Министерство просвещения Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный педагогический университет»
Свердловское областное отделение Русского Географического Общества
Институт географии РАН
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Институт степи Уральского отделения РАН
Алтайский государственный университет
Пермский государственный научно-исследовательский университет

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЛАНДШАФТОВ

Материалы Всероссийской научно-практической конференции

22-24 апреля 2021 г.

Екатеринбург 2021

УДК 581.543
ББК Е081.2
К49
Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный педагогический университет» в качестве *научного* издания (Решение № 17 от 18.05.2021)

Редакционная коллегия:
Янцер О.В., канд. геогр. наук, доцент,
Липухин Д.Н., канд. геогр. наук, доцент,
Иванова Ю.Р., ассистент кафедры географии, МГО и туризма.

К49 **Климатические изменения и сезонная динамика ландшафтов** : материалы Всероссийской научно-практической конференции, 22-24 апреля 2021 года / Уральский государственный педагогический университет ; под редакцией О. В. Янцер, Д. Н. Липухина, Ю. Р. Ивановой. – Электрон. дан. – Екатеринбург : [б. и.], 2021. – 1 CD-ROM. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7186-1793-1

В сборнике изложены результаты научных исследований, посвященных актуальным проблемам климатических изменений и сезонной динамики ландшафтов. Отражены теоретические и методологические подходы к исследованию динамики ландшафтов в контексте климатических изменений, выявлены особенности климатических и гидрологических изменений на глобальном и региональном уровнях иерархии геосистем. Рассмотрены актуальные и перспективные направления развития фенологической сети РГО и региональные аспекты фенологического мониторинга биоты, влияние антропогенного фактора на динамику и развитие геосистем, а также социально-экономические и эколого-медицинские проблемы региональных хозяйственных систем в контексте современных климатических изменений.

Широкий круг проблем, обсуждаемых в сборнике, предполагает широкий круг читателей. Его материалы будут полезны научным сотрудникам особо охраняемых природных территорий (ООПТ), учителям, студентам, аспирантам, всем, кто интересуется современными изменениями климата и сезонной динамикой ландшафтов.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Сборник публикуется при поддержке гранта Всероссийской общественной организации «Русское Географическое Общество» «Влияние климатических изменений на сезонную динамику ландшафтов Урала», договор №03/2020-Р от 14 июля 2020 г.

УДК 581.543
ББК Е081.2

ISBN 978-5-7186-1793-1 © ФГБОУ ВО «УрГПУ», 2021

УДК 551.5(47) DOI: 10.26170/KFG-2021-10

Переведенцев Юрий Петрович,
доктор географических наук, профессор, Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия; Yuri.Perevedentsev@ksu.ru

Шанталинский Константин Михайлович,
кандидат географических наук, доцент, Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия; Konstantin.Shantalinsky@ksu.ru

Мягков Максим Александрович,
аспирант, Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия; mamyagkov@bk.ru

Парубова Екатерина Михайловна,
аспирант, Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия; parubovaem@mail.ru

Шерстюков Борис Георгиевич,
доктор географических наук, заведующий лабораторией исследования последствий изменения климата, Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – Мировой центр данных, г. Обнинск, Россия; boris_sher@mail.ru

СОВРЕМЕННОЕ ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ПРОЯВЛЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: температура воздуха; атмосферные осадки; линейный тренд; индекс циркуляции; климат; глобальное потепление.

АННОТАЦИЯ. Рассматриваются изменения температуры воздуха на территории Северного полушария в период 1850-2019 гг. по данным CRU. Выявлены временные колебания в поведении температуры воздуха, свидетельствующие о ее неравномерном ходе в рассматриваемый период и интенсивном потеплении климата в последние десятилетия. Представлен анализ трендов температуры воздуха и атмосферных осадков на территории России для 44-летнего периода (1976-2019 гг.), что позволило оценить изменчивость основных климатических параметров в последние десятилетия. Дана оценка коэффициентов корреляции между индексами атмосферной циркуляции (AO, NAO, EAWR, SCAND) и температурой воздуха Европейской части России, с целью выявления связи между циркуляционным и термическим режимами.

