

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ЛЕНЫ

А. Н. Петрова

Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Россия

aleksandrap@mpi.ysn.ru

Аннотация

В настоящее время в долине среднего течения реки Лены проживает около 45% населения Республики Саха (Якутия). Последствия изменений климата в той или иной степени могут оказать как негативное, так и позитивное влияние на жизнь этих людей. Цель данной статьи: выявить особенности изменения температуры воздуха и режима осадков в исследуемом районе. В работе использованы методы статистического анализа и научного обобщения. Проанализированы метеорологические ряды трех станций, расположенных в долине среднего течения реки Лены – Намцы, Якутск и Покровск. Температура воздуха взята за период 1961–2024 гг., который охватывает старый базовый период 1961–1990 гг. и текущую климатическую норму 1991–2020 гг. Ряды атмосферных осадков проанализированы за период 1966–2024 гг. Для упрощения задачи за теплый период принят период с мая по сентябрь, за холодный период – период с октября по апрель. Выявлены статистически значимые тренды годовой температуры воздуха, скорость изменений составляет в Покровске $0,4^{\circ}\text{C} / 10$ лет, в Якутске и Намцах $0,6^{\circ}\text{C} / 10$ лет. Существенно выросли суммы суточных температур теплого периода. Анализ атмосферных осадков не обнаружил статистически значимые тренды; графическая визуализация их динамики дает представление о значительной межгодовой изменчивости. На всех станциях с 2014 года наблюдается уменьшение количества осадков теплого периода, а в последние 5 лет – увеличение количества осадков холодного периода. Полученные результаты могут быть использованы при принятии планов региональных адаптационных мероприятий на территории Республики Саха (Якутия), в частности, для ее центральной, наиболее населенной части.

Ключевые слова: региональные изменения климата, резко-континентальный климат, температура воздуха, сумма суточных температур, атмосферные осадки, максимальное суточное количество осадков.

Финансирование. Работа выполнена в рамках базового бюджетного проекта Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН по теме «Криогенные процессы и формирование природных рисков освоения мерзлотных ландшафтов Восточной Сибири» (рег. № 122011400152-7).]

Для цитирования: Петрова А. Н. Региональные изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в среднем течении реки Лены. *Вестник СВФУ*. 2025;(3): 78–87. DOI: 10.25587/2587-8751-2025-1-78-87

Original article

REGIONAL CHANGES IN AIR TEMPERATURE AND PRECIPITATION IN THE VALLEYS OF THE MIDDLE REACHES OF THE LENA RIVER

Aleksandra N. Petrova

Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia

aleksandrap@mpi.ysn.ru

Abstract

Currently, about 45% of the population of the Republic of Sakha (Yakutia) lives in the valley of the middle reaches of the Lena River. The effects of climate change to varying degrees can have both negative and positive impacts on the lives of these people. The purpose of this article: to identify the features of changes in air temperature and precipitation regime in the study area. The paper uses methods of statistical analysis and scientific

generalization. Meteorological series of three stations located in the valley of the middle reaches of the Lena River – Namtsy, Yakutsk and Pokrovsk – were analyzed. The air temperature is taken for the period 1961-2024, which covers the old base period 1961-1990 and the current climatic norm 1991-2020. The series of atmospheric precipitation were analyzed for the period 1966-2024. To simplify the task, the period from May to September was taken for the warm period, and the period from October to April for the cold period. Statistically significant trends in annual air temperature were revealed, the rate of change in Pokrovsk is $0.4^{\circ}\text{C}/10$ years, in Yakutsk and Namtsy $0.6^{\circ}\text{C}/10$ years. The sums of the daily temperatures of the warm period increased significantly. Analysis of precipitation did not find statistically significant trends; graphical visualization of their dynamics provides insight into significant year-to-year variability. At all stations since 2014, there has been a decrease in the amount of precipitation of the warm period, and in the last 5 years – an increase in the amount of precipitation of the cold period. The results obtained can be used when adopting plans for regional adaptation measures in the Republic of Sakha (Yakutia), in particular, for its central, most populated part.

Keywords: regional climate changes, sharply continental climate, air temperature, sum of daily temperatures, atmospheric precipitation, maximum daily precipitation

Funding. This study was supported by basic budgeted project “Cryogenic processes and the formation of natural risks in the development of permafrost landscapes in Eastern Siberia” (reg. No. 122011400152-7).

For citation: Petrova A. N. Regional changes in air temperature and precipitation in the valleys of the middle reaches of the Lena river. *Vestnik of North-Eastern Federal University. “Earth Sciences”*. 2025;(3):78–87 (in Russian) DOI: 10.25587/2587-8751-2025-1-78-87

Введение

Участки долины среднего течения реки Лены – Туймада, Эркэни и Энсиэли являются наиболее населенной частью Якутии. Здесь расположены Якутск – самый крупный город на вечной мерзлоте с пригородами, районные центры г. Покровск и с. Намцы и относительно крупные сельские поселения. По данным Федеральной службы государственной статистики [1] в совокупности на рассматриваемой территории проживает 45% населения Республики Саха (Якутия). Наблюдаемый рост температуры воздуха оказывает влияние на состояние многолетнемерзлых грунтов. Дестабилизация термического состояния грунтов может стать триггером негативных для инфраструктуры процессов: заболачивания, термокарстовых просадок, пучения грунтов, береговой эрозии.

