

## МЕТЕОРОЛОГИЯ, КЛИМАТОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 551.583

doi: 10.17223/25421379/24/10

### УСТОЙЧИВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ВЕСЕННИЙ И ОСЕННИЙ ПЕРИОДЫ В ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ

Елена Викторовна Носкова<sup>1</sup>, Ирина Леонидовна Вахнина<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия

<sup>1</sup> elena-noskova-2011@mail.ru

<sup>2</sup> vahnina\_il@mail.ru



**Аннотация.** Приводятся результаты пространственно-временного анализа дат устойчивых переходов температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °С весной и осенью и продолжительности этих периодов. За период исследования отмечается увеличение продолжительности климатических сезонов, что обусловлено в большей степени более ранними наступлениями устойчивых переходов в весенний период, а для устойчивых периодов с температурой воздуха выше 10 и 15 °С также характерно практически соизмеримое более позднее их наступление осенью.

**Ключевые слова:** изменение климата, температура воздуха, устойчивый переход, фазы вегетации, Забайкалье

**Источник финансирования:** анализ устойчивых переходов температур воздуха проведен в рамках выполнения государственного задания по теме «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов Востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов XXI в.» (№ гос. регистрации 121032200126-6).

**Для цитирования:** Носкова Е.В., Вахнина И.Л. Устойчивые переходы температуры воздуха в весенний и осенний периоды в Восточном Забайкалье // Геосферные исследования. 2022. № 3. С. 148–161. doi: 10.17223/25421379/24/10

Original article

doi: 10.17223/25421379/24/10

### THE INFLUENCE OF ALLUVIAL GOLD MINING ON THE NATURAL COMPLEXES OF RIVER VALLEYS OF AMUR RIVER BASIN IN EASTERN TRANSBAIKALIA

Elena V. Noskova<sup>1</sup>, Irina L. Vakhnina<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

<sup>1</sup> elena-noskova-2011@mail.ru

<sup>2</sup> vahnina\_il@mail.ru

**Abstract.** The article presents the temporal characteristics of the climatic seasons of the year - the dates of stable transitions above certain air temperatures (0, 5, 10, 15 °C) in spring and autumn and the duration of periods with the indicated air temperatures on the territory of Eastern Transbaikalia. For the analysis in the work, we used observational data from 27 meteorological stations of ZabUGMS. So, the average daily air temperatures above 0 °C are the boundaries of the warm (frost-free) period. Inside it, one can distinguish the growing season (average daily air temperatures above 5 °C) and the period of active growing season (above 10 °C), as well as “climatic summer” (above 15 °C).

In the study area for 1976–2018 the growth rate of the surface air temperature is 0.35 °C/10 years, and in the last 30 years the number of positive values of the deviations of the surface air temperature from the climatic norm has significantly increased. At the same time, at some meteorological stations in some years of the XXI century, average annual air temperatures were noted, which in the long-term series of their values, often reaching 100 years and above, were maximum.

On average, in the territory of Eastern Transbaikalia, 183 days a year belong to the frost-free (warm) period, the boundaries of which are the average daily air temperatures above 0 °C. The duration of periods with stable air temperatures above 5, 10 and 15 °C on average throughout the region is 148, 118 and 63 days, respectively. In Eastern Transbaikalia, a stable transition of air temperature in spring from 0 to 15 °C and in autumn from 15 to 0 °C occurs in about 2 months. So, on average across the study area, a stable transition through 0 °C falls on April 12, after 5 °C – on May 2, after 10 °C – on May 20, and after 15 °C – on June 14. In autumn, a stable transition through 15 °C is observed on average on August 17, after 10 °C on September 8, after 5 °C on September 26 and after 0 °C on October 13.

During the study period, on average across the territory of Eastern Transbaikalia, there is a significant increase in the duration of stable periods above certain air temperatures. And if for periods above 0 and 5 °C this increase is 2.1 and 2.7 days/10 years, then for a period with an air temperature above 10 °C it is already 3.1 days/10 years, and for a period with a temperature air above 15 °C – 5.7 days/10 years. This is due to a greater extent to earlier onset of stable transitions in the spring, and for a stable period with air temperatures above 15 °C, it's almost commensurate later onset in autumn is also characteristic. A similar picture is observed in some areas of the study area, however, there is no strict regularity in the spatial distribution of the linear trend value.

In the context of global warming, the scientific results obtained must be used in the development of new mechanisms for adapting economic sectors to climate change in order to ensure the economic sustainability and environmental security of the region.

**Keywords:** climate change, air temperature, sustainable transition, vegetation phases, Transbaikalia

**Source of financing:** An analysis of stable air temperature transitions was carried out as part of the implementation of the state task on the topic “Mechanisms for ensuring economic sustainability and environmental security in a new model for the development of the regions of the East of the Russian Federation in the context of cross-border relations and global challenges of the 21st century” (state registration number 121032200126-6).

**For citation:** Noskova E.V., Vakhnina I.L. (2022) The influence of alluvial gold mining on the natural complexes of river valleys of Amur River basin in Eastern Transbaikalia. *Geosfernye issledovaniya – Geosphere Research*. 3. pp. 148–161. (In Russian). doi: 10.17223/25421379/24/10

## Введение

Наиболее заметной, но не единственной особенностью изменения климата в последнее столетие является его потепление. Современные оценки [IPCC, 2014] показывают, что средняя годовая глобальная температура приземного слоя воздуха за последние 100 лет увеличилась на  $0,6 \pm 0,2$  °C. Установлено также, что рост температур за этот период не был постоянным. Потепление продолжалось до 1940-х гг., затем до 1970-х наблюдалось небольшое похолодание, и, наконец, с середины 1970-х гг. по настоящее время отмечается более интенсивное потепление. Наблюдаемые изменения происходят неравномерно не только в долговременном аспекте, но и меняется и их внутригодовая направленность. Например, если на территории европейской части России рост температур по большей части отмечался в зимние месяцы, то в Сибири – в весенний и летний периоды [Мещерская и др., 2009; Обязов, 2010]. В качестве основных характеристик внутригодового температурного режима можно рассматривать даты устойчивых переходов среднесуточных температур воздуха через 0, 5, 10 и 15 °C весной и осенью, а также продолжительность периодов с указанными температурами [Гурьянов, 2013]. Среднесуточные температуры воздуха выше 0 °C являются границами теплого периода (безморозного), в котором можно выделить вегетационный период (среднесуточные температуры воздуха выше 5 °C) и период активной вегетации (выше 10 °C), а также «климатическое лето» (выше 15 °C) [Скрыник, Скрыник, 2009; Барашкова, Кузевская, Носырева, 2015].

В условиях современных климатических изменений возрастает необходимость проведения мониторинга температурного режима [Распоряжение...

2019], включающего изучение сроков наступления и продолжительности устойчивых температурных периодов на региональных уровнях. Такие исследования позволяют оценить возможные воздействия потепления на экологическую устойчивость экосистем, ряд социально и экономически значимых аспектов отраслевой экономики (сельское и лесное хозяйство, энергетический сектор, транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство и др.) и выработать стратегии по адаптации региональной экономики для снижения потерь и использования выгод, связанных с наблюдаемыми тенденциями [Обязов, 2010; Чугункова, Пыжев, Пыжева, 2018; Редникова, 2020].

Работы, посвященные исследованию климатических сезонов, выполненные по территории России, свидетельствуют как о сокращении продолжительности зимнего периода [Кузнецова, 2017; Звягина, Переясловец, 2018], так и об увеличении длительности вегетационных периодов [Мирвис, Гусева, 2006; Максимова, Арнаут, Морковкин, 2014, 2016; Корсакова, Корсаков, 2018]. При этом отмечено, что изменения характеризуются пространственной неоднородностью даже в рамках отдельных регионов [Григорьева, 2009].

Для территории Восточного Забайкалья ранее были выполнены исследования, касающиеся анализа региональных флуктуаций климата, где среди ряда климатических характеристик рассматривалось и изменение дат устойчивого перехода температуры воздуха через некоторые градации, а также продолжительность этих периодов [Мещерская и др., 2009; Обязов, 2010; Обязов, Носкова, 2015], в то же время детально данный вопрос не рассматривался.

Цель работы – пространственно-временной анализ сроков изменения временных границ и продолжительности устойчивых температурных периодов

на территории Восточного Забайкалья в условиях современной климатической обстановки.

В административном отношении Восточное Забайкалье – это Забайкальский край, граничащий на юге с Монголией и Китаем. С востока на запад протяженность края достигает более 800 км, а с юга на север – почти 1 000 км, перепад высот составляет 2 700 м [Атлас..., 1967]. Территория исследования в основном представлена таежной, лесостепной и степной зонами. К таежным относятся северные районы, где расположен пик Байкало-Амурской магистрали – высшая точка в Забайкальском крае (3073 м) [Кулаков, 2000], и западные с высотами до 2500 м [Атлас Забайкалья, 1967]. Степи с абсолютными высотами 550–700 м [Кулаков, 2000] преимущественно распространены на юго-востоке. Промежуточное положение занимают лесостепи.