Yuri P. Perevedentsev,
Doctor of Geography, Professor, Kazan Federal University, Kazan, Russia

Konstantin M. Shantalinsky,
Candidate of Geography, Associate Professor, Kazan Federal University, Kazan, Russia

Maksim A. Myagkov,
Postgraduate Student, Kazan Federal University, Kazan, Russia

Ekaterina M. Parubova,
Postgraduate Student, Kazan Federal University, Kazan, Russia

Boris G. Sherstyukov,
Doctor of Geography, Chief of the Laboratory for Research on the Effects of Climate Change, All-Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Centre, Obninsk, Russia

MODERN GLOBAL CLIMATE WARMING AND ITS MANIFESTATION ON THE TERRITORY OF RUSSIA

KEYWORDS: air temperature; precipitation; linear trend; circulation index; climate; global warming.

ABSTRACT. Changes in air temperature in the Northern Hemisphere in the period 1850-2019 are considered. According to CRU data. Temporary fluctuations in the behavior of air temperature are revealed, indicating its uneven course in the period under consideration and an intense warming of the climate in recent decades. An analysis of trends in air temperature and atmospheric precipitation in Russia for a 44-year period (1976-2019) is presented, which made it possible to assess the variability of the main climatic parameters in recent decades. Correlation coefficients are given between the atmospheric circulation indices (AO, NAO, EAWR, SCAND) and the air temperature of the European part of Russia, from the point of view of the relationship between the circulation and thermal regimes.

Проблема современных глобальных и региональных изменений окружающей среды и климата стала как никогда актуальной в связи с усиливающимся влиянием различных факторов антропогенного и естественного происхождения, среди которых солнечная и вулканическая активность, процессы, происходящие в земной коре и ядре [6]. В Российской Федерации в 2009 г. была принята Климатическая доктрина, которая определила основные направления развития нормативно-правовых, экономических и других инструментов, призванных обеспечить защиту государства от неблагоприятных климатических последствий и создать предпосылки для эффективного использования благоприятных возможностей климатических изменений [5].

Современное состояние проблемы климатических изменений отражено в последних оценочных докладах МГЭИК и Росгидромета, согласно которым в связи с возрастанием в атмосфере концентрации парниковых газов происходит непрерывный рост глобальной приповерхностной температуры воздуха, который продолжится в XXI веке [2; 10].

Негативные последствия для природных и социально-экономических систем в случае повышения средней глобальной температуры на 1,5°C обсуждаются в [3]. Как известно, в декабре 2015 г. были

© Переведенцев Ю. П.,
Шанталинский К. М., Мягков М. А.,
Парубова Е. М., Шерстюков Б. Г., 2021

подписаны Парижские соглашения, направленные на ограничение выбросов парниковых газов в атмосферу, с целью избежать прироста средней глобальной температуры на 2°С, в последующем на Климатическом форуме в 2018 г. в Катовицах (Польша) этот уровень был понижен до 1,5°С.

Действительно, глобальное потепление последних десятилетий во многих регионах планеты, в том числе и России, сопровождается увеличением числа дней с аномальными явлениями погоды, резкими скачками температуры, возникновением волн жары и холода [4].

В работе [8] отмечен рост повторяемости дней с высокими суточными температурами, суточными суммами осадков и уменьшение морозных дней на Европейской части России, а на юге Сибири в начале XXI в. увеличилась повторяемость морозных и теплых дней, а также дней с экстремальными зимними осадками.

В [1] показано, что современное глобальное потепление происходит в течение коротких событий 1987/1988 и 1997/1998 гг. (посредством скачков 1987 и 1997 гг.), т. е. обнаруживается «лестница» потепления с середины XX века.

Цель настоящей статьи – рассмотреть пространственно-временные изменения приземной температуры воздуха и атмосферных осадков на территории Северного полушария (1850-2019 гг.) и России в период 1976-2019 гг.

Материалы и методы исследований. В качестве исходных данных использовались данные о приземной температуре воздуха (ТВ), в узлах регулярной географической сетки 5х5°, по всему Земному шару (1850-2019 гг.) университета Восточной Англии (данные CRU) [9] и данные 1251 метеорологических станций из фонда ВНИИГМИ-МЦД за 1976-2019 гг.

Кроме того, для оценки долговременных климатических изменений в Поволжье использовались результаты многолетних метеорологических наблюдений в Метеорологической обсерватории (МО) Казанского университета (1828-2019 гг.).

