных осадков ~62 % метеостанций регистрируют в самом жарком месяце (июль). Порядка 37 % станций, преимущественно байкальских и расположенных на юге и западе области, отмечают годовой максимум осадков в августе при более частых выходах монгольских циклонов. На северной станции Преображенка максимум осадков чаще всего наблюдается в июне. Минимум атмосферных осадков приходится на период господствующего влияния Азиатского антициклона, при этом ~51 % метеостанций регистрируют минимум в феврале, ~40 % в марте и ~9 % в январе.

В современный климатический период по сравнению с предыдущим на большинстве метеостанций (~71 %) годовое количество атмосферных осадков возросло с максимальными значениями в Ангарске (73 мм), Орлинге (62 мм), Тайшете (56 мм) и Верхней Гутаре (54 мм). Порядка 29 % станций регистрируют уменьшение выпавших сумм осадков, наиболее выраженное – в Качугском районе на станции Тырка (35 мм), на байкальской станции Сарма (21 мм) и в лесостепной зоне на станции Бохан (18 мм).

В холодный период года (ноябрь – март) увеличение сумм атмосферных осадков отмечается на 64 % станций с максимальными значениями в Хамар-Дабане (29 мм), Тайшете (25 мм) и Байкальске (20 мм). Уменьшение сумм осадков наблюдается на 29 % станций с максимальными значениями в Наканно (19 мм) и Усть-Уде (10 мм), на 7 % станций (Мама, Баяндай, Киренск, Сарма, Тулун, Верхнемарково, Ика) средние суммы осадков холодного периода не изменились.

В теплый период года (апрель – октябрь) увеличение сумм атмосферных осадков отмечается на 66 % рассмотренных станций с максимальными значениями в Ангарске (58 мм), Верхней Гутаре (51 мм), Алыгджере (42 мм) и Орлинге (42 мм). На 34 % станций отмечается уменьшение сумм осадков теплого периода, наиболее выраженное в Тырке (47 мм) и Хамар-Дабане.

Заключение

В современный климатический период (1991–2020 гг.) среднегодовая температура поверхности почвы и воздуха над большей частью территории Иркутской области сохраняет отрицательные значения. Среднегодовые температуры поверхности почвы изменяются от $-8,3$ °C на севере области (Наканно) до $2,8$ °C в средней части оз. Байкал, а среднегодовая температура воздуха варьирует от $-7,3$ °C на севере области (Наканно) до $1,4$ °C на юге (Иркутск).

Значительную часть года (с сентября по апрель) минимальные средние температуры воздуха отмечаются в крайних северных районах области (Наканно), с мая по июль – на байкальской станции Большой Ушканий, в августе – на высокогорной станции Хамар-Дабан. Максимальные средние температуры воздуха в период с сентября по январь приходятся на байкальские станции (Большой Ушканий, Хужир и Байкальск), февраль и март – высокогорные станции Восточного Саяна, апрель и май – г. Иркутск, летом – Усть-Уда и Тайшет. Отопляющее влияние оз. Байкал отчетливо проявляется в период с сентября по январь, а охлаждающее – с мая по июль.

В период с июня по сентябрь температура почвы с глубиной понижается по типу инсоляции; с ноября по март – повышается по типу излучения; весной (апрель, май) – сначала убывает, потом растет, а осенью (октябрь) – сначала растет, потом убывает по типу неустойчивого равновесия. С глубиной среднегодовая температура почвы повышается, что сопровождается сглаживанием температурных условий пахотного слоя и ее глубинных слоев (до 320 см).

В современный климатический период по сравнению с предыдущим в Иркутской области происходит потепление климата, которое сопровождается устойчивой тенденцией повышения среднегодовых температур поверхности

почвы и приземного слоя атмосферы. Среднегодовые температуры поверхности почвы возросли со скоростью от 0,03 °C/10 лет на южной оконечности оз. Байкал до 0,57 °C/10 лет в Черемховском районе. Наибольшие темпы потепления почвенного покрова отмечаются в феврале с максимальными значениями 1,5 °C/10 лет в Усть-Кутском районе (Орлингга).