Климат на территории исследования резко континентальный. Здесь продолжительная и морозная зима, теплое и короткое лето [Носкова, Вахнина, Курганович, 2019; Носкова, Вахнина, Рахманова, 2019], во вторую половину которого выпадает до 50 % атмосферных осадков от годового их количества. Для значений температуры воздуха Восточного

Забайкалья, аналогично глобальным тенденциям, характерно их увеличение, которое отмечается уже с середины XIX в. [Обязов, 2015].

Экономическое развитие Забайкальского края базируется на природно-ресурсной специализации. Наиболее развиты горнорудный комплекс, транспорт, сельское и лесное хозяйство. Край входит в Восточно-Сибирский экономический район [Забайкальский край // Большая российская энциклопедия; Забайкальский край // Информационный портал о возможностях переселения старообрядцев на Дальний Восток].

### Материалы и методы исследования

Для анализа в работе использованы данные наблюдений 27 метеорологических станций Забайкальского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, расположенных на исследуемой территории (рис. 1), за средней температурой воздуха (месячные и суточные значения) с 1976 по 2018 г. Метеостанции объединены в группы по геоадминистративному расположению [Список станций...].

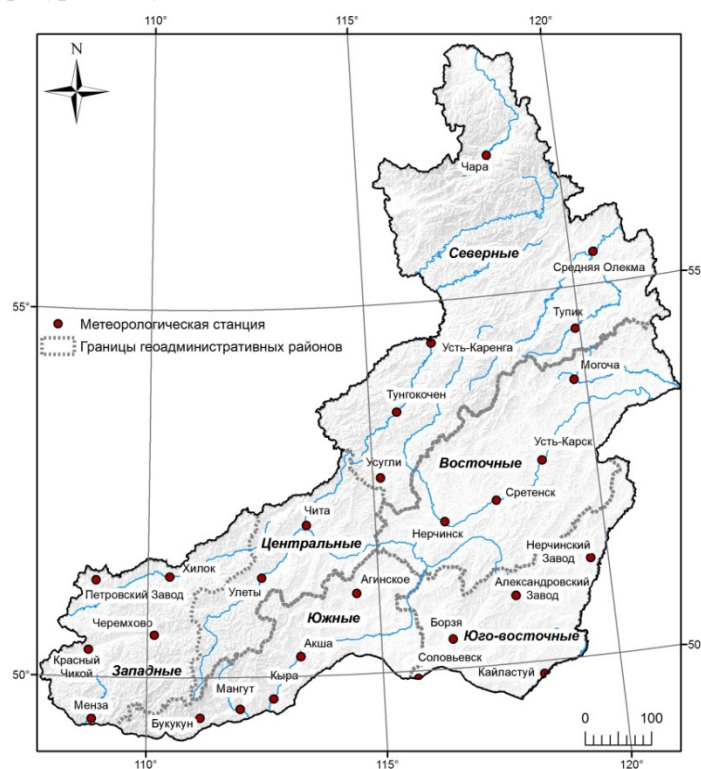


Рис. 1. Территория исследования и расположение используемых метеостанций

Fig. 1. Study area and location of weather stations used

Даты устойчивых переходов определены в соответствии с Методическими указаниями по составлению Научно-прикладного справочника по агрокли-

матическим ресурсам СССР» [Методические указания..., 1986], согласно которым за дату устойчивого перехода температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °C

весной принимается первый день периода, сумма положительных отклонений от нормы которого превышает сумму отрицательных отклонений любого из последующих периодов с отрицательными отклонениями. За дату устойчивого перехода температуры воздуха через 15, 10, 5, 0 °C осенью принимается первый день периода, сумма отрицательных отклонений которого превышает сумму положительных отклонений любого из последующих периодов с положительными отклонениями.

Аномалии среднемесячных значений температуры воздуха рассчитаны как отклонения от нормы. В качестве климатической нормы принято среднее за 1981–2010 гг. [ВМО № 1203, 2017].

Выявление тенденций климатических изменений проводилось путем расчета и анализа линейных трендов. Тренды во временных рядах вычислялись методом наименьших квадратов. Оценка их статистической значимости выполнялась при помощи критерия Стьюдента при уровне значимости  $\alpha = 5\%$ . Визуализация пространственного распределения исследуемых величин выполнялась в программе ArcGIS.

Вследствие того, что в отдельные годы по отдельным метеостанциям устойчивого периода с температурой воздуха выше 15 °C не отмечалось, эти станции были исключены из расчета трендов дат устойчивого перехода через температуру воздуха выше 15 °C весной и осенью как в среднем по исследуемому региону, так и по районам.

### Результаты и их обсуждение

За 1976–2018 гг. по данным исследуемых метеорологических станций скорость роста приземной температуры воздуха в среднем для территории Восточного Забайкалья составляет 0,35 °C/10 лет, при этом максимальное значение (0,45 °C/10 лет) отмечено в центральных районах, минимальное (0,29 °C/10 лет) – в южных и юго-восточных. Указанные линейные тренды статистически достоверны при 5 %-м уровне значимости.

Анализ отклонений приземной температуры воздуха от климатической нормы (рис. 2) показывает, что за последние 30 лет значительно увеличилось число их положительных значений.

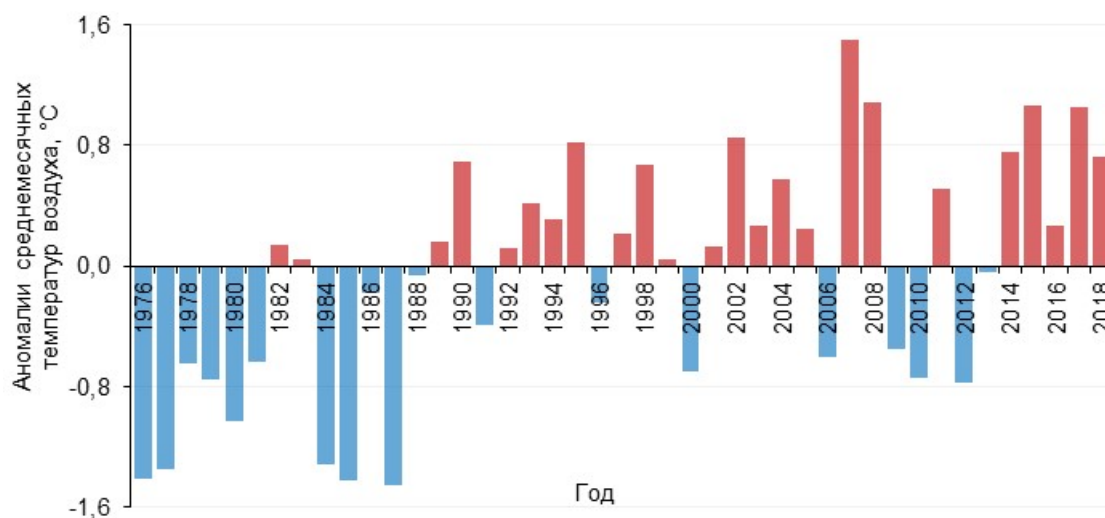


Рис. 2. Среднегодовые аномалии приземной температуры воздуха (°C), осредненные по территории Восточного Забайкалья за 1976–2018 гг.

Fig. 2. Average annual anomalies of surface air temperature (°C), averaged over the territory of Eastern Transbaikalia for 1976–2018

При этом на некоторых метеостанциях в отдельные годы XXI в. отмечались среднегодовые значения температуры воздуха, которые в многолетнем ряду их значений, часто достигающем 100 лет и выше, были максимальными (табл. 1). Так, на 20 из 27 анализируемых метеостанциях в 2007–2008 гг. среднегодовая температура воздуха превышала их среднее значение за период исследования на

2,0 стандартных отклонения и более, а на 7 из них в эти годы температура воздуха была максимальной за весь период наблюдений. Самые холодные годы наблюдались, как правило, до 1990 г.

Следует отметить, что высказанные ранее Обязым [Обязов, 2015] предположения о замедлении повышения либо понижении температуры в ближайшие десятилетия, который автор делает на осно-

ве анализа данных за многолетний период, заканчивающийся 2012 г., в котором, как и в некоторых предшествующих (2006, 2009, 2010) и последующем (2013 г.), фиксировались отрицательные аномалии, не подтверждаются, поскольку последние 5 лет были теплыми относительно климатической нормы за 1981–2010 гг., а на 11 метеостанциях из 27 анализируемых некоторые из них – одними из самых жарких за весь период наблюдения.