По мнению О.А. Поморцева, рассматриваемый район особенно интересен для исследования откликов климатических параметров на изменение солнечной активности в силу географического положения: горные цепи с юга и востока блокируют вторжение воздушных масс с акватории Тихого океана, значительная удаленность от Атлантического океана нивелирует влияние теплых и влажных воздушных масс Атлантики. Анализ многолетних рядов температуры воздуха и атмосферных осадков ОГМС Якутск в графическом сопоставлении с ходами чисел Вольфа показали единство тенденций в активности Солнца и динамике метеорологических элементов [2].

Региональные изменения климата обусловлены его специфическими характеристиками: климат здесь резко-континентальный, с очень холодной продолжительной зимой, относительно жарким коротким летом, коротким межсезоньем, малым количеством осадков и с большими годовыми амплитудами температур. Циркуляция атмосферы носит резко выраженный сезонный характер. Господствующими являются арктические воздушные массы и континентальные воздушные массы умеренных широт. Климат холодной части года определяется устойчивым Азиатским антициклоном, формирование которого начинается в сентябре и достигает максимума в январе. С марта антициклональный тип погоды сменяется циклоническим; на арктическом фронте возникают или регенерируют западные циклоны. Циклоны, выходящие с юга, приносят с собой теплый воздух и усиливают контрасты температур. Летом на центральную Якутию из субтропической фронтальной зоны выходят южные циклоны; иногда сильные осадки приносят

холодные фронты западных и северо-западных циклонов. Нередко летом устанавливается высотное барическое поле с обширным гребнем, по западной периферии которого происходит вынос сухого теплого воздуха из Средней Азии, а у земли формируется малоградиентное поле повышенного или пониженного давления. В такие периоды здесь устанавливается исключительно сухая и жаркая погода, с редкими осадками в виде кратковременных ливней конвективного характера. В условиях ясного неба и малоподвижного воздуха формируется метеорологическая засуха. С приходом осени западный перенос постепенно восстанавливается и погоду начинают определять западные циклоны; меридиональные вторжения арктического воздуха приводят к интенсивному выхолаживанию. Но нередко возможны значительные повышения температуры в результате выноса теплого воздуха при смещении серии циклонов с юга Западной Сибири [3, 4].

Самым холодным месяцем является январь; при этом не всегда абсолютный минимум года приходится на него. Скачковым Ю.Б. установлено, что ежегодный минимум температуры воздуха в Якутске за весь период наблюдений в 32 % случаев отмечался в декабре, в 52 % случаев – в январе и в 16 % случаев – в феврале. Ежегодный максимум температуры воздуха в 14 % случаев отмечался в июне, в 79 % случаев – в июле и в 7 % случаев – в августе [5].

По данным, приведенным в «Докладе...» за 2024 год, в целом в Восточной Сибири наблюдается интенсивное потепление весной и осенью (линейный тренд в оба сезона составил $+0,75^{\circ}\text{C}/10$ лет). Для сравнения, тренд зимней температуры $+0,39^{\circ}\text{C}/10$ лет, летом статистически незначимый тренд величиной $+0,22^{\circ}\text{C}/10$ лет. Увеличивается продолжительность переходных периодов, растет число случаев с оттепелью. Изменение количества атмосферных осадков имеет неоднородный характер. В целом в Восточной Сибири имеется тенденция увеличения весенних осадков $6,7\%/10$ лет, увеличилось также количество осенних осадков $4,8\%/10$ лет. При этом отмечается, что региональные тренды наблюдаются на фоне существенных колебаний с периодом в несколько десятилетий, так что нельзя с уверенностью утверждать наличие тренда, а, возможно, лишь наличие определенной фазы таких колебаний [6].

За последние 60 лет в бассейне среднего течения реки Лены отмечаются более ранние сроки прекращения весенних заморозков, более поздние сроки наступления осенних заморозков; при этом средние даты перехода температуры через 0°C за два 30-летних периода отмечаются примерно в одни и те же сроки во второй декаде апреля (27.04 ± 9 и 25.04 ± 7 соответственно). Даты устойчивого перехода среднесуточной температуры через 5 и 10°C в 1991–2021 гг. сместились на более ранние сроки, с опережением на 6 и 4 дня соответственно [7].

Цель исследования: выявить региональные особенности изменения температуры воздуха и режима осадков в долине среднего течения бассейна реки Лены.