Многолетние ряды по температуре воздуха и атмосферным осадкам подвергались статистической обработке: находились средние величины, коэффициенты корреляции и наклона линейного тренда, низкочастотные компоненты временных рядов.

Результаты и их обсуждение. Как видно из рисунка 1а, приповерхностная средняя годовая температура воздуха (СГТВ) Северного полушария, для периода 1850-2019 гг., имеет четко выраженную тенденцию к росту. Низкочастотная компонента (НЧК) с периодом более 30 лет выделяет глобальные долгопериодные колебания в начале и середине XX века обусловленные естественными факторами. С 1910 по 1940 гг. происходил подъем ТВ обусловленный повышенным уровнем прозрач-

ности атмосферы для прохождения солнечной радиации ввиду ослабления вулканической активности. В этот же период отмечается активное арктическое потепление. Начиная с середины 1970-х гг. по настоящее время, согласно кривой НЧК, происходит быстрый рост СГТВ почти на 0,8°С, что объясняется активной фазой современного глобального потепления из-за парникового эффекта. На этом же рисунке 1а представлена синусоидальная кривая скорости изменения ТВ по низкочастотной компоненте (из ТВ последующего года вычитается ТВ предыдущего), согласно которой хорошо выявляется квази 60-летнее колебание скорости роста температуры. Следует отметить, что 60-70-летние колебания характерны для многих природных процессов – течения Гольфстрим в Северной Атлантике, неравномерной скорости вращения Земли, солнечной активности, циркуляции атмосферы и океана и др.

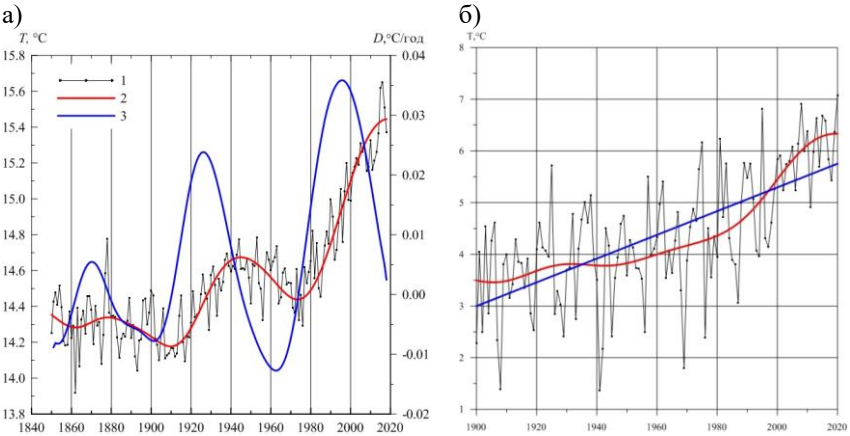

Рис. 1. Многолетний ход средней годовой температуры на территории СП (а) и Казани (б). 1 – исходный ряд, 2 – НЧК с периодом более 30 лет, 3 – изменение НЧК (для СП), линейный тренд (для Казани)

По данным обработки метеонаблюдений в МО г. Казани на рисунке 1б представлена межгодовая изменчивость СГТВ в период 1900-2019 гг., из которого, согласно кривой НЧК, видно, что за 120 лет температура повысилась примерно на 2,7°С. Отметим, что с 1828 г. (время малого ледникового периода) по настоящее время СГТВ в Казани повысилась почти на 4°С, при этом вклад глобального фактора в изменчивость зимней температуры составил 37%, а летней ~ 23%. Это естественно, так как в зимний период приход солнечной радиации минимален.

Следует также отметить, что в начале XXI в. на территории Приволжского федерального округа (ПФО) произошел значительный скачок СГТВ на 1,2°С, при этом в два раза уменьшилась межгодовая изменчи-

вость ТВ, а минимальное значение СГТВ резко повысилось с 0,55 до 3,58°С [7]. Кроме того, согласно анализа данных длиннорядных станций, в западной части ПФО (станции Казань, Пенза, Саратов) активный процесс потепления климата начался несколько раньше (в 1965-1970 гг.) чем в восточной (станции Пермь, Уфа, Оренбург), где он растянулся с 1965 по 1980 гг.

С использованием данных 1251 метеостанций, расположенных на территории РФ из фонда ВНИИГМИ-МЦД за 1976-2019 гг., были построены карты трендов ТВ и атмосферных осадков для центральных месяцев сезонов и годовых значений, что позволило выделить тенденции изменения климата за 44-летний период. Здесь приводятся карты среднегодовых трендов основных климатических показателей (рис. 2, 3).