Наибольшие градиенты линейных трендов среднесезонной температуры воздуха за 43-летний период характерны для весны, где они составляют в раз-

ных районах территории исследования от 0,49 до 0,71 °C/10 лет, наименьшие – для зимы и осени (в среднем по территории Восточного Забайкалья 0,20 и 0,19 °C/10 лет соответственно). В летний период температура воздуха увеличилась в среднем на 0,49 °C/10 лет, превышая в каждом из районов 0,40 °C/10 лет. Достоверность трендов при 5 %-м уровне значимости не подтверждается в зимний и осенний периоды как в целом для территории исследования, так и для ее отдельных районов, за исключением зимнего значения в западных районах и осеннего – в центральных.

Таблица 1

Самые теплые годы за весь период наблюдений на используемых в работе метеостанциях Восточного Забайкалья

Table 1

The warmest years for the entire observation period at the meteorological stations of Eastern Transbaikalia used in operation

| Станция               | Самые теплые годы                     | Станция        | Самые теплые годы                      |
|-----------------------|---------------------------------------|----------------|----------------------------------------|
| Агинское              | 2007                                  | Соловьевск     | 2007                                   |
| Акша*                 | 2002, <u>2007</u> , 2015              | Средняя Олекма | 2011                                   |
| Александровский Завод | 2015                                  | Сретенск       | 2008                                   |
| Борзя                 | 2015                                  | Тунгокочен*    | 1995, 2007, <u>2008</u>                |
| Букукун               | 2007                                  | Тупик          | 2011                                   |
| Кайластуй*            | <u>1995</u> , 2007, 2008, <u>2015</u> | Улеты          | 2007                                   |
| Красный Чикой         | <u>2007</u> , 2015                    | Усть-Каренга*  | 2011, 2018                             |
| Кыра                  | 2007                                  | Усть-Карск*    | 1995, 2007, 2008, 2017                 |
| Мангут                | 2007                                  | Усугли*        | 2007, 2008                             |
| Менза                 | 2007, <u>2015</u>                     | Хилок          | 2007                                   |
| Могоча                | 2011                                  | Чара*          | 2002, <u>2007</u> , <u>2008</u> , 2011 |
| Нерчинск*             | 2008                                  | Черемхово      | 2007                                   |
| Нерчинский Завод      | 1990, <u>2015</u>                     | Чита           | <u>2007</u> , 2017                     |
| Петровский Завод      | 2002, <u>2007</u> , 2015              |                |                                        |

*Примечание.*

1. Самые теплые годы определены как годы, в которых среднегодовая температура воздуха превышает их среднее значение за период исследования на 2,0 стандартных отклонения и более.

2. \* отмечены метеостанции, для которых самые теплые годы определены как годы, в которых среднегодовая температура воздуха превышает их среднее значение за период исследования на 1,5 стандартных отклонения и более ввиду отсутствия в их многолетнем ряду значений, превышающих их среднее значение за период исследования на 2,0 стандартных отклонения и более.

3. Подчеркнуты годы с самой высокой среднегодовой температурой воздуха в ряду наблюдений.

*Note.*

1. The warmest years are defined as years in which the average annual air temperature exceeds their average value over the study period by 2.0 standard deviations or more.

2. \* marked stations for which the warmest years are defined as years in which the average annual air temperature exceeds their average value for the study period by 1.5 standard deviations and more due to the absence in their long-term series of values that exceed their average value for the study period by 2.0 standard deviations or more.

3. The years with the highest average annual air temperature in the series of observations are underlined.

В условиях увеличения приземных температур воздуха особую актуальность приобретает изучение устойчивых температурных переходов – дат устойчивых периодов выше определенных температур воздуха (0, 5, 10, 15 °C) весной и осенью и продолжительности периодов с указанными температурами, характеризующих, в том числе, особенности температурного режима внутри года.

Пространственные закономерности распределения продолжительности устойчивых периодов выше определенных температур воздуха связаны, преимущественно, с изменением высотной поясности. В среднем на территории Восточного Забайкалья 183 дня в году относятся к безморозному (теплому) периоду, границами которого являются среднесуточные температуры воздуха выше 0 °C (рис. 3, а).

Наименьшая продолжительность устойчивого периода с температурой воздуха выше  $0^{\circ}\text{C}$  отмечается в высокогорных северных районах территории исследования. Например, в Чаре в среднем за 43 года она составляет всего 160 дней. Несколько больших значений его длительность достигает в таежных западных районах и лесостепных центральных и восточных, где абсолютная высота местности меньше. В южных районах продолжительность указанного периода увеличивается почти до 190 дней, а в районе некоторых метеостанций и превышает это число. Максимальная его длительность отмечается в степях юго-восточной части территории исследования (197 дней в Кайластуе). Влияние высоты местности на продолжительность устойчивого периода выше определенной температуры воздуха отчетливо проявляется для территории расположения метеостанции Букукун. Здесь длительность указанного периода (178 дней) сопоставима со значениями, присущими северным районам Восточного Забайкалья, в то время как указанная метеостанция территориально относится к южному геоадминистративному району. Это обусловлено как раз большой высотой метеоплощадки (1 137 м н.у.м.), которая превышает даже высоты северных метеостанций края.

Подобное пространственное распределение характерно и для продолжительности периодов с устойчивыми температурами воздуха выше  $5^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$  и  $15^{\circ}\text{C}$  (рис. 3, *b*, *c* и *d* соответственно), длительность которых в среднем по территории региона составляет 148, 118 и 63 дня соответственно. Следует отметить, что в отдельные годы по нескольким метеостанциям устойчивого периода с температурой воздуха выше  $15^{\circ}\text{C}$  не отмечалось (Александровский Завод – 1983 г., Букукун – 1978, 1983 и 1995 гг., Менза – 1983 г., Тунгокочен – 1978 и 1983 гг., Черемхово – 1983 и 1984 гг.).

**Весной** в Восточном Забайкалье устойчивый переход температуры воздуха от  $0$  до  $15^{\circ}\text{C}$  происходит примерно за 2 месяца (табл. 2). Так, в среднем по территории исследования устойчивый переход через  $0^{\circ}\text{C}$ , когда начинается безморозный период, приходится на 12 апреля, через  $5^{\circ}\text{C}$  – 2 мая, через  $10^{\circ}\text{C}$  – 20 мая и через  $15^{\circ}\text{C}$  – 14 июня. Как правило, более ранние сроки переходов через определенные температуры воздуха характерны для степных юго-восточных районов. Примерно в это же время, иногда с разницей в несколько дней, такой переход происходит в лесостепных центральных, южных и юго-восточных районах. В таежных западных и северных районах переход наблюдается позднее всего. При этом изменяется межгодовая изменчивость дат начала устойчивых периодов с определенной температурой воздуха. Например, даты начала безморозного

периода варьируют в диапазоне от 28 (восточные и северные районы) до 41 дня (центральные районы): самая ранняя дата устойчивого перехода через  $0^{\circ}\text{C}$  весной и самая поздняя в западных районах отмечались 24 марта и 30 апреля соответственно, в центральных – 20 марта и 30 апреля, в южных – 21 марта и 25 апреля, в юго-восточных – 25 марта и 23 апреля, в восточных – 26 марта и 23 апреля, в северных – 4 апреля и 2 мая. Так, самые ранние даты по районам исследования отмечались в 2014 г., при этом самый ранний устойчивый переход через  $0^{\circ}\text{C}$  произошел в этом же году в Мангуте (19 марта). Самые поздние даты устойчивого перехода через  $0^{\circ}\text{C}$  отмечались в 1983 г. (западные (30 апреля устойчивый переход через  $0^{\circ}\text{C}$  был отмечен также в 1984 г.), центральные и северные районы), в 1980 г. (южные районы), в 1986 г. (юго-восточные районы) и в 1987 г. (восточные районы). Самый поздний устойчивый переход через  $0^{\circ}\text{C}$  произошел в 1986 г. в Чаре (13 мая).

Межгодовая изменчивость сроков начала периода с температурой воздуха выше  $5^{\circ}\text{C}$  изменяется в диапазоне от 22 (северные районы) до 31 дня (центральные районы): самая ранняя дата устойчивого перехода и самая поздняя в западных районах отмечались 20 апреля и 17 мая соответственно, в центральных – 12 апреля и 13 мая, в южных – 16 апреля и 11 мая, в юго-восточных – 11 апреля и 9 мая, в восточных – 21 апреля и 17 мая, в северных – 28 апреля и 20 мая. Так, самые ранние даты устойчивого перехода через  $5^{\circ}\text{C}$  отмечались в 2018 г. (западные районы), в 2011 г. (центральные и южные районы), в 2014 г. (юго-восточные и восточные) и в 2000 г. (северные районы). Самый ранний устойчивый переход через  $5^{\circ}\text{C}$  произошел в 1998 г. в Кайластуе (3 апреля). Самые поздние даты отмечались в 1982 г. (западные и центральные районы), в 1979 г. (южные районы) и в 1987 г. (юго-восточные, восточные и северные районы). Самый поздний устойчивый переход через  $5^{\circ}\text{C}$  произошел в 1980 г. в Чаре (29 мая).