Материалы и методы. Для анализа климатического режима использованы метеорологические ряды из базы данных ВНИИГМИ-МЦД [8], базы данных «Метеорологические характеристики мерзлотных ландшафтов долины Туймаада» [9] и интернет-ресурса «Погода и климат» [10] (с севера на юг): метеостанции Намцы для характеристики Энсиэли, объединенной гидрометеорологической станции Якутск для характеристики Туймада; агрометеорологической станции Покровск для характеристики Эркэни. Все три метеостанции расположены на левом берегу р. Лены. Метеостанция Намцы находится в центральной части одноименного села, в 750 м. к западу от реки; высота метеоплощадки 88 м. Метеостанция Якутск находится в центральной части Туймады, в 4 км к западу от реки, высота метеоплощадки 98 м н.у.м. Метеостанция Покровск, в отличие от первых двух, расположена не в понижении рельефа, а на возвышенном месте у южной оконечности Эркэни. Высота метеоплощадки 113 м н.у.м. Река Лена, которая является фактором, влияющим на формирование локальных черт климата, протекает в 400 м к востоку. Наибольшее влияние реки на локальный климат наблюдается в Покровске, возле которого Лена протекает основным руслом, обеспечивая более выраженный охлаждающий и увлажняющий эффект. Расстояние между станциями Якутск и Покровск составляет 60 км, между станциями Якутск и Намцы – 80 км [11, 12].

Были проанализированы метеорологические ряды за период 1961-2024 гг. по температуре воздуха и за 1966-2024 гг. по количеству атмосферных осадков. Ряды по станции Намцы взяты с 1965 г., т.к. до июня 1964 г. станция работала по программе М-III. Гидрологический год взят за период с октября по апрель, теплый период с мая по сентябрь, холодный период – с октября по апрель.

Результаты и их обсуждение

Средняя годовая температура воздуха (за основу взят гидрологический год, X-IX) за период 1961-2024 гг. в Якутске составила -8,9°C, в Покровске -9,3°C. Самым холодным месяцем в году является январь со среднемесячной температурой воздуха соответственно -39,0°C и -39,4°C; самым теплым – июль с температурой соответственно 19,4°C и 18,5°C (табл.1).

Таблица 1

Среднемесячная температура воздуха за период 1961-2024 гг.

Table 1

Average monthly air temperature for the period 1961–2024

станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Намцы	-41,4	-36,3	-21,4	-5,8	7,1	16,2	19,2	15,0	5,7	-8,5	-29,4	-40,1	-10,0
Якутск	-39,0	-34,3	-20,1	-4,8	7,4	16,4	19,4	15,3	6,0	-7,5	-27,3	-37,8	-8,9
Покровск	-39,4	-34,4	-20,9	-5,5	6,8	15,4	18,5	14,5	5,5	-7,5	-26,5	-38,0	-9,3

Выявлены статистически значимые тренды годовой температуры воздуха, скорость изменений составляет в Покровске 0,4°C / 10 лет, в Якутске и Намцах 0,6°C / 10 лет (рис. 1). При этом прослеживается увеличение разности температур между этими станциями. Так, если до конца 80-х годов годовая температура на станциях Покровск и Якутск была практически одинаковой, то с начала 90-х в Якутске температура растет быстрее. Предположительно, это объясняется отепляющим влиянием города. В 90-е годы началась интенсивная застройка этой части города, в 700 м к югу от метеостанции был построен комплекс зданий Национального центра медицины, дачные садовые товарищества превратились в район индивидуальной жилой застройки. Таким образом, метеостанция Якутск оказалась внутри «городского острова тепла». Аналогично выглядит ситуация с метеостанцией Намцы, вокруг которой за последние 30 лет выросли новые жилые кварталы из 1- и 2-этажных частных домов.

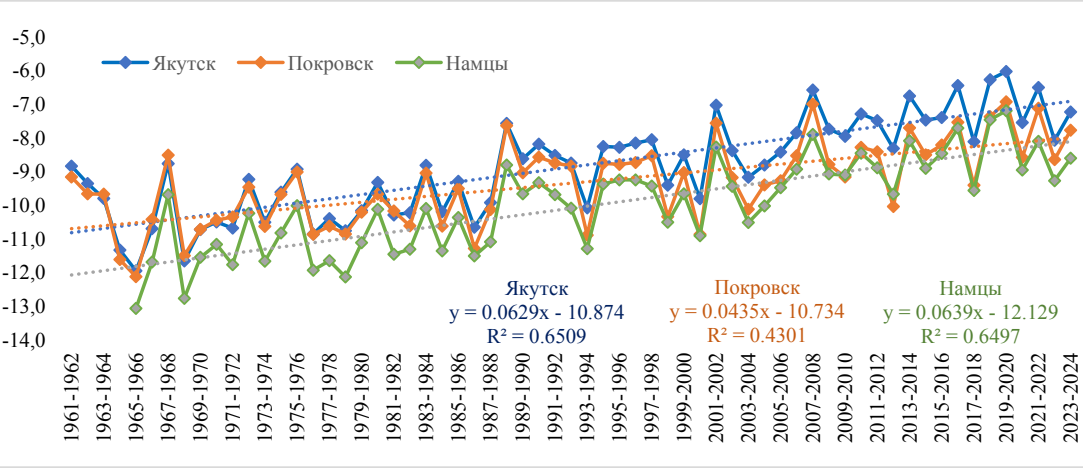


Рис. 1. Динамика среднегодовой температуры воздуха, 1961-2024гг.

