

УДК 551.578.4

Научная специальность: 1.6.18 Науки об атмосфере и климате

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Обухова Виктория Анатольевна

Аннотация

В статье выполнено обзорно-аналитическое исследование изменений сроков установления, разрушения и продолжительности снежного покрова на территории России. Материалом послужили официальные климатические обзоры Росгидромета и рецензируемые исследования, основанные на наземных наблюдениях и спутниковых данных. Рассмотрены пространственные различия трендов между Европейской Россией, Западной и Восточной Сибирью, а также роль температуры воздуха и снегопадов. Показано, что наиболее устойчивым проявлением потепления является более раннее разрушение снежного покрова весной, тогда как осенние изменения и зимняя высота снега обладают выраженной региональной неоднородностью.

Ключевые слова: снежный покров, климат России, продолжительность снежного сезона, снегозапасы, потепление, наземные наблюдения, дистанционное зондирование

CHANGES IN SNOW COVER DURATION IN RUSSIA UNDER CONTEMPORARY WARMING

Obukhova Viktoriya Anatolyevna

Abstract

The paper presents a review-based analysis of changes in the onset, disappearance and duration of snow cover in Russia. The study uses official Roshydromet climate reports and peer-reviewed research based on ground observations and satellite products. Spatial differences between European Russia, Western Siberia and Eastern Siberia are considered together with the roles of air temperature and snowfall. Earlier spring snow disappearance is identified as the most persistent warming-related signal, while autumn timing and winter snow depth remain strongly region-dependent.

Keywords: *snow cover, climate of Russia, snow season duration, snow water equivalent, warming, ground observations, remote sensing*

Введение

Снежный покров является одним из ключевых компонентов криосферы России. Он регулирует альбедо поверхности, зимний теплообмен почвы с атмосферой, весенний сток и условия перезимовки растительности. Для большей части страны длительность залегания снега измеряется месяцами, поэтому даже смещение сроков установления или схода на несколько суток способно менять сезонный водный и тепловой баланс.

Современное потепление проявляется в снежном режиме неодинаково. Рост температуры способствует более позднему формированию устойчивого покрова и более раннему снеготаянию, но увеличение холодносезонных осадков в отдельных регионах может частично компенсировать температурный эффект. В результате единый для всей России тренд не описывает фактическую пространственную картину [1–5].

Цель работы – обобщить количественные оценки многолетних изменений продолжительности снежного покрова в России и определить климатические факторы, формирующие региональные различия. Работа имеет обзорно-аналитический характер; собственные метеорологические измерения не заявляются.

Методы и методики

В анализ включены официальные материалы Росгидромета и публикации, использующие продолжительные ряды наземных наблюдений, спутниковые продукты и

реконструированные ряды площади снежного покрова. Основной приоритет отдавался работам с многолетними рядами, охватывающими территории России или Северной Евразии.

Сравнивались четыре показателя: дата установления устойчивого снежного покрова, дата его окончательного разрушения, продолжительность залегания и снегозапас. Для сопоставления работ с различной длиной рядов применялся показатель линейного тренда, отнесенный к десятилетию. Знак тренда интерпретировался с учетом физического смысла показателя: положительное значение для даты схода означает более позднее снеготаяние, а отрицательное – более раннее.

Для оценки длительности снежного сезона использовалась календарная разность между датами устойчивого установления и окончательного схода. При наличии перерывов в снегозалегании такие эпизоды учитывались отдельно, поскольку они меняют теплообмен почвы даже при близких датах начала и конца сезона.

Результаты

По данным анализа 1103 метеорологических станций Евразии за 1966–2012 гг. средняя дата появления снежного покрова в масштабах континента смещалась к более поздним срокам приблизительно на 1 сутки за десятилетие, а дата схода – к более ранним примерно с той же скоростью [2]. Для юго-запада России в этой работе выявлено статистически значимое сокращение продолжительности снежного периода.

Спутниковые оценки также показывают сокращение длительности залегания снега в западной части Евразии. По продукту JASMES за 1978–2015 гг. наибольшие значимые сокращения годовой продолжительности снежного покрова были сосредоточены именно в западной Евразии; в отдельных районах суммарное изменение за период достигало нескольких недель [4].