Межгодовая изменчивость дат начала устойчивого периода с температурой воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  изменяется в диапазоне от 25 (западные и северные районы) до 31 дня (центральные районы): самая ранняя дата устойчивого перехода через  $10^{\circ}\text{C}$  весной и самая поздняя в западных районах отмечались 11 мая (2002 г.) и 5 июня (1976 г.) соответственно, в центральных – 2 мая (2013 г.) и 2 июня (1980 г.), в южных – 3 (2017 г.) и 30 мая (2008 г.), в юго-восточных – 30 апреля (2000 г.) и 30 мая (1995 г.), в восточных – 5 (2000 г.) и 31 мая (1980 г.), в северных – 15 мая (1979 г.) и 9 июня (1976 г.). При этом самый ранний устойчивый переход через  $10^{\circ}\text{C}$  произошел в 2015 г. в Кайластуе (25 апреля), самый поздний – в 1976 г. в Чаре (21 июня).

Межгодовая изменчивость сроков начала устойчивого периода с температурой воздуха выше 15 °C изменяется в диапазоне от 29 (юго-восточные районы) до 54 дней (западные районы): самая ранняя дата устойчивого перехода через 15 °C весной и самая поздняя в западных районах отмечались 24 мая (1979 г.) и 18 июля (1982 г.) соответственно, в центральных – 19 мая

(1992 г.) и 28 июня (1998 г.), в южных – 29 мая (1979 г.) и 6 июля (1988 г.), в юго-восточных – 26 мая (1979 г.) и 24 июня (1976 г.), в восточных – 29 мая (1979 г.) и 29 июня (1983 г.), в северных – 7 июня (2001 г.) и 16 июля (1978 г.). При этом самый ранний устойчивый переход через 15 °C произошел в 1996 г. в Соловьевске (13 мая), самый поздний – в 2016 г. в Чаре (27 июля).

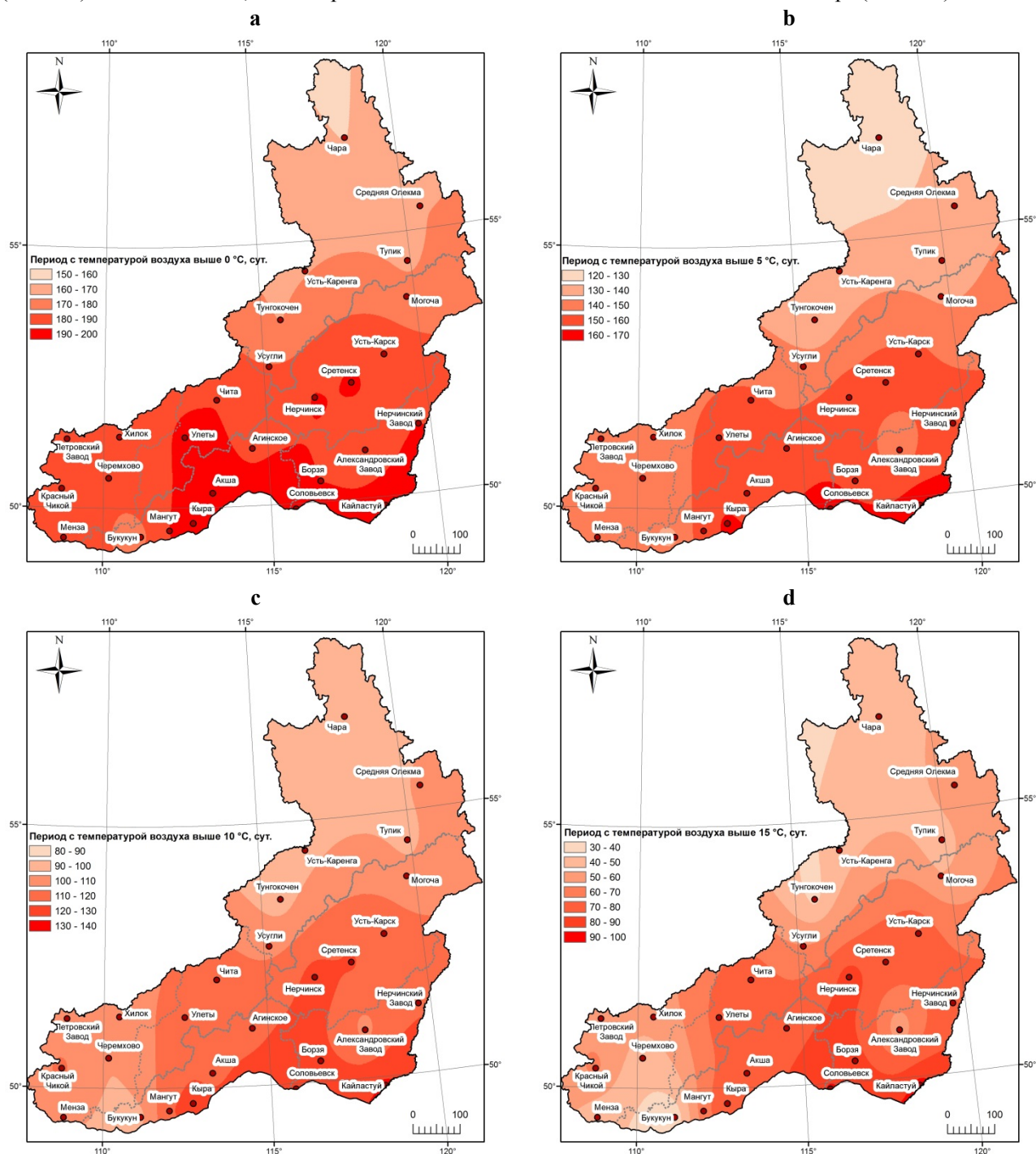


Рис. 3. Распределение продолжительности устойчивых периодов с температурами воздуха выше 0 (а), 5 (б), 10 (в) и 15 (д) °C по территории Восточного Забайкалья в среднем за 1976–2018 гг.

Fig. 3. Distribution of the duration of stable periods with air temperatures above 0 (a), 5 (b), 10 (c) and 15 (d) °C over the territory of Eastern Transbaikalia on average for 1976–2018

Таблица 2

Даты устойчивого перехода температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °С весной на территории Восточного Забайкалья в среднем за 1976–2018 гг.

Table 2

Dates of stable transition of air temperature through 0, 5, 10, 15 °C in spring on the territory of Eastern Transbaikalia on average for 1976–2018

| Районы            | Температура воздуха, °С |           |        |         |
|-------------------|-------------------------|-----------|--------|---------|
|                   | 0                       | 5         | 10     | 15      |
| Юго-восточные     | 9 апреля                | 27 апреля | 15 мая | 8 июня  |
| Центральные       | 9 апреля                | 30 апреля | 17 мая | 8 июня  |
| Южные             | 10 апреля               | 29 апреля | 18 мая | 13 июня |
| Восточные         | 10 апреля               | 30 апреля | 17 мая | 10 июня |
| Западные          | 13 апреля               | 3 мая     | 24 мая | 20 июня |
| Северные          | 20 апреля               | 9 мая     | 27 мая | 21 июня |
| В среднем по краю | 12 апреля               | 2 мая     | 20 мая | 14 июня |

**Осенью** в Восточном Забайкалье так же, как и весной, устойчивый переход температуры воздуха от 15 до 0 °С происходит за 2 месяца (табл. 3). Так, в среднем по территории исследования устойчивый переход через 15 °С, когда заканчивается климатическое лето, отмечается 17 августа, через 10 °С – 8 сентября, через 5 °С – 26 сентября и через 0 °С – 13 октября. Учитывая продолжительность исследуемых устойчивых периодов, осенью их окончание прямо противоположно их наступлению весной: как правило, раньше всего тот или иной устойчивый переход через определенную температуру воздуха характерен для высокогорных таежных северных и западных районов, позднее всего – для степных юго-восточных. Осенью межгодовая изменчивость дат начала устойчивых периодов с определенной темпе-

ратурой воздуха также изменяется. Например, даты окончания устойчивого периода с температурой воздуха выше 15 °С за многолетний период варьируют от 26 (восточные районы) до 55 дней (центральные районы): самая поздняя дата устойчивого перехода через 15 °С осенью и самая ранняя в западных районах отмечались 1 сентября (2015 г.) и 21 июля (1979 г.) соответственно, в центральных – 16 сентября (2007 г.) и 23 июля (1988 г.), в южных – 3 сентября (2007 г.) и 3 августа (1984 г.), в юго-восточных – 11 сентября (2007 г.) и 11 августа (1976 г.), в восточных – 2 сентября (2007 г.) и 8 августа (1987 г.), в северных – 24 августа (2001 г.) и 19 июля (1979 г.). Самый поздний устойчивый переход через 15 °С отмечен в 2007 г. в Борзе (18 сентября), самый ранний – в 1982 г. в Букукуне (18 июня).