Fig. 1. Dynamics of the average annual air temperature, 1961–2024

Для упрощения задачи за теплый период принят период с мая по сентябрь, за холодный период – период с октября по апрель. Выбор периодов был сделан с учетом того, что по многолетним данным, средние даты перехода температуры через 0 °С в исследуемом районе весной приходятся на конец апреля – начало мая, осенью – на конец сентября – начало октября [13]. Выявлен существенный рост суммы суточных температур за период май-сентябрь; если в 1961 году значения параметра колебались от 1400 до 1800 градусов, то в последнее десятилетие они составляют от 1800 до 2200 градусов (рис. 2). Процесс больше выражен на станциях Якутск и Намцы, в Покровске суммы температур теплого периода растут с меньшей скоростью.

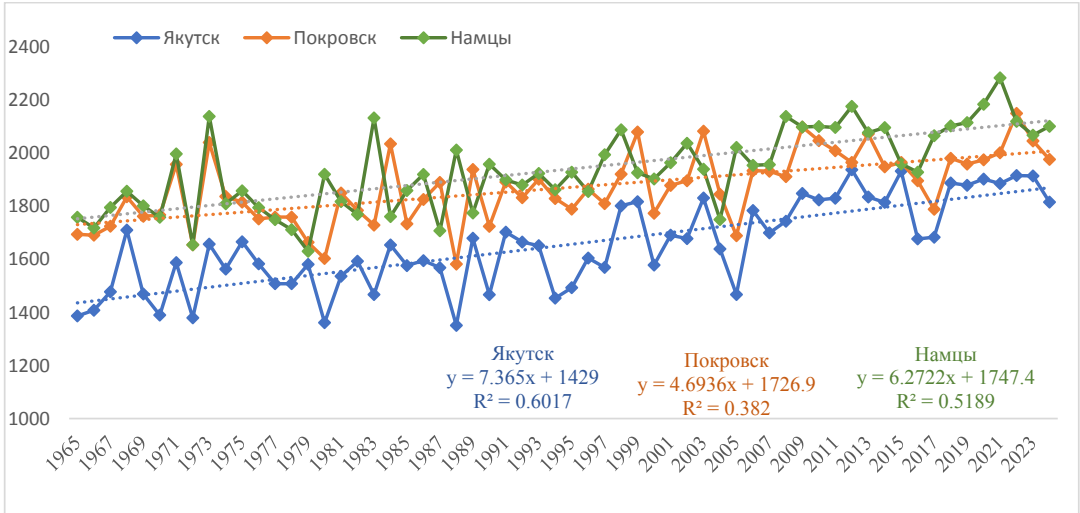


Рис. 2. Сумма суточных температур (°C), май-сентябрь

Fig. 2. Sum of daily temperatures (°C), May–September

Средняя многолетняя сумма осадков за период 1966-2024 гг. по ст. Якутск равна 237 мм, по ст. Покровск 253 мм. В течение года осадки выпадают неравномерно. Большая часть их, 60-70% годовой суммы, выпадает в теплый период года. Минимум осадков за год отмечается в феврале-марте, максимум – в июле-августе. Максимальное количество осадков в среднем выпадают в июле. Средние значения составляют 39 мм в Якутске и 48 мм в Покровске. Наименьшее количество осадков выпадает с декабря по апрель (табл. 2).

Таблица 2

Средняя многолетняя сумма осадков, 1966-2024 гг.

Table 2

Average long-term precipitation, 1966–2024.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Намцы	9	8	7	9	19	31	40	41	30	22	17	10	244
Якутск	9	8	7	9	19	33	39	38	29	20	17	11	237
Покровск	9	7	6	9	22	35	48	42	31	19	15	10	253

Анализ временных рядов атмосферных осадков не обнаружил статистически значимые тренды. Тем не менее, несмотря на отсутствие значимого тренда, графическая визуализация динамики осадков дает представление об их межгодовой изменчивости и цикличности, кото-

рые могут быть значимыми в локальном контексте. Наиболее показательными в этом плане являются графики суммы осадков холодного периода (с октября по апрель) и суммы осадков теплого периода (с мая по сентябрь). В 2003, 2006, 2013 годы сумма осадков теплого периода превысила 95 процентиль, но, начиная с 2014 года, на всех трех станциях наблюдается уменьшение их количества (рис. 3). В сочетании с продолжающим ростом суммы суточных температур теплого периода это подтверждает спрогнозированное Поморцевым О.А. [2] усиление динамики теплой и сухой фазы климата.