Наиболее высокие темпы роста среднегодовых температур воздуха отмечаются в Жигаловском и Чунском районах (~0,53 °C/10 лет), а наименьшие (~0,23 °C/10 лет) – на северной станции Ербогачен и высокогорной станции Хамар-Дабан. В годовом ходе потепление климата наиболее выражено в феврале с максимальными значениями 1,5 °C/10 лет в Киренске. В период с ноября по январь темпы роста средних температур снижаются, а на ряде станций Катангского, Качугского, Киренского, Верхнеленского районов и высокогорной станции Хамар-Дабан происходит незначительное похолодание.

Географические особенности распределения относительной влажности воздуха характеризуются уменьшением влагосодержания воздуха в высокогорных районах, преимущественно на подветренных склонах, где сказывается влияние фёнового эффекта, и увеличением относительного влагосодержания на побережье оз. Байкал, где сказывается испарение с водоема и более низкие температуры воздуха в теплый период.

Наиболее влажный воздух отмечается на байкальских станциях Баргузинский заповедник и Исток Ангары, наиболее сухой – на подверженной фёновому эффекту высокогорной станции Алыгджер и на станции Усть-Ордынский, расположенной в лесостепной зоне юга Иркутской области.

Максимальные значения относительной влажности чаще всего приходятся на декабрь и ноябрь, когда сказывается влияние низких температур и испарения с открытой поверхности водоемов, летний максимум в августе вызван выпадением осадков и интенсивным испарением влаги. Наиболее сухой воздух приходится в основном на май, когда усиливается вклад антициклонов. При этом на побережье оз. Байкал более выражен летний максимум, а на высокогорных станциях большой вклад в формирование влажностного режима вносит характер склонов: наветренные – более влажные, а подветренные – более сухие.

Потепление климата в современный климатический период сопровождается увеличением сухости воздуха на фоне уменьшения относительной влажности и увеличения дефицитов влаги, наиболее выраженных в Нижнеудинском и Усть-Ордынском районах. Увеличение сухости воздуха сопровождается ростом числа сухих дней с относительной влажностью $\leq 30\%$, что может представлять угрозу для развития сельского хозяйства и увеличения числа лесных пожаров.

Максимальное количество общей облачности в Иркутской области наблюдается в северных районах на фоне более выраженных процессов циклогенеза, а нижней облачности – на наветренных склонах Восточного Саяна и вдоль южной оконечности Байкальского хребта. Наименьшее количество общей и нижней облачности отмечается в лесостепном районе Верхнего При-

ангарья (Бохан) и на западном побережье оз. Байкал, где проявляются орографические эффекты размывания облачности в летний период над более холодным водоемом.

В годовом распределении общей облачности на юге, в горных районах Восточного Саяна и на побережье оз. Байкал выделяются летний максимум и зимний минимум, что согласуется с усилением вклада летней циклонической деятельности (монгольские циклоны) и зимнего антициклогенеза. В центральных, северных и западных районах хорошо выражен осенний максимум (октябрь) в период усиления циклонической деятельности и зимний минимум в период господствующего влияния Азиатского антициклона.

В годовом распределении нижней облачности выделяются летний (июль) и осенний (сентябрь, октябрь) максимумы при усилении вклада соответственно термической и фронтальной составляющей в образовании низких облаков, а на некоторых байкальских станциях (Большой Ушканий, Узур, Хужир) – зимний максимум (декабрь), когда поверхность оз. Байкал еще не покрыта льдом. Минимальное количество нижней облачности приходится на зимние месяцы (январь, февраль) на фоне преобладания антициклональной малооблачной погоды.

Потепление климата и увеличение сухости воздуха с середины 1980-х гг. происходит на фоне уменьшения общего количества облаков, более выраженного по югу Иркутской области. На фоне уменьшения общего количества облаков отмечается увеличение среднегодовой продолжительности солнечного сияния, в среднем на 800 ч – на юге и на 670 ч – на севере, что оказывает благоприятное влияние на различные сферы деятельности человека. В частности, в последние десятилетия на территории Иркутской области практически повсеместно увеличилась продолжительность беззаморозкового периода в основном за счет более позднего наступления заморозков осенью.