Таблица 3

Даты устойчивого перехода температуры воздуха через 15, 10, 5, 0 °С осенью на территории Восточного Забайкалья в среднем за 1976–2018 гг.

Table 3

Dates of stable transition of air temperature through 15, 10, 5, 0 °C in autumn on the territory of Eastern Transbaikalia on average for 1976–2018

| Районы            | Температура воздуха, °С |             |             |            |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|------------|
|                   | 15                      | 10          | 5           | 0          |
| Северные          | 8 августа               | 2 сентября  | 19 сентября | 6 октября  |
| Западные          | 12 августа              | 4 сентября  | 24 сентября | 12 октября |
| Восточные         | 22 августа              | 11 сентября | 27 сентября | 13 октября |
| Южные             | 18 августа              | 10 сентября | 29 сентября | 15 октября |
| Центральные       | 22 августа              | 12 сентября | 1 октября   | 17 октября |
| Юго-восточные     | 26 августа              | 14 сентября | 1 октября   | 17 октября |
| В среднем по краю | 17 августа              | 8 сентября  | 26 сентября | 13 октября |

Межгодовая изменчивость дат окончания периода с температурой воздуха более 10 °С изменяется в диапазоне от 16 (юго-восточные районы) до 29 дней (центральные районы): самая поздняя дата устойчивого

перехода через 10 °С осенью и самая ранняя в западных районах отмечались 16 сентября (2004 г.) и 25 августа (1979 г.) соответственно, в центральных – 27 сентября (1988 г.) и 1 сентября (1996 г.), в южных –

21 сентября (1988 г.) и 28 августа (1981 г.), в юго-восточных – 22 (2016 г.) и 6 сентября (1992 г.), в восточных – 19 сентября (2004 г.) и 27 августа (1981 г.), в северных – 15 сентября (1983 г.) и 21 августа (1979 г.). При этом самый поздний устойчивый переход через 10 °С произошел в 2006 г. в Соловьевске (6 октября), самый ранний – в 1979 г. в Чаре (15 августа).

Межгодовая изменчивость дат окончания периода с температурой воздуха выше 5 °С по районам исследования изменяется в диапазоне от 17 (юго-восточные районы) до 23 дней (западные и северные районы): осенью самая поздняя дата устойчивого перехода через 5 °С и самая ранняя в западных районах отмечались 6 октября (2006 г.) и 12 сентября (1989 г.) соответственно, в центральных – 13 октября (2004 г.) и 22 сентября (1983 г.), в южных – 9 октября (2005 г.) и 22 сентября (1983 г.), в юго-восточных – 11 октября (2004 г.) и 22 сентября (1999 г.), в восточных – 6 октября (2018 г.) и 17 сентября (1985 г.), в северных – 1 октября (2018 г.) и 8 сентября (1996 г.). При этом самый поздний устойчивый переход через 5 °С произошел в 1990 г. в Мангуте (19 октября), самый ранний – в 2005 г. в Тупике (30 августа).

Межгодовая изменчивость дат окончания безморозного периода изменяется в диапазоне от 19 (юго-восточные районы) до 26 дней (центральные районы): самая поздняя дата устойчивого перехода через 0 °С осенью и самая ранняя в западных районах отмечались 23 и 3 октября соответственно, в центральных – 28 и 2 октября, в южных – 26 и 5 октября, в юго-восточных – 27 и 9 октября, в восточных – 26 и 2 октября, в северных – 15 октября и 24 сентября. По районам исследования самые поздние даты устойчи-

вого перехода через 0 °С отмечались в 1990 г. (западные районы), в 1995 г. (центральные, южные и юго-восточные районы), в 1994 г. (восточные районы) и в 2008 г. (северные районы). При этом самый поздний устойчивый переход через 0 °С произошел в 2013 г. в Улетах (5 ноября). Самые ранние даты устойчивого перехода через 0 °С отмечались в 2016 г. (западные, центральные, южные и восточные районы), в 1978, 2000 и 2006 гг. (юго-восточные районы) и в 1984 г. (северные районы). При этом самый ранний устойчивый переход через 0 °С произошел в 2005 г. в Тупике (1 сентября).

Анализ многолетнего хода сроков наступления устойчивых переходов температур воздуха показал, что за период исследования (1976–2018 гг.) в среднем по территории Восточного Забайкалья отмечается более раннее наступление исследуемых устойчивых периодов весной (рис. 4, а) и более позднее осенью (рис. 4, б). Соответственно, наблюдается и увеличение продолжительности этих периодов.

Увеличение продолжительности безморозного периода в среднем по региону произошло на 2,1 сут/10 лет (тренд статистически значим). Наибольшее увеличение (3,2 и 3,0 сут/10 лет) характерно для центральных и западных районов соответственно (см. рис. 5, а). На севере это увеличение составило 2,2 сут/10 лет, на юге – 2,0 сут/10 лет. Наименьшее увеличение (1,3 и 1,2 сут/10 лет) характерно для юго-восточных и восточных районов соответственно. В западных, центральных и северных районах тренды статистически достоверны при 5 %-м уровне значимости. По остальной территории их достоверность не подтверждается.

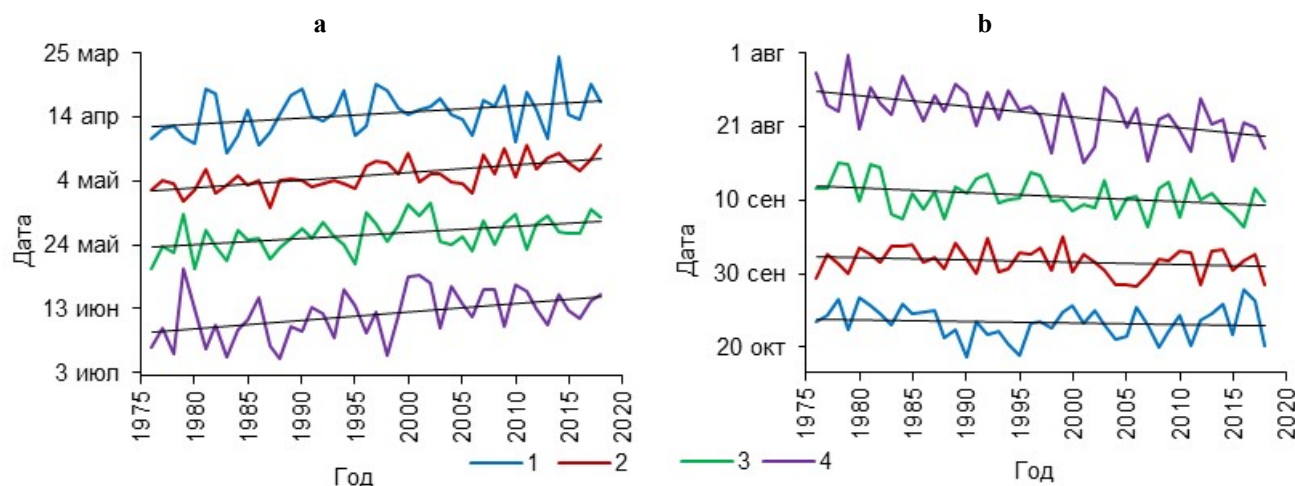


Рис. 4. Многолетний ход дат наступления устойчивых переходов через 0 (1), 5 (2), 10 (3) и 15 (4) °С весной (а) и осенью (б) в среднем по территории Восточного Забайкалья за 1976–2018 гг. (черными линиями показаны линейные тренды)

Fig. 4. Long-term variation of the dates of the onset of stable transitions through 0 (1), 5 (2), 10 (3) and 15 (4) °C in spring (a) and autumn (b) on average over the territory of Eastern Transbaikalia for 1976–2018 (black lines show linear trends)