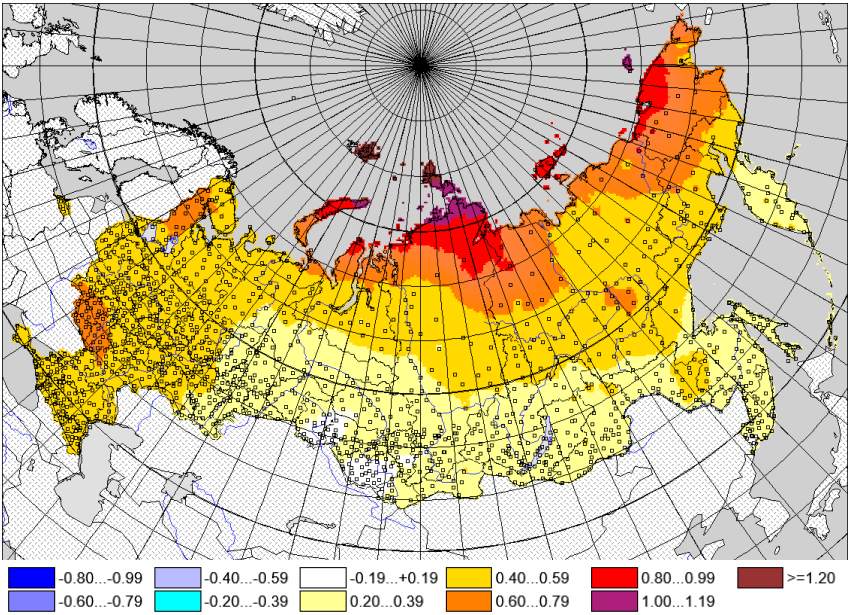

Рис. 2. Тренды среднегодовой температуры (°С/10лет) 1976-2019

Как видно из рисунка 2., тренды ТВ не выявили значительных территориальных контрастов в изменениях климата. Практически вся территория России охвачена умеренным потеплением. Наиболее интенсивно оно происходит на арктическом побережье Азиатской части России и арктических островах. В частности, в районе полуострова Таймыр коэффициент наклона линейного тренда (КНЛТ) достигает максимума ~ 1,2°С/10 лет. В центральной и северной частях Сибири потепление более выражено, чем на Европейской части России (ЕЧР), где выделяется

Карелия и юго-запад Центрального федерального округа со значением КНЛТ ≈ 0,60-0,79°С/10 лет.