Количество нижней облачности в Иркутской области незначительно растет, что может определять увеличение интенсивности атмосферных осадков, за исключением июля и августа, когда на фоне усиления антициклогенеза количество осадков уменьшается.

В пространственном отношении на территории Иркутской области максимальные суммы осадков отмечаются в условиях резко расчлененного рельефа на станциях Кунерма и Хамар-Дабан, где в их увеличении сказывается влияние вынужденных восходящих движений на наветренных склонах горных хребтов. Минимум осадков – на подветренной стороне горных хребтов Восточного Саяна (Алыгджер), где сказывается отепляющее влияние фёнового эффекта и уменьшения влаги при нисходящих потоках, а в летние месяцы – на побережье оз. Байкал (Сарма, Солнечная), где проявляется охлаждающее влияние озера и нисходящих потоков.

В зимние месяцы максимальные суммы осадков в Иркутской области в среднем в 5–10 раз меньше, чем в летний период, что можно объяснить господствующим влиянием Азиатского антициклона с низкими температурами и слабыми восходящими потоками воздуха. В весенние месяцы максимальные

суммы осадков примерно на 100 мм больше, чем осенью, что объясняется более высокими значениями средней температуры воздуха и влиянием дополнительного притока влаги за счет активного снеготаяния.

В целом современные климатические тенденции на территории Иркутской области сопровождаются увеличением тепло- и влагосодержания атмосферы и повышают риск продолжительных волн тепла, увеличения интенсивности атмосферных осадков и, как следствие, вероятности схода снежных лавин, возникновения половодий, паводков и селей. Увеличение сухости воздуха и дефицитов влаги, а также рост числа сухих дней (с относительной влажностью $\leq 30\%$), наиболее выраженные во вторую половину лета, особенно в Нижнеудинском и Усть-Ордынском районах, представляют угрозу для развития сельского хозяйства и возникновения лесных пожаров. Как положительные последствия потепления климата в Иркутской области можно отметить увеличение продолжительности беззаморозкового периода и периода активной вегетации растений, смягчение суровости зим, уменьшение продолжительности отопительного сезона.

Список литературы

Динамика зеленых насаждений в Санкт-Петербурге и климатические риски / Д. К. Алексеев, Е. А. Примак, А. Ю. Канухина [и др.] // Успехи современного естествознания. 2024. № 8. С. 6–11.

Иванов С. П. Энергетика и климатические риски // Вестник энергетики. 2022. № 6. С. 30–55.

Климов Н. А. Климатические изменения и продовольственная безопасность // Сельское хозяйство и экономика. 2022. № 5. С. 22–40.

Семёнова Е. И., Сорока А. О., Недбаев И. С. Пространственная дифференциация лесов субъектов Российской Федерации на основе авторской методики оценки уровня адаптации к изменениям климата // Лесотехнический журнал. 2024. Т. 14, № 1 (53). С. 16–34.

Синюкович В. Н., Латышева И. В., Макухин В. Л. Климатические риски дождевых паводков на притоках Южного Байкала // Климатические риски и космическая погода : материалы Междунар. конф., посвящ. памяти Нины Константиновны Кононовой. Иркутск, 2021. С. 207–214.

Солдатенко С. А. Климатические риски освоения российской Арктики // *Environis* 2024 : сб. науч. ст. Междунар. конф. по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды. Томск, 2024. С. 186–192.

Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб. : Научное издание технологий, 2022. 124 с.

Цыганов В. В., Савушкин С. А., Лемешкова А. В. Климатические риски железнодорожной инфраструктуры ИТНОУ // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2024. № 1-2 (22-23). С. 8–13.