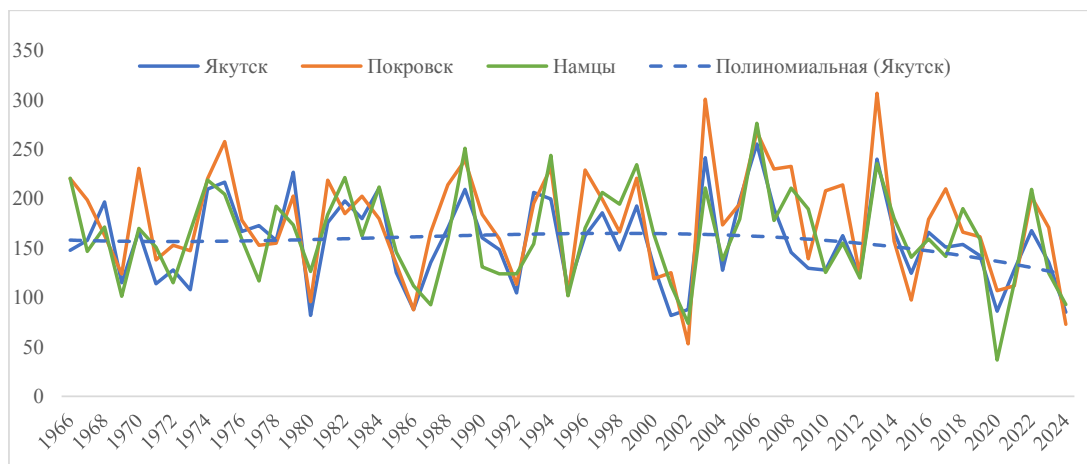


Рис. 3. Суммы осадков теплого периода (мм), май-сентябрь

Fig. 3. Total precipitation of the warm period (mm), May–September

Сумма осадков холодного периода показывает за последнее пятилетие растет. Наиболее значительный вклад внесли снежные зимы 2019-2020 года и особенно 2022-2023 года (рис. 4), которая стала рекордной по сумме выпавших осадков.

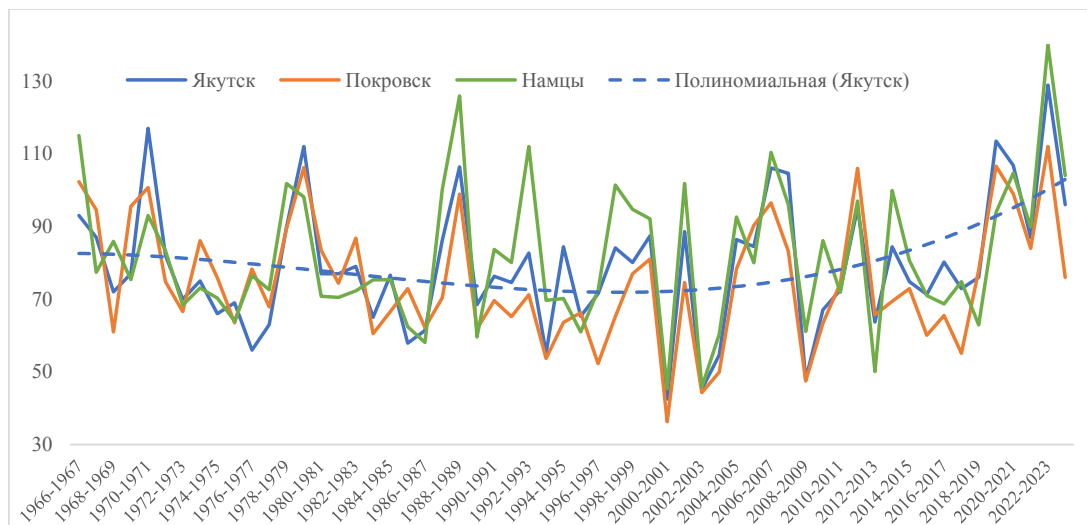


Рис. 4. Сумма осадков холодного периода (мм), май-сентябрь

Fig. 4. Total precipitation for the cold period (mm), May–September

Анализ максимального суточного количества осадков за период 1966–2024 гг. выявил высокую межгодовую изменчивость при отсутствии статистически значимых трендов. Несмотря на отсутствие значимого тренда, увеличение дисперсии в последние десятилетия свидетельствует о значительных изменениях режима осадков (рис. 5).