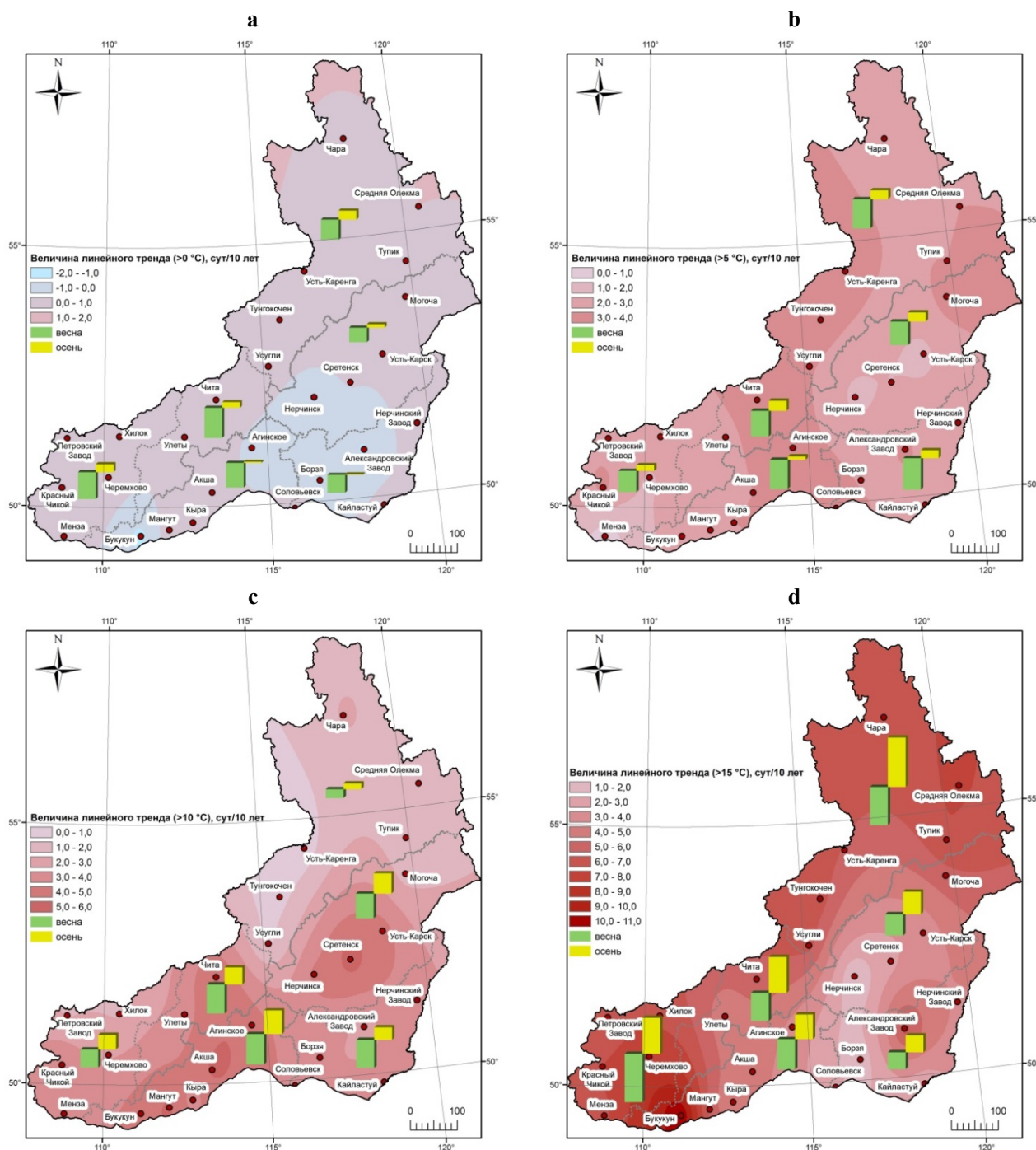


Рис. 5. Распределение величины линейного тренда продолжительности устойчивого периода с температурой воздуха выше 0 (а), 5 (б), 10 (в) и 15 (г) °С по территории Восточного Забайкалья за 1976–2018 гг.

Fig. 5. Distribution of the magnitude of the linear trend of the duration of a stable period with air temperatures above 0 (a), 5 (b), 10 (c) and 15 (d) °C over the territory of Eastern Transbaikalia for 1976–2018.

При этом весной устойчивый переход температуры воздуха через 0 °C стал происходить в среднем по исследуемому региону раньше на 1,8 сут/10 лет (тренд статистически значим). Это характерно для всех районов: тренд дат перехода через 0 °C изменяется от -2,7 сут/10 лет в центральных районах до -1,1 сут/10 лет в восточных. Статистически незначим

тренд лишь на востоке. Осенью же этот переход в среднем по исследуемому региону стал происходить позже на 0,3 сут/10 лет (тренд статистически недостоверен при 5 %-м уровне значимости). Позже на 0,2–0,7 сут/10 лет стало отмечаться окончание безморозного периода в западных, центральных, восточных и северных районах. Только на юго-востоке оно в среднем

стало происходить раньше на 0,1 сут/10 лет. На юге даты перехода через 0 °C не изменились. Указанные тренды статистически незначимы.

Продолжительность устойчивого периода с температурой выше 5 °C в среднем по региону увеличилась на 2,7 сут/10 лет. Наибольшее увеличение (3,2 и 3,1 сут/10 лет) характерно для центральных и северных районов соответственно (рис. 5, *b*). На юге и юго-востоке это увеличение составило 2,9 сут/10 лет. Наименьшее увеличение (2,1 и 2,2 сут/10 лет) характерно для западных и восточных районов соответственно. Все указанные тренды статистически достоверны при 5 %-м уровне значимости. При этом весной устойчивый переход температуры воздуха через 5 °C стал происходить в среднем по исследуемому региону раньше на 2,2 сут/10 лет (тренд статистически значим). Это характерно для всех районов: тренд дат перехода через 5 °C изменяется от –1,7 сут/10 лет на востоке региона до –2,6 сут/10 лет на юге. Тренды статистически значимы. Осенью же указанный в среднем по исследуемому региону стал происходить позже на 0,5 сут/10 лет, по районам исследования – на 0,3–0,8 сут/10 лет. Указанные тренды статистически незначимы.

Увеличение продолжительности устойчивого периода с температурой воздуха выше 10 °C в среднем по региону составило 3,1 сут/10 лет (тренд статистически значим). Наибольшее увеличение, составившее 4,6; 4,2 и 4,0 сут/10 лет, характерно для южных, центральных и восточных районов соответственно (рис. 5, *c*). На юго-востоке это увеличение составило 3,2 сут/10 лет, на западе – 2,8 сут/10 лет. Наименьшее увеличение (1,2 сут/10 лет) характерно для северных районов. Достоверность тренда не подтверждается только лишь на севере региона.

При этом весной устойчивый переход температуры воздуха через 10 °C стал происходить в среднем по исследуемому региону раньше на 1,7 сут/10 лет (тренд статистически значим). Это характерно для всех районов: тренд дат перехода через 10 °C изменяется от –2,5 сут/10 лет в южных районах до –0,6 сут/10 лет в северных. Статистически незначим тренд лишь на севере. Осенью устойчивый переход температуры воздуха через 10 °C в среднем по исследуемому региону стал происходить позже на 1,4 сут/10 лет (тренд статистически недостоверен при 5 %-м уровне значимости), по районам исследования – на 0,7–2,2 сут/10 лет. В северных районах достоверность тренда не подтверждается.

Устойчивый период с температурой воздуха выше 15 °C в среднем по региону увеличился на 5,7 сут/10 лет (тренд статистически значим). Наибольшее увеличение (7,5 и 7,1 сут/10 лет) характерно для западных и северных районов соответственно (рис.

5, *d*). На юге это увеличение составило 6,3 сут/10 лет, в центре – 5,3 сут/10 лет. Наименьшее увеличение (3,4 сут/10 лет) характерно для юго-восточных и восточных районов. Указанные тренды статистически достоверны при 5 %-м уровне значимости.

Весной устойчивый переход температуры воздуха через 15 °C отмечается в среднем по исследуемому региону раньше на 2,4 сут/10 лет (тренд статистически значим). Это характерно для всех районов: тренд дат перехода через 15 °C изменяется от –4,2 сут/10 лет в западных районах до –1,1 сут/10 лет в юго-восточных. Статистически незначим тренд лишь на юго-востоке. Осенью устойчивый переход температуры воздуха через 15 °C в среднем по исследуемому региону стал происходить позже на 2,6 сут/10 лет (тренд достоверен при 5 %-м уровне значимости, по районам исследования – на 1,5–4,1 сут/10 лет). Указанные тренды статистически достоверны.

### Заключение

Таким образом, в результате проведенного анализа получено, что для Восточного Забайкалья по данным наблюдений используемых метеостанций продолжительность устойчивого периода с температурой воздуха выше 0 °C в среднем по региону составляет 183 дня, выше 5 °C – 148 дней, выше 10 °C – 111 дней, выше 15 °C – 63 дня. Пространственные закономерности распределения продолжительности устойчивых периодов выше определенных температур воздуха обусловлены, в первую очередь, высотной поясностью. Наименьшая продолжительность периодов отмечается в высокогорных таежных северных районах Восточного Забайкалья. Несколько больших значений их длительность достигает в таежных западных районах, характеризующихся высокогорными условиями, и лесостепных центральных и восточных, где абсолютная высота местности ниже. При продвижении к южным районам наблюдается увеличение продолжительности данных периодов. Максимальная их длительность отмечается в низменных степях юго-восточной части территории исследования.