Modeling the costs and benefits of dam construction from a multidisciplinary perspective / P. H. Brown, D. Tullios, B. Tilt [et al.] // *J. Environ. Manage.* 2009. Vol. 90 (SUPPL.3). P. S303–S311. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.025>

Karlson C. W., Morsut C., Engen H. The politics of local climate risk management – A comparison of risk logic in the Netherlands, Norway, and Sweden // *Climate Risk Management.* 2024. Vol. 45. P. 100626. <http://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100626>

Tilman D., Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health // *Nature.* 2014. Vol. 515. P. 518–522. <http://doi.org/10.1038/nature13959>

Kjellstrom T., Lemke B., Otto M. Mapping occupational heat exposure and effects in South-East Asia: Ongoing time trends 1980–2011 and future estimates to 2050 // *Ind Health.* 2013. Vol. 51. P. 56–67. <http://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0174>

Murray-Tortarolo G. N., Salgado M. M. Drought as a driver of Mexico-US migration // *Clim. Change.* 2021. Vol. 164. P. 48. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03030-2>

Climate shocks and rural-urban migration in Mexico: exploring nonlinearities and thresholds / R. J. Nawrotzki, DeWaard, J. M. Bakhtsiyarava [et al.] // *Clim. Change*. 2017. Vol. 140, N 2. P. 243–258. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1849-0>

Shah M. A. R., Rahman A., Chowdhury S. H. Challenges for achieving sustainable flood risk management // *J. Flood Risk Manage.* 2015. Vol. 11. N S1. P. S352–S358. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12211>

An adaptation capacity model in the face of climate change: A qualitative content analysis / M. Shariatzadeh, M. Bijani, E. Abbasi [et al.] // *Journal of Arid Environments*. 2021. Vol. 185. P. 104326. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104326>

Honert R. C., McAneney J. The 2011 Brisbane Floods: Causes, Impacts and Implications // *Water*. 2011. Vol. 3. N 4. P. 1149–1173. <https://doi.org/10.3390/W3041149>

The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change / A. M. Vicedo-Cabrera, N. Scovronick, F. Sera [et al.] // *Nature Climate Change*. 2021. Vol. 11, N 6. P. 492. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>

References

Alekseev D.K., Primak E.A., Kanukhina A.Yu. et al. Dinamika zelenykh nasazhdenii v Sankt-Peterburge i klimaticheskie riski [Dynamics of green spaces in St. Petersburg and climate risks]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Achievements of modern natural science], 2024, no. 8, pp. 6–11. (in Russian)

Ivanov S.P. Energetika i klimaticheskie riski [Energy and climate risks]. *Vestnik energetiki* [Energy Bulletin], 2022, no. 6, pp. 30–55. (in Russian)

Klimov N.A. Klimaticheskie izmeneniya i prodovolstvennaya bezopasnost [Climate change and food security]. *Sel'skoe khozyaistvo i ekonomika* [Agriculture and Economics], 2022, no. 5, pp. 22–40. (in Russian)

Semenova E.I., Soroka A.O., Nedbaev I.S. Prostranstvennaya differentsiatsiya lesov sub'ektov Rossiiskoi Federatsii na osnove avtorskoj metodiki otsenki urovnya adaptatsii k izmeneniyam klimat [Spatial differentiation of forests of the subjects of the Russian Federation based on the author's methodology for assessing the level of adaptation to climate change]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry journal], 2024. vol. 14, no. 1 (53), pp. 16–34. (in Russian)

Sinyukovich V.N., Latysheva I.V., Makukhin V.L. Klimaticheskie riski dozhdevykh pavodkov na pritokakh Yuzhnogo Baik [Climate risks of rain floods on the tributaries of Southern Baikal] *Klimaticheskie riski i kosmicheskaya pogoda* [Climate risks and space weather]. Proceedings of the International Conference dedicated to the memory of Nina Konstantinovna Kononova]. Irkutsk, 2021, pp. 207–214. (in Russian)

Soldatenko S.A. Klimaticheskie riski osvoeniya rossiiskoi Arktiki [Climate risks of development of the Russian Arctic]. *Enviroomis 2024* [In the collection: Enviroomis 2024]. Collection of scientific papers of the International Conference on Measurements, Modeling and Information Systems for Environmental Studies. Tomsk, 2024, pp. 186–192. (in Russian)

Tretii otsenochnyi doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiiskoi Federatsii. Obshchee rezyume [The Third Assessment Report on Climate Change and its Consequences in the Russian Federation]. *Obshchee rezyume*. St. Petersburg, Science-intensive technologies Publ., 2022, 124 p. (in Russian)