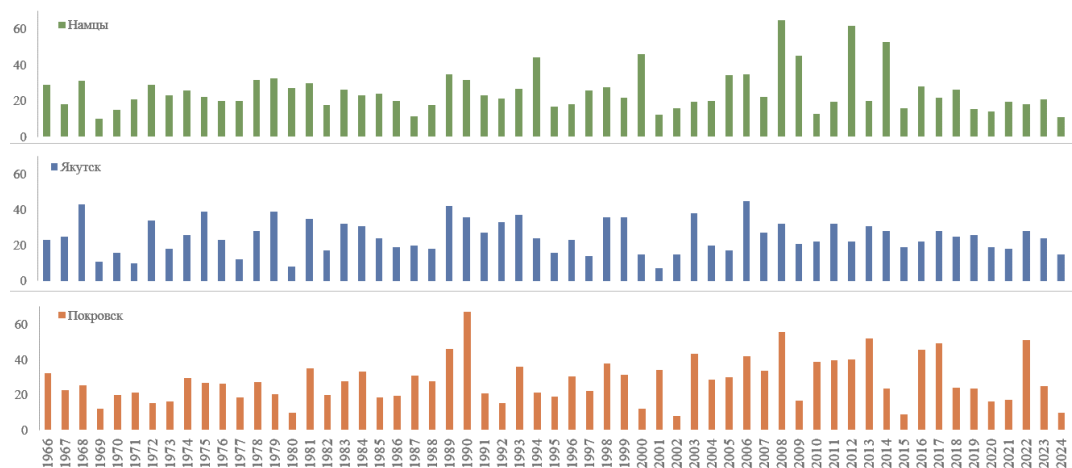


Рис. 5. Максимальное суточное количество осадков (мм)

Fig. 5. Maximum daily precipitation (mm)

Хотя статистически значимого тренда не обнаружено, скользящий анализ стандартного отклонения (10-летнее окно) выявил рост дисперсии максимальных осадков в Покровске и Намцах, особенно заметный с начала 2000-х годов. В Якутске подобная динамика отсутствует, что подчёркивает роль локальных факторов. Отмечается также учащение экстремальных событий (>50 мм/сутки), особенно в 2008, 2012 и 2014 гг. Отдельные экстремальные события (например, максимумы в Покровске в 1990г. (67,1 мм), в 2008 г (55,8 мм) и в 2022 г. (51,0 мм), в Намцах в 2008 г. (64,9 мм) и 2012 г. (61,9 мм). требуют дополнительного анализа. Показатели станции Якутск более стабильные, без резких скачков. Дополнительно были рассмотрены данные АМЦ Якутск. Эта метеостанция находится в районе аэропорта им. П.А. Ойунского, в 12 км к северо-северо-западу от ОГМС Якутск и в 700 м к западу от берега Лены. Метеостанция режимных метеонаблюдений не ведет, но с 2005 года архив оперативных данных (по данным телеграмм METAR) доступен на сайте <https://trp5.gu/> [14]. Для анализа были использованы данные за период 2012–2024 гг., т.к. в рядах до 2012 г. имеются существенные пропуски. Средняя разница между данными ОГМС Якутск и АМЦ Якутск в сумме осадков теплого периода (V–IX) составила 0,4 мм, максимальная 6,8 мм; в сумме осадков холодного периода (X–IV) составила -0,4 мм, максимальная -3,2 мм (табл. 3).

В период 1976–1979 г. в г. Якутске проводились исследования мезо- и микроклиматические съемки в разные сезоны года и в различное время суток. Обобщение результатов показало, что в целом центральная часть города теплее окраин. Наибольшие различия были отмечены в утренние часы; была выявлена зависимость от типов погоды – наибольшие различия зафиксированы при тихой ясной погоде, а зимой также и при тихой пасмурной погоде. Таким образом, уже в 70-е годы, когда городские кварталы занимали значительно меньшую площадь, в Якутске сформировался «городской остров тепла» [15].

За прошедшие десятилетия город значительно вырос, как по площади, так и в высоту. С учетом происходящих глобальных климатических изменений, созрела необходимость нового, более подробного исследования климата г. Якутска.

Методами географического дешифрирования выявлено, что в Якутске разница температуры между «тепловым островом» города и пригородной зоной составляет от 10 до 25 °С зимой и около 10 °С в летнее время [16]. Отмечается, что эффект «городского острова тепла» более ярко выражен при антициклональном типе циркуляции [17].

Таблица 3

Сумма осадков (мм) по данным ОГМС Якутск и АМЦ Якутск

Table 3

Total precipitation (mm) according to the weather stations
OGMS Yakutsk and AMC Yakutsk

Годы	Сумма осадков X-IV		Сумма осадков V-IX		Сумма осадков за год	
	ОГМС	аэропорт	ОГМС	аэропорт	ОГМС	аэропорт
2012-2013	63.7	64.5	240.3	243.4	304	307.9
2013-2014	84.4	84.1	166.4	168.7	250.8	252.8
2014-2015	74.8	74.6	124.7	123.3	199.5	197.9
2015-2016	71.3	71.9	166.1	164.6	237.4	236.5
2016-2017	80.2	83.4	151	152.5	231.2	235.9
2017-2018	72.9	71.1	153.9	153.8	226.8	224.9
2018-2019	76.0	77.2	142.5	138.7	218.5	215.9
2019-2020	113.5	114.5	86.3	88.7	199.8	203.2
2020-2021	106.8	107.3	128.2	121.4	235	228.7
2021-2022	86.9	85.2	167.9	167.9	254.8	253.1
2022-2023	128.9	131.2	135.9	136.3	264.8	267.5
2023-2024	96.0	95.0	85.2	84.3	181.2	179.3

Заключение

По данным метеостанций, расположенных в долине среднего течения реки Лены, выявлены статистически значимые тренды годовой температуры воздуха, скорость изменений составляет в Покровске 0,4°С / 10 лет, в Якутске и Намцах 0,6°С / 10 лет. Разница в скорости изменений температуры, предположительно, вызвана отепляющим влиянием селитебных территорий. Данный вопрос требует отдельного, более подробного изучения. В частности, созрела необходимость детального исследования климата г. Якутска, климата самого крупного города на вечной мерзлоте.

