

## Оценка особенностей муссонного климата города Магадан

Дмитрий Анатольевич КОТЛЯРОВ  
кандидат географических наук, доцент  
svms@sapo.pt

ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет», Магадан, Россия

**Аннотация.** Муссонный климат – это особый тип климата Земли, характерный для отдельных ее областей, в которых преобладает муссонная циркуляция атмосферы. К числу таких областей относится и Дальний Восток России. Данная работа посвящена оценке климатических показателей муссонного климата г. Магадан и их сравнению с аналогичными показателями городов Дальнего Востока, расположенных в области муссонной циркуляции как на морском побережье, так и во внутриконтинентальных районах. Сравнение показателей между городами позволяет лучше оценить зависимость климата от муссонной циркуляции, а также проследить важнейшую особенность муссонного климата – его сезонность, которая проявляется в изменении климатических переменных по временам года на различных территориях. Анализ розы ветров показывает, что в г. Магадан хорошо прослеживается сезонная и годовая динамика их повторяемости. Установлено, что в зимний период в городе преобладают северо-восточные ветры, дующие преимущественно с материковой части, а в летний период преобладают ветры западного направления, приходящие из акватории Тихого океана. Для летнего сезона отмечается существенное увеличение количества выпавших осадков и их интенсивность. В теплый период времени в г. Магадан формируется область пониженного давления с высокой относительной влажностью воздуха. Годовой ход температуры воздуха повторяет общую тенденцию, характерную для муссонного климата городов Дальнего Востока. Важное влияние на формирование климата оказывает общая облачность, значения которой увеличиваются с приходом летнего муссона в прибрежные и континентальные районы материка. Самыми облачными месяцами в г. Магадан являются июнь, июль и август. Противоположная тенденция отмечается для зимы, когда с приходом зимнего муссона общая облачность снижается относительно летних месяцев.

**Ключевые слова:** атмосферная циркуляция, климат, муссон, сезонность, г. Магадан

**Для цитирования:** Котляров Д.А. Оценка особенностей муссонного климата города Магадан // Тихоокеанская география. 2024. № 3. С. 70–83. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2024\\_19\\_5](https://doi.org/10.35735/26870509_2024_19_5).

## Assessment of the peculiarities of the monsoon climate of Magadan

DMITRY A. KOTLYAROV

Candidate of Geographical Sciences, Associate professor  
svms@sapo.pt

North-Eastern State University, Magadan, Russia

**Abstract.** Monsoon climate is a specific type of the Earth's climate, characteristic of certain regions where monsoon circulation of the atmosphere prevails. Such regions include the Russian Far East. This paper is devoted to the assessment of climatic indicators of the monsoon climate of Magadan and their comparison with similar indicators of the cities of the Far East, located in the area of monsoon circulation, both on the sea coast and in inland areas. Comparison of indicators between the cities allows us to better assess the dependence of climate on monsoon circulation, as well as to trace the most important feature of monsoon climate - its seasonality, which manifests in the change of climatic variables by seasons in different territories of the Far East. The analysis of the wind rose shows that in Magadan the seasonal and annual dynamics of their recurrence are clearly visible. It was found that in the winter period, northeastern winds prevail in the city, blowing mainly from the mainland, and in the summer, winds of the western direction prevail, coming from the Pacific Ocean. The summer season is characterized by a significant increase in the amount of precipitation and its intensity. In the warm period in Magadan an area of low pressure with high relative humidity is formed. The annual course of air temperature repeats the general trend similar to the monsoon climate of the cities of the Far East. The total cloudiness has an important influence on the formation of the climate, the values of which increase with the arrival of the summer monsoon in the coastal and continental areas of the continent. The cloudiest months in Magadan are June, July and August. The opposite tendency is observed for winter, when with the arrival of the winter monsoon the overall cloudiness decreases compared with the summer months.

**Keywords:** atmospheric circulation, climate, monsoon, seasonality, Magadan city

**For citation:** Kotlyarov D.A. Assessment of the peculiarities of the monsoon climate of Magadan // Pacific Geography. 2024;(3):70-83. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2024\\_19\\_5](https://doi.org/10.35735/26870509_2024_19_5).