Устойчивый переход температуры воздуха от 0 до 15 °C весной и от 15 до 0 °C осенью происходит примерно за 2 месяца. Учитывая продолжительность исследуемых устойчивых периодов, осенью их окончание прямо противоположно их наступлению весной: как правило, раньше всего тот или иной устойчивый переход через определенную температуру воздуха отмечается в высокогорных таежных северных и западных районах, позднее всего – в степных юго-восточных. Так, весной в среднем по территории исследования устойчивый переход через 0 °C происходит 12 апреля, через 5 °C – 2 мая, через

10 °С – 20 мая и через 15 °С – 14 июня; осенью переход через 15 °С происходит 17 августа, через 10 °С – 2 мая, через 5 °С – 20 мая и через 0 °С – 14 июня.

За период исследования (1976–2018 гг.) в среднем по территории Восточного Забайкалья отмечается значимое увеличение продолжительности устойчивых периодов выше определенных температур воздуха. И если для периодов выше 0 и 5 °С это увеличение составляет 2,1 и 2,7 сут/10 лет, то для периода с температурой воздуха выше 10 °С – уже 3,1 сут/10 лет, а для периода с температурой воздуха выше 15 °С – 5,7 сут/10 лет. Это обусловлено в большей степени более ранними наступлениями устойчивых переходов

в весенний период, а для устойчивого периода с температурой воздуха выше 15 °С также характерно практически соизмеримое более позднее его наступление осенью. Схожая картина отмечается и в отдельных районах территории исследования, однако строгой закономерности в пространственном распределении величины линейного тренда не прослеживается.

В контексте глобального потепления полученные научные результаты необходимо использовать при разработке новых механизмов для адаптации секторов экономики к климатическим изменениям с целью обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности региона.

### Список источников

- Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область) / гл. ред. В.Б. Сочава. Москва ; Иркутск : ГУГК, 1967. 176 с.
- Барашкова Н.К., Кузевская И.В., Носырева О.В. Климатические характеристики режимов устойчивого перехода температуры воздуха через определенные пределы на юге Западной Сибири // Известия РАН. Серия: Географическая. 2015. № 1. С. 87–97.
- ВМО-№ 1203. Руководящие указания ВМО по расчету климатических норм. 2017. 32 с.
- Григорьева Е.А. Динамика временных границ вегетационного периода Южной части Дальнего Востока // Региональные проблемы. 2009. № 12. С. 29–34.
- Гурьянов Д.А. Статистический анализ продолжительности сезонов года в Санкт-Петербурге // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. 2013. № 163. С. 107–113.
- Забайкальский край // Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/5377661> (дата обращения: 15.04.2021).
- Забайкальский край // Информационный портал о возможностях переселения старообрядцев на Дальний Восток. URL: <http://navostok.info/reg10.php> (дата обращения: 17.04.2021).
- Звягина Е.А., Переясловец Т.С. Динамика метеорологических показателей и продолжительности вегетационного периода в Юганском заповеднике 1961–2016 гг. // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2018. Т. 9, № 2. С. 28–39. doi: 10.17816/edgccc10367.
- Корсакова С.П., Корсаков П.Б. Динамика временных границ климатических сезонов на южном берегу Крыма в условиях изменения климата // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2018. Вып. 127. С. 107–115. doi: 10.25684/NBG.boolt.127.2018.15.
- Кулаков В.С. Рельеф // Энциклопедия Забайкалья. Читинская область. Т. 1: Общий очерк. Новосибирск : Наука, 2000. С. 37–40.
- Кузнецова В.П. Фенологические процессы в условиях изменения климата северных регионов // Геосферные исследования. 2017. № 3. С. 7–15. doi: 10.17223/25421379/4/2.
- Максимова Н.Б., Арнаут Д.В., Морковкин Г.Г. Оценка изменения продолжительности вегетационного периода по агроклиматическим районам Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 10 (120). С. 49–53.
- Максимова Н.Б., Арнаут Д.В., Морковкин Г.Г. Оценка продолжительности климатических сезонов года по агроклиматическим районам Алтайского края в условиях меняющегося климата // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 11 (145). С. 48–53.
- Мирвис В. М., Гусева И.П. Оценки изменения продолжительности безморозного периода вегетации на территории России и сопредельных государств в XX веке // Метеорология и гидрология. 2006. № 1. С. 106–113.
- Методические указания по составлению «Научно-прикладного справочника по агроклиматическим ресурсам СССР». Л. : Гидрометеониздат, 1986. 148 с.
- Мешерская А.В., Обязов В.А., Богданова Э.Г., Мирвис В.М., Ильин Б.М., Сницаренко Н.И., Голод М.П., Смирнова А.А., Обязова А.И. Изменение климата Забайкалья во второй половине XX века по данным наблюдений и ожидаемые его изменения в первой четверти XXI века // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2009. № 559. С. 32–57.
- Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Курганович К.А. Характеристика условий увлажненности территории бессточных озер Торейской равнины с использованием метеорологических данных // Вестник Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 25, № 3. С. 22–30. doi: 10.21209/2227-9245-2019-25-3-22-30.
- Носкова Е.В., Вахнина И.Л., Рахманова Н.В. Суммы активных температур воздуха (выше 10 °С) на территории Забайкальского края // Успехи современного естествознания. 2019. № 11. С. 148–153. doi: 10.17513/use.
- Обязов В.А. Адаптация к изменениям климата: региональный подход // География и природные ресурсы. 2010. № 2. С. 34–39.
- Обязов В.А. Региональный отклик приземной температуры воздуха на глобальные изменения (на примере Забайкалья) // Доклады Академии наук. 2015. Т. 461, № 4. С. 459–462.
- Обязов В.А., Носкова Е.В. Изменения агроклиматических ресурсов Забайкалья в условиях глобального потепления // Вестник Забайкальского государственного университета. 2015. № 08 (123). С. 20–29.
- Распоряжение Правительства РФ от 25 декабря 2019 г. № 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 г.». URL: <http://static.government.ru/media/files/OTrFMr1Z1sORh5Nlx4gLUsgdGHyWIAqy.pdf> (дата обращения: 26.02.2021).

**Редникова Т.В.** Меры адаптации к климатическим изменениям: совершенствование экологического законодательства Российской Федерации в свете присоединения к Парижскому соглашению по климату // Союз криминалистов и кримиологов. 2020. № 4. С. 122–127. doi: 10.31085/2310-8681-2020-4-208-122-127.

**Скрынник О.Я., Скрынник О.А.** Климатологический метод определения даты устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через заданное пороговое значение // Метеорология и гидрология. 2009. № 10. С. 90–99.

**Список станций по геоадминистративному расположению** // Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Забайкальское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». URL: <https://zabgidromet.ru/spisok-stancij-po-geoadministrativnomu-raspolozheniyu/> (дата обращения 20.01.2021).

**Чугункова А.В., Пыжев А.И., Пыжева Ю.И.** Влияние глобального изменения климата на экономику лесного и сельского хозяйства: риски и возможности // Актуальные проблемы экономики и права. 2018. Т. 12, № 3. С. 523–537. doi: 10.21202/1993-047X.12.2018.3.523-537.

**IPCC.** Summary for Policymakers // O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, J.S. Kriemann, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, J.C. Minx editors. Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom ; New York, NY, USA : Cambridge University Press, 2014.