Выросла сумма суточных температур за период май-сентябрь: с 1400-1800 градусов до 1800-2200 градусов. Анализ атмосферных осадков показал высокую межгодовую изменчивость при отсутствии статистически значимых трендов. Все случаи превышения 99-го перцентиля суммы атмосферных осадков за теплый период (май-сентябрь) и за холодный период (октябрь-апрель) зафиксированы в XXI веке. При этом в последние годы наблюдается уменьшение суммы осадков теплого периода и увеличение суммы осадков холодного периода. Учитывая значительную межгодовую изменчивость атмосферных осадков, важно совершенствовать мониторинг осадков и методы их прогнозирования для минимизации рисков, связанных как с увеличением суммы осадков, так и с их дефицитом.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики. [сайт]: URL: <https://14.rosstat.gov.ru>. (дата обращения: 15.05.2025).

2. Поморцев О. А. Численное моделирование климата Центральной Якутии / О. А. Поморцев, А. А. Поморцева // *Успехи современного естествознания*. – 2021. – № 11. – С. 119-125. – DOI 10.17513/use.37722. – EDN WDXHLT.
3. Кобышева Н. В., Акентьева Е. М., Богданова Э. Г. и др. *Климат России*. // под ред. Н.В. Кобышевой [Книга]. – Санкт-Петербург : Гидрометеоздат, 2001.
4. География Сибири в начале XXI века : в 6 томах / А. Д. Абалаков, С. Г. Андреев, Е. М. Антипова [и др.]. – Новосибирск : Академическое издательство “Гео”, 2016. – 396 с. – ISBN 978-5-906284-98-3. – EDN XBLSSL.
5. Скачков Ю. Б. Динамика многолетних изменений экстремумов температуры воздуха в Г. Якутске / Ю. Б. Скачков // *Целостность и ресурс в экстремальных условиях* : сборник материалов и докладов Всероссийской конференции, приуроченной к 75-летию ЯНЦ СО РАН, Якутск, 19–23 сентября 2024 года. – Киров: Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2024. – С. 185-187. – DOI 10.24412/cl-37269-2024-1-185-187. – EDN DRUKYT.
6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. – Москва, 2025. – 104 с.
7. Фенологическая реакция некоторых видов сем. Ranunculaceae на региональные изменения климата в Центральной Якутии / Н. С. Данилова, С. Н. Андреева, Д. Н. Андросова [и др.] // *Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле*. – 2023. – Т. 33, № 1. – С. 32-42. – DOI 10.35634/2412-9518-2023-33-1-32-42. – EDN VNVDKT.
8. Специализированные массивы данных для климатических исследований ВНИИГМИ-МЦД [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (дата обращения: 30.04.2025).
9. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622999 Российская Федерация. *Метеорологические характеристики мерзлотных ландшафтов долины Туймаада* : № 2023622729 : заявл. 21.08.2023 : опубл. 30.08.2023 / А. Н. Петрова, М. С. Васильев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук. – EDN UBSCZL.
10. *Погода и Климат: прогнозы погоды, новости погоды, климатические данные*. [Электронный ресурс]: URL: <http://pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 30.04.2025).
11. *Автоматизированная система учета наблюдательных подразделений Росгидромета*. [Электронный ресурс]: URL: http://cliware.meteo.ru/goskom_cat/list/index.jsp (дата обращения: 15.05.2025).
12. Справочник по климату СССР, выпуск 24, История и физико-географическое описание метеорологических станций и постов. Под.ред. Изюменко С.А.. – Якутск : Якутское управление гидрометеорологической службы, 1972.
13. *Научно-прикладной справочник «Климат России»* [Электронный ресурс] // Единый государственный фонд данных. - ВНИИГМИ-МЦД. – 15.05 2025 г.. – <http://aisori-m.meteo.ru/climspn/docs.shtml>.
14. *Расписание погоды* // Электронный ресурс. URL: <https://rp5.ru/>. (Дата обращения: 05.05.2025).
15. Климат Якутска. Под ред. Ц.А. Швер, С.А. Изюменко. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1982.
16. Стручкова Г.П., Крупнова Т.Г., Ракова О.В., Тихонова С.А., Шеин Н.С., Капитонова Т.А. Определение тепловых аномалий г. Якутск по результатам дешифрирования спутниковых данных. Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2023;28(3):415–424. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-3-415-424>
17. Константинов, П.И. Городские острова тепла Российской Федерации: основные характеристики и проблемы изучения / П. И. Константинов, Е. А. Куканова. – Другой вид содержания: электронное // Доклад на Международной конференции ENVIROMIS'2014. – URL: http://www.scert.ru/enviromis/2014/presentation/Presentation/Conference/Session_5/Oral_reports/Konstantinov.pdf (дата обращения: 08.08.2025).