### Введение

В научной литературе существует несколько достаточно близких по содержанию трактовок термина «муссон». В целом под муссоном понимают устойчивые сезонные ветры, дующие в летний период с моря на сушу и приносящие осадки, а зимой, при резкой смене направления ветра на противоположное, дующие с суши и приносящие сухую погоду [1, 2]. Наиболее полное определение муссона, в классическом его понимании, дает С.П. Хромов, который обозначает его как режим течений общей циркуляции в нижней тропосфере с одним резко преобладающим направлением в течение сезона (теплого или холодного) и с резким изменением этого преобладающего направления от сезона к сезону [3]. Таким образом, муссон – это не просто сезонные постоянно дующие ветра, а общее состояние атмосферы с характерным режимом устойчивых течений воздушных масс в нижнем слое тропосферы, приносящих осадки в летний период и сухую ясную погоду зимой.

На Дальнем Востоке России, большая часть которого расположена в умеренном климатическом поясе, область влияния муссонного климата затрагивает территории, расположенные как на побережье Японского и Охотского морей, так и во внутриконтинентальных районах [4]. К северу, в высоких широтах, влияние муссонов существенно ослабевает и

нивелируется на территории Северо-Восточной Сибири, особенно в ее континентальных районах [3, 5]. Прибрежная зона, отрезанная от внутриконтинентальных районов низко- и среднегорными хребтами, испытывает значительное муссонное влияние в пределах 50–100-километровой вдольбереговой полосы, в границах которой, на северном побережье Охотского моря, расположен г. Магадан. Глубина влияния (проникновения) летнего муссона в прибрежной зоне Магаданской области не рассматривается в данном исследовании.

Оценка степени изученности дальневосточного муссона показывает, что научные исследования в этой области проводились как в советский период, так и в современный российский. Так, основные вопросы муссонной циркуляции и происхождения муссонов в Восточной Азии раскрываются в работе О.Г. Сорочана [6], вопросы формирования и территории распространения муссонов на Дальнем Востоке изучены в труде П.В. Новороцкого [7], изменчивость интенсивности муссона раскрывается в работе Т.А. Шатилиной [8], вопросы вертикальной мощности летних муссонов и природа их осадков отражены в работе Н.И. Лисогурского [9], количественная оценка муссонной циркуляции атмосферы на Дальнем Востоке изучена в работе Н.Н. Кузнецова [10].

Отдельно стоит выделить ряд научных исследований, затрагивающих вопросы формирования климата на территории Дальнего Востока России, в том числе с учетом влияния на него муссонной циркуляции атмосферы. Так, основные аспекты климатических тенденций атмосферной циркуляции на Дальнем Востоке изучались в работе Л.И. Мезенцевой [11], особенности атмосферной циркуляции и ее влияние на климат региона анализировались в работах Т.А. Шатилиной [12–14], В.В. Плотникова [15] и Г.Ш. Цициашвили [16], вопросы циркуляции атмосферы в Тихоокеанском регионе как фактора современных изменений климата восточных районов России раскрываются в работе Штейнле О.А. [17], роль атмосферной циркуляции в изменчивости термического режима Северо-Востока России отражена в работах Ю.В. Сточкуте [18, 19], тенденции климатических изменений термических условий прибрежных районов Охотского моря изучены в работе И.Д. Ростова [20], значение муссонов в системе глобальной циркуляции атмосферы, а также индексы муссонной циркуляции отражены в работах А.И. Дегтярева [5], деятельность циклонов над Тихим океаном и дальневосточными морями в холодные и теплые сезоны и их влияние на ветровой и термический режим раскрываются в работах С.Ю. Глебовой [21, 22].

Тип климата на территории расположения г. Магадан относят как к умеренному муссонному и умеренному морскому (на основе классификации климатов Б.П. Алисова) [23], а также субарктическому влажному с видом  $Dfc^1$  (на основе классификации климатов П.И. Кеппена) [24]. Причем граница умеренного муссонного и умеренного морского типов климата не точна и выделяется в районе г. Магадан с незначительным смещением ее на восток от города вдоль побережья Охотского моря. Приоритетной точкой зрения в данном исследовании будет оценка типа климата г. Магадан как умеренного муссонного, определяющегося муссонной циркуляцией с характерными признаками и особенностями летнего и зимнего муссона.