Tsyganov V.V., Savushkin S.A., Lemeshkova A.V. Klimaticheskie riski zheleznodorozhnoi infrastruktury [Climate risks of railway infrastructure]. *Informatsionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii ITNOU* [Information technologies in science, education and management], 2024, vol. 1–2, (22–23), pp. 8–13. (in Russian)

Brown P.H., Tullos D., Tilt B. et al. Modeling the costs and benefits of dam construction from a multidisciplinary perspective. *J. Environ. Manage*, 2009, vol. 90 (SUPPL. 3), pp. S303–S311. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.025>

Karlson C.W., Morsut C., Engen H. The politics of local climate risk management – A comparison of risk logic in the Netherlands, Norway, and Sweden. *Climate Risk Management*, 2024, vol. 45, pp. 100626. <http://doi.org/10.1016/j.crm.2024.100626>

Tilman D., Clark M. Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 2012, vol. 515, pp. 5180522. <http://doi.org/10.1038/nature13959>

Kjellstrom T., Lemke B., Otto M. Mapping occupational heat exposure and effects in South-East Asia: Ongoing time trends 1980–2011 and future estimates to 2050. *Ind Health*, 2013, vol. 51, pp. 56–67. <http://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0174>

Murray-Tortorato G.N., Salgado M.M. Drought as a driver of Mexico-US migration. *Clim. Change*, 2021, Vol. 164, pp. 48. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03030-2> 2021

Nawrotzki R.J., DeWaard, Bakhtsiyarava J.M. et al. Climate shocks and rural-urban migration in Mexico: exploring nonlinearities and thresholds. *Clim. Change*, 2017, vol. 140, no. 2, pp. 243–258. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1849-0>

Shah M.A.R., Rahman A., Chowdhury S.H. Challenges for achieving sustainable flood risk management. *J. Flood Risk Manage*, 2015, vol. 11, no. S1, pp. S352–S358. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12211>.

Shariatzadeh M., Bijani M., Abbasi E. et al. An adaptation capacity model in the face of climate change: A qualitative content analysis. *Journal of Arid Environments*, 2021, vol. 185, pp. 104326. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104326>

Honert R.C., Mcaneney J. The 2011 Brisbane Floods: Causes, Impacts and Implications. *Water*, 2011, vol. 3, no. 4, pp. 1149–1173. <https://doi.org/10.3390/W3041149>

Vicedo-Cabrera A.M., Scovronick N., Sera F. et al. The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nature Climate Change*, 2021, vol. 11, no. 6, pp. 492. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01058-x>

Сведения об авторах

Латышева Инна Валентиновна

кандидат географических наук, заведующий, кафедра метеорологии и физики околоземного космического пространства Иркутский государственный университет Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1 e-mail: ababab1967@mail.ru

Лощенко Кристина Анатольевна

кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства Иркутский государственный университет Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1 e-mail: loshchenko@bk.ru

Вологжина Саяна Жамсарановна

кандидат географических наук, декан, географический факультет, доцент кафедры гидрологии и природопользования Иркутский государственный университет Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1 e-mail: svologzhina@gmail.com

Гекова Анастасия Васильевна

студент, географический факультет Иркутский государственный университет Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1 e-mail: gekova00@bk.ru

Information about the authors

Latysheva Inna Valentinovna

Candidate of Sciences (Geography), Head, Department of Meteorology and Physics of Near-Earth Space Irkutsk State University 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation e-mail: ababab1967@mail.ru

Loshchenko Kristina Anatolievna

Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor of the Department of Meteorology and Physics of Near-Earth Space Irkutsk State University 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation e-mail: loshchenko@bk.ru

Vologzhina Sayana Zhamsaranovna

Candidate of Sciences (Geography), Dean, Geographical Faculty, Associate Professor of the Department of Hydrology and Nature Management, Irkutsk State University 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation e-mail: svologzhina@gmail.com

Gekova Anastasia Vasilievna

Student, Geographical Faculty Irkutsk State University 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003, Russian Federation e-mail: gekova00@bk.ru

Код научной специальности: 1.6.18

Статья поступила в редакцию 23.01.2025; одобрена после рецензирования 25.02.2025; принята к публикации 11.03.2025
The article was submitted January, 23, 2025; approved after reviewing February, 25, 2025; accepted for publication March, 11, 2025