References

1. Federal State Statistics Service. Available at: <https://14.rosstat.gov.ru>. (accessed: 15 May 2025) (in Russian).
2. Pomortsev OA, Pomortseva AA. Numerical modeling of the climate of Central Yakutia. *Advances in modern natural science*. 2021;11:119–125 (in Russian). DOI 10.17513/use.37722.
3. Kobysheva NV, Akentyeva EM, Bogdanova EG, et al. *Climate of Russia*. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 2001 (in Russian).
4. Abalakov AD, Andreev SG, Antipova EM, et al. *Geography of Siberia at the beginning of the 21st century: in 6 volumes*. Novosibirsk: Academic Publishing House “Geo”, 2016:396 (in Russian).
5. Skachkov YuB. Dynamics of long-term changes in air temperature extremes in Yakutsk. In: *Integrity and resource in extreme conditions: collection of materials and reports of the All-Russian conference dedicated to the 75th anniversary of the Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*,

Yakutsk, September 19–23, 2024. Kirov: Interregional Center for Innovative Technologies in Education; 2024:185–187 (in Russian). DOI 10.24412/cl-37269-2024-1-185-187.

6. Report on the climate features in the territory of the Russian Federation for 2024. Moscow, 2025:104 (in Russian).

7. Danilova NS, Andreeva SN, Androsova DN, et al. Phenological response of some species of the family Ranunculaceae to regional climate changes in Central Yakutia. *Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*. 2023; 1(33):32–42 (in Russian). DOI 10.35634/2412-9518-2023-33-1-32-42.

8. *Specialized data arrays for climate research VNGIGMI-MCD*. Available at: <http://aisori.meteo.ru/ClimateR> (accessed: 30 April 2025) (in Russian).

9. Certificate of state registration of the database No. 2023622999 Russian Federation. *Meteorological characteristics of permafrost landscapes of the Tuymaada Valley*: No. 2023622729: declared. 21.08.2023: published. 30.08.2023. A. N. Petrova, M. S. Vasiliev; applicant Federal State Budgetary Institution of Science P.I. Melnikov Permafrost Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

10. *Weather and Climate: weather forecasts, weather news, climate data*. Available at: <http://pogodaiklimat.ru> (accessed: 30 April 2025) (in Russian).

11. *Automated accounting system of observation units of Roshydromet*. Available at: http://cliware.meteo.ru/goskom_cat/list/index.jsp (accessed: 15 May 2025) (in Russian).

12. Izyumenko SA (Ed). *Handbook of the USSR climate, issue 24, History and physical-geographical description of meteorological stations and posts*. Yakutsk: Yakutsk administration of the hydrometeorological service, 1972 (in Russian).

13. *Scientific and applied reference book "Climate of Russia*. Unified state data fund. VNIIGMI-MCD; 15 May 2025. Available at: <http://aisori-m.meteo.ru/climsprn/docs.shtml> (in Russian).

14. *Weather schedule*. Available at: <https://rp5.ru/> (accessed: 05 May 2025) (in Russian).

15. Shver TsA, Izyumenko SA (Eds). *Climate of Yakutsk*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1982 (in Russian).

16. Struchkova GP, Krupnova TG, Rakova OV, et al. Determination of thermal anomalies in the city of Yakutsk based on the results of interpretation of satellite data. *Natural resources of the Arctic and Subarctic*. 2023;28(3):415–424 (in Russian). <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2023-28-3-415-424>

17. Konstantinov PI, Kukanova EA. Urban islands of heat in the Russian Federation: main characteristics and challenges of studying. In: proceedings of the ENVIROMIS'2014 international conference. Available at: http://www.scert.ru/enviromis/2014/presentation/Presentation/Conference/Session_5/Oral_reports/Konstantinov.pdf (accessed: 08 August 2025) (in Russian).

Об авторе

ПЕТРОВА Александра Николаевна – н.с. лаб. криогенных ландшафтов ФГБУН Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, ORCID: 0000-0002-0809-1045, ResearcherID: GZH-2000-2022
E-mail: aleksandrap@mpi.ysn.ru

About the author

Aleksandra N. PETROVA – Researcher, Laboratory of Cryogenic Landscapes, Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0000-0002-0809-1045, ResearcherID: GZH-2000-2022
E-mail: aleksandrap@mpi.ysn.ru

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests

The author declares that there is no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Submitted 04.06.2025
Принята к публикации / Accepted 25.08.2025