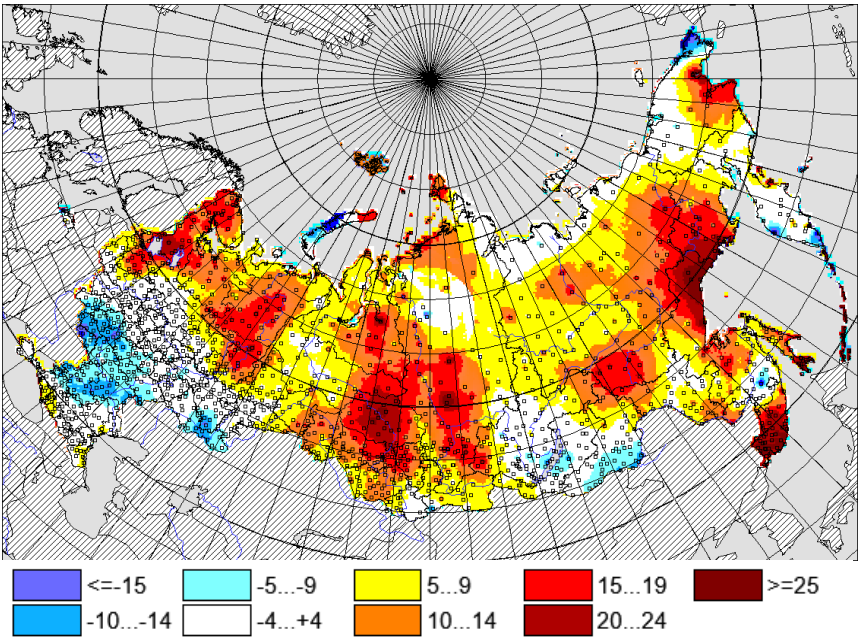

Рис. 3. Тренды среднегодовых сумм осадков (мм/10лет) 1976-2019

Тренды, построенные по годовым значениям сумм осадков (рис. 3), свидетельствуют об увеличении осадков на большей части России. Так, на побережье Охотского моря КНЛТ > 25 мм/10 лет. Понижение сумм осадков наблюдается в центре и на юге ЕЧР, Северном Кавказе, где КНЛТ порядка -10 -14 мм/год. Наибольшие очаги с уменьшением осадков отмечаются на о. Новая Земля, юге Средней Сибири, северо-востоке Чукотки.

Таким образом, практически на всей территории России в период 1976-2019 гг. происходило потепление климата, при этом на большей части России, особенно в ее азиатской части, отмечается увеличение годовых сумм осадков.

С целью оценки влияния атмосферной циркуляции (АЦ) на термический режим рассчитывались парные коэффициенты корреляции между температурой воздуха 95 станций ЕЧР в период 1976-2019 гг. и индексами АЦ. Рассматривались 4-е наиболее известных индекса АЦ – Арктическая осцилляция (АО), Северо-атлантическое колебание (NAO), Циркуляционная мода Восточная Атлантика – Западная Россия (ВАЗР) и индекс SCAND. В результате выяснилось, что циркуляционные моды АО и NAO

наиболее эффективно влияют на температуру воздуха запада ЕЧР в зимний период (коэффициент корреляции r достигает значений 0,6; 0,7), что приводит к потеплению. Колебания ВАЗР способствует понижению ТВ в летний период на востоке ЕЧР (связь отрицательная, r = -0,7), скандинавский блокирующий антициклон (индекс SCAND) в большей степени влияет зимой на юго-восточную часть территории ЕЧР (r = -0,6), что приводит к понижению ТВ. В дальнейшем планируется провести подобное исследование на азиатской территории России и с привлечением других циркуляционных индексов, в частности, индекса ТДК (тихоокеанское десятилетнее колебание), привязанных к конкретным географическим районам.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 20-55-00014).

Информационные источники

1. Барцев, С. И. Новый взгляд на динамику климата Земли / С. И. Барцев, П. В. Белолипецкий, А. Г. Дегерменджи [и др.] // Вестник РАН. – 2016. – № 86 (3). – С. 244-253.
2. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / научные руководители В. М. Катцов и С. М. Семенов ; Росгидромет. – М., 2014. – 1008 с.
3. Гладильщикова, А. А. Специальный доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата «Глобальное потепление на 1,5°С» / А. А. Гладильщиова, Т. М. Дмитриева, С. М. Семенов // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2018. – № 4. – С. 5-18.
4. Мохов, И. И. Погодно-климатические аномалии в Российских регионах и их связь с глобальными изменениями климата / И. И. Мохов, В. А. Семенов // Метеорология и гидрология. – 2016. – № 2. – С. 16-28.
5. Оценка макроэкономических последствий изменения климата на территории Российской Федерации на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу / под ред. В. М. Катцова, Б. Н. Порфирьева. – М.: Изд. «Д'ART: Главная физическая обсерватория», 2011. – 252 с.
6. Переведенцев, Ю. П. Современные изменения климата и их последствия / Ю. П. Переведенцев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География и геоэкология. – 2019. – № 2. – С. 98-102.
7. Переведенцев, Ю. П. Опасные гидрометеорологические явления на территории Приволжского федерального округа / Ю. П. Переведенцев, А. В. Шумихина, К. М. Шанталинский, В. В. Гурьянов // Метеорология и гидрология. – 2019. – № 12. – С. 20-30.
8. Титкова, Т. Б. Региональные особенности изменения зимних экстремальных температур и осадков на территории России в 1970-2015 гг. / Т. Б. Титкова, Е. А. Черенуова, В. А. Селянов // Лед и снег. – 2018. – Т. 58, № 4. – С. 485-497.

9. Jones, P. D. et al. Surface air temperature and is variations over the last 150 years / P. D. Jones, et al. // Rev. Geophys. – 1999. – Vol. 37. – P. 173-199.
10. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / eds. T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. – Cambridge ; United Kingdom and New York ; NY, USA : Cambridge University Press, 2013. – 1535 p.