На формирование климата г. Магадан существенное влияние оказывают внетропические муссоны, являющиеся важным звеном общей циркуляции атмосферы. Ввиду особенностей географического положения муссонный климат города имеет свои характерные черты, которые отличают его от климата других городов Дальнего Востока России, также подверженных влиянию муссонов. Эти черты зависят от основных климатообразующих факторов, а именно: географической широты населенного пункта, общего притока суммарной солнечной радиации, циркуляции атмосферы по сезонам года, особенностей рельефа местности, а также расположения города на побережье холодного Охотского моря (приморское положение) с особым температурным и ледовым режимом [25]. Каждый из

---

<sup>1</sup>  $Dfc$  – короткое прохладное лето, период со среднемесячной температурой  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  меньше 4 месяцев, постоянное увлажнение в течение года.

указанных выше факторов в различной степени оказывает влияние на формирование муссонного климата г. Магадан и определяет его основные климатические переменные (среднемесячную и среднегодовую температуру воздуха и ее амплитуду, годовое количество осадков и режим их выпадения, господствующие ветры и т.д.).

Муссонность или зависимость климата определенной территории от муссонной циркуляции ввиду значительной протяженности территории Дальнего Востока России с севера на юг и с востока на запад, а также других свойств географического положения региона на его отдельных территориях проявляется по-разному. Это выражается в первую очередь в различии климатических показателей при важнейшей их характеристике – сезонности.

Целью исследования является выявление зависимости климата города от муссонной циркуляции на основе оценки особенностей климатических показателей г. Магадан и их сравнительного анализа с показателями городов Дальнего Востока, подверженных влиянию муссонов.

## **Материалы и методы**

Исходными материалами для исследования послужили статистические климатические данные за период с 2000 по 2022 г., которые размещены на сайте справочно-информационного портала «Погода и климат» (<http://www.pogodaiklimat.ru>). В качестве сравниваемых с г. Магадан городов взяты г. Владивосток, расположенный на побережье Японского моря, а также г. Хабаровск и Благовещенск, расположенные во внутриконтинентальных районах юга Дальнего Востока. Город Благовещенск, который согласно климатическому районированию территории России относится к муссонной дальневосточной области умеренного пояса [23], выбран для сравнительного анализа из-за сочетания на его территории признаков как континентальности (большая годовая и суточная амплитуда температур), так и муссонности климата (направление сезонных ветров, годовой режим осадков и атмосферного давления и др.).

Оценка особенностей муссонного климата г. Магадан осуществлялась на основе анализа следующих климатических показателей: сезонная динамика повторяемости ветров, количество выпавших осадков и их внутrigодовой режим, годовой ход скорости ветра и температуры воздуха, изменение атмосферного давления и относительной влажности воздуха, а также общей облачности в течение года. Использовались сравнительный метод и статистический анализ данных.

## **Результаты и обсуждение**

Сезонная и годовая динамика повторяемости ветров отражает сложившуюся систему воздушных потоков, характеризующихся резкими изменениями направления ветра на 120–180° от зимы к лету и от лета к зиме. Анализ розы ветров на территории исследуемых городов показал, что в зимние месяцы года ветры имеют преимущественное направление со стороны материка, над которым формируется устойчивая область высокого атмосферного давления с низкими температурой и относительной влажностью воздуха. В летний период времени преобладают ветры, имеющие направление со стороны акватории морей Тихого океана.

Например, в г. Владивосток зимой господствуют холодные и сухие ветры, дующие с материка и имеющие северное и северо-западное направление, в то время как летом – южное и юго-восточное направление, то есть ветры, дующие с океана. В г. Благовещенск зимой преобладают ветры северо-западного и западного материкового направления, а в г. Хабаровск в этот период времени – юго-западного и западного. Ситуация кардинально меняется в летний период. Так, в г. Благовещенск преобладают ветры, дующие с акватории

Японского моря – южные, юго-восточные и восточные, а в г. Хабаровск – северо-восточные, южные и восточные из акватории Охотского и Японского морей (рис. 1).

В г. Магадан хорошо прослеживается сезонная и годовая динамика повторяемости ветров, характерная и для остальных исследуемых городов с муссонным типом климата.