## References

- Atlas Zabaykal'ya (Buryatskaya ASSR i Chitinskaya oblast')* [Atlas of Transbaikalia (Buryat ASSR and Chita region)] / gl. red. V.B. Sochava. Moscow; Irkutsk: GUGK, 1967. 176 p. In Russian.
- Barashkova N.K., Kuzhevskaya I.V., Nosyreva O.V. *Klimaticheskiye kharakteristiki rezhimov ustoychivogo perekhoda temperatury vozdukhа cherez opredelennyye predely na yuge Zapadnoy Sibiri* [Climatic characteristics of the regimes of stable transition of air temperature through certain limits in the south of Western Siberia] // Izvestiya RAN. Seriya: Geograficheskaya. 2015. No. 1. pp. 87–97. In Russian.
- VMO-№ 1203. *Rukovodyashchiye ukazaniya VMO po raschetu klimaticheskikh norm* [WMO Guidelines for the calculation of climate standards]. 2017. 32 p. In Russian.
- Grigor'yeva Ye.A. *Dinamika vremennykh granits vegetatsionnogo perioda Yuzhnoy chasti Dal'nego Vostoka* [Dynamics of the temporal boundaries of the growing season in the southern part of the Far East] // Regional'nyye problemy. 2009. No. 12. pp. 29–34. In Russian.
- Gur'yanov D.A. *Statisticheskyy analiz prodolzhitel'nosti sezonov goda v Sankt-Peterburge* [Statistical analysis of the duration of the seasons of the year in St. Petersburg] // Izvestiya Rossiyskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A.I. Gertsena. 2013. No. 163. pp. 107–113. In Russian.
- Trans-Baikal Territory // Bol'shaya rossiyskaya entsiklopediya. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/5377661> (Date of accessed 15.04.2021). In Russian.
- Trans-Baikal Territory // Informatsionnyy portal o vozmozhnostyakh pereseleniya staroobryadtsev na Dal'niiy Vostok. URL: <http://navostok.info/reg10.php> (Date of accessed 17.04.2021). In Russian.
- Zvyagina Ye.A., Pereyaslovets T.S. *Dinamika meteorologicheskikh pokazateley i prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda v Yuganskom zapovednike 1961–2016 gg.* [Dynamics of meteorological indicators and the duration of the growing season in the Yugansk Reserve 1961–2016] // Dinamika okruzhayushchey sredy i global'nyye izmeneniya klimata. 2018. T. 9. No. 2. pp. 28–39. DOI: 10.17816/edgcc10367. In Russian.
- Korsakova S.P., Korsakov P.B. *Dinamika vremennykh granits klimaticheskikh sezonov na yuzhnom beregu Kryma v usloviyakh izmeneniya klimata* [Dynamics of the time boundaries of climatic seasons on the southern coast of Crimea under climate change] // Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. 2018. V. 127. pp. 107–115. DOI: 10.25684/NBG.boilt.127.2018.15. In Russian.
- Kulakov V.S. *Rel'yef* [Relief] // Entsiklopediya Zabaykal'ya. Chitinskaya oblast'. T. 1. Obshchiy ocherk. Novosibirsk: Nauka. 2000. pp. 37–40. In Russian.
- Kuznetsova V.P. *Fenologicheskyye protsessy v usloviyakh izmeneniya klimata severnykh regionov* [Thenological processes under the conditions of climate change in northern regions] // Geosfernyye issledovaniya-Geosfernyye research. 2017. No. 3. pp. 7–15. DOI: 10.17223/25421379/4/2. In Russian.
- Maksimova N.B., Arnaut D.V., Morkovkin G.G. *Otsenka izmeneniya prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda po agroklimatekim rayonam Altayskogo kraya* [Assessment of changes in the duration of the growing season in agroclimatic regions of the Altai Territory] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. No. 10 (120). pp. 49–53. In Russian.
- Maksimova N.B., Arnaut D.V., Morkovkin G.G. *Otsenka prodolzhitel'nosti klimaticheskikh sezonov goda po agroklimatekim rayonam Altayskogo kraya v usloviyakh menyayushchegosya klimata* [Assessment of the duration of climatic seasons of the year in agroclimatic regions of the Altai Territory in a changing climate] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No. 11 (145). pp. 48–53. In Russian.
- Mirvis V. M., Guseva I.P. *Otsenki izmeneniya prodolzhitel'nosti bezmoroznogo perioda vegetatsii na territorii Rossii i sopredel'nykh gosudarstv v XX veke* [Estimates of changes in the duration of the frost-free growing season on the territory of Russia and neighboring countries in the XX century] // Russian Meteorology and Hydrology. 2006. No. 1. pp. 106–113. In Russian.
- Metodicheskiye ukazaniya po sostavleniyu «Nauchno-prikladnogo spravochnika po agroklimatekim resursam SSSR»* [Methodical instructions for the compilation of the "Scientific and applied reference book on the agroclimatic resources of the USSR"]. Leningrad : Gidrometeoizdat, 1986. 148 p. In Russian.
- Meshcherskaya A.V., Obyazov V.A., Bogdanova E.G., Mirvis V.M., Il'in B.M., Snitsarenko N.I., Golod M.P., Smirnova A.A., Obyazova A.I. *Izmeneniye klimata Zabaykal'ya vo vtoroy polovine XX veka po dannym nablyudeniy i ozhidayemye yego izmeneniya v pervoy chetverti XXI veka* [Climate change in Transbaikalia in the second half of the XX century according to observational data and its expected changes in the first quarter of the XXI century] // Trudy Glavnoy geofizicheskoy observatorii im. A.I. Voyeykova. 2009. No. 559. pp. 32–57. In Russian.

Noskova E.V., Vakhnina I.L., Kurganovich K.A. *Kharakteristika usloviy uvlazhnennosti territorii besstochnykh ozer Toreyskoy ravniny s ispol'zovaniyem meteorologicheskikh dannyykh* [Characteristics of the moisture conditions of the territory of the closed lakes of the Torey plain using meteorological data] // Transbaikal State University Journal. 2019. T. 25. No. 3. pp. 22–30. DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-3-22-30.

Noskova E.V., Vakhnina I.L., Rakhmanova N.V. *Summy aktivnykh temperatur vozdukha (vyshe 10 °S) na territorii Zabaykal'skogo kraya* [The sums of active air temperatures (above 10 ° C) on the territory of the Trans-Baikal Territory] // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. 2019. No. 11. pp. 148–153. DOI: 10.17513/use. In Russian.

Obyazov V.A. *Adaptatsiya k izmeneniyam klimata: regional'nyy podkhod* [Adaptation to climate change: a regional approach // Geography and natural resources] // Geografiya i prirodnyye resursy. 2010. No. 2. pp. 34–39. In Russian.

Obyazov V.A. *Regional'nyy otklik prizemnoy temperatury vozdukha na global'nyye izmeneniya (na primere Zabaykal'ya)* [Regional response of surface air temperature to global changes (on the example of Transbaikalia)] // Doklady Akademii nauk. 2015. T.461. No. 4. pp. 459–462. In Russian.

Obyazov V.A., Noskova E.V. *Izmeneniya agroklimaticheskikh resursov Zabaykal'ya v usloviyakh global'nogo potepeniya* [Changes in the agroclimatic resources of Transbaikalia in the context of global warming] // Transbaikal State University Journal. 2015. No. 08 (123). pp. 20–29. In Russian.

*Rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 25 dekabrya 2019 g. № 3183-r* [Order of the Government of the Russian Federation of December 25, 2019 No. 3183-r "On approval of the national action plan for the first stage of adaptation to climate change for the period up to 2022"]. URL: <http://static.government.ru/media/files/OTrFMr1Z1sORh5Nlx4gLUsdgGHyWIAqy.pdf> (Date of accessed 26.02.2021). In Russian.

Rednikova T.V. *Mery adaptatsii k klimaticheskim izmeneniyam: sovershenstvovaniye ekologicheskogo zakonodatel'stva Rossiyskoy Federatsii v svete prisoyedineniya k Parizhskomu soglasheniyu po klimatu* [Measures of Adaptation to Climate Change: Improving the Environmental Legislation of the Russian Federation in the Light of Joining the Paris Agreement on Climate] // Soyuz kriminalistov i kriminologov. 2020. No. 4. pp. 122–127. DOI 10.31085/2310-8681-2020-4-208-122-127. In Russian.

Skrynik O.YA., Skrynik O.A. *Klimatologicheskii metod opredeleniya daty ustoychivogo perekhoda sredney sutochnoy temperatury vozdukha cherez zadannoye porogovoye znachenie* [Climatological method for determining the date of stable transition of the average daily air temperature through a given threshold value] // Russian Meteorology and Hydrology. 2009. No. 10. pp. 90–99. In Russian.

*Spisok stantsiy po geoadministrativnomu raspolozheniyu* [List of stations by geoadministrative location] // Official site of the Federal State Budgetary Institution "Transbaikal Directorate for Hydrometeorology and Environmental Monitoring". URL: <https://zabgidromet.ru/spisok-stancij-po-geoadministrativnomu-raspolozheniyu/> (Date of accessed 20.01.2021). In Russian.

Chugunkova A.V., Pyzhev A.I., Pyzheva YU.I. *Vliyaniye global'nogo izmeneniya klimata na ekonomiku lesnogo i sel'skogo khozyaystva: riski i vozmozhnosti* [The impact of global climate change on the economy of forestry and agriculture: risks and opportunities // Actual problems of economics and law] // Aktual'nyye problemy ekonomiki i prava. 2018. T. 12. No. 3. pp. 523–537. DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.3.523-537>. In Russian.

IPCC. Summary for Policymakers // O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, J.S. Kriemann, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, J.C. Minx editors. Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom ; New York, NY, USA : Cambridge University Press, 2014.

#### Информация об авторах:

**Носкова Е.В.**, кандидат географических наук, научный сотрудник, лаборатория географии и регионального природопользования, ИПРЭК СО РАН, Чита, Россия.

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

**Вахнина И.Л.**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория географии и регионального природопользования, Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, Россия.

E-mail: vahnina\_il@mail.ru

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

#### Information about the authors:

**Noskova E.V.**, Cand. Sci. (Geography) Sciences, Researcher, Laboratory of Geography and Regional Environmental Management, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia.

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

**Vakhnina I.L.**, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Laboratory of Geography and Regional Environmental Management, Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia.

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 17.05.2021; одобрена после рецензирования 10.02.2022; принята к публикации 12.09.2022*

*The article was submitted 17.05.2021; approved after reviewing 10.02.2022; accepted for publication 12.09.2022*