Весенний сход снега сильнее связан с температурой, чем сроки осеннего установления. Повышенная весенняя температура ускоряет достижение нулевой температуры снежной толщи и переход к устойчивому таянию. Осенью же важна совместная реализация двух условий: отрицательной температуры и достаточного количества твердых осадков. Поэтому в Сибири рост снегопадов способен сохранять или даже увеличивать продолжительность залегания при общем фоне потепления [2,5].

Исследования Северной Евразии показывают, что динамика высоты и водного эквивалента снега не обязана совпадать с динамикой продолжительности. Более короткий сезон может сочетаться с интенсивными снегопадами и значительными максимальными снегозапасами. Это принципиально важно для оценки весеннего половодья и теплоизоляции почв.

Сокращение продолжительности снежного покрова повышает долю времени, когда поверхность непосредственно обменивается теплом с атмосферой. В западной части России учащение зимних бесснежных интервалов усиливает промерзание при холодных вторжениях и одновременно способствует более быстрому прогреву почвы в теплые периоды. В мерзлотных регионах, напротив, мощный устойчивый снег может уменьшать зимнее охлаждение грунтов.

Таблица 1 – Обобщенные особенности снежного режима

Регион	Характер изменения	Основной фактор
Европейская Россия	сокращение сезона наиболее устойчиво	весеннее потепление
Западная Сибирь	неоднородные тренды	температура + снегопады
Восточная Сибирь	локально стабильная длительность при изменении снегозапаса	континентальность, осадки
Арктическое побережье	очень длительный сезон, высокая чувствительность сроков схода	температура теплого сезона

Для гидрологии важен не только момент схода, но и снегозапас к началу таяния. Поэтому оценка климатических последствий должна одновременно учитывать длительность залегания, максимальную высоту и водный эквивалент, а не использовать один индикатор.

Заключение

Анализ опубликованных данных показывает, что современное изменение снежного режима России характеризуется прежде всего более ранним весенним разрушением снежного покрова. Наиболее выраженное сокращение продолжительности наблюдается в западных и юго-западных районах страны, тогда как в Сибири температурный сигнал нередко модифицируется изменениями количества твердых осадков.

Продолжительность снежного сезона, высота снега и снегозапас реагируют на климатические изменения неодинаково, поэтому их необходимо рассматривать совместно. Для дальнейшего мониторинга наиболее информативно сочетание станционных рядов Росгидромета со спутниковыми продуктами единой методики обработки, что уменьшает риск ложных трендов, связанных со сменой сенсоров и алгоритмов.

Литература

1. Росгидромет. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. Москва, 2025. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/press/news/39990/> (дата обращения: 07.10.2026).
2. Zhong X., Zhang T., Kang S., Wang J. Spatiotemporal variability of snow cover timing and duration over the Eurasian continent during 1966–2012 // *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 750. 141670. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141670.
3. Zhang Y., Ma N. Spatiotemporal variability of snow cover and snow water equivalent in the last three decades over Eurasia // *Journal of Hydrology*. 2018. Vol. 559. P. 238–251. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2018.02.031.
4. Hori M. et al. A 38-year (1978–2015) Northern Hemisphere daily snow cover extent product derived using consistent objective criteria from satellite-borne optical sensors // *Remote Sensing of Environment*. 2017. Vol. 191. P. 402–418. DOI: 10.1016/j.rse.2017.01.023.
5. Bulygina O.N., Groisman P.Ya., Razuvaev V.N., Korshunova N.N. Changes in snow cover characteristics over Northern Eurasia since 1966 // *Environmental Research Letters*. 2011. Vol. 6. 045204. DOI: 10.1088/1748-9326/6/4/045204.
6. Peng S. et al. Change in snow phenology and its potential feedback to temperature in the Northern Hemisphere over the last three decades // *Environmental Research Letters*. 2013. Vol. 8. 014008. DOI: 10.1088/1748-9326/8/1/014008.
7. Notarnicola C. Overall negative trends for snow cover extent and duration in global mountain regions over 1982–2020 // *Scientific Reports*. 2022. Vol. 12. 13731. DOI: 10.1038/s41598-022-16743-w.
8. Климатическая продукция Росгидромета. URL: <https://www.meteorf.gov.ru/product/climat/> (дата обращения: 07.10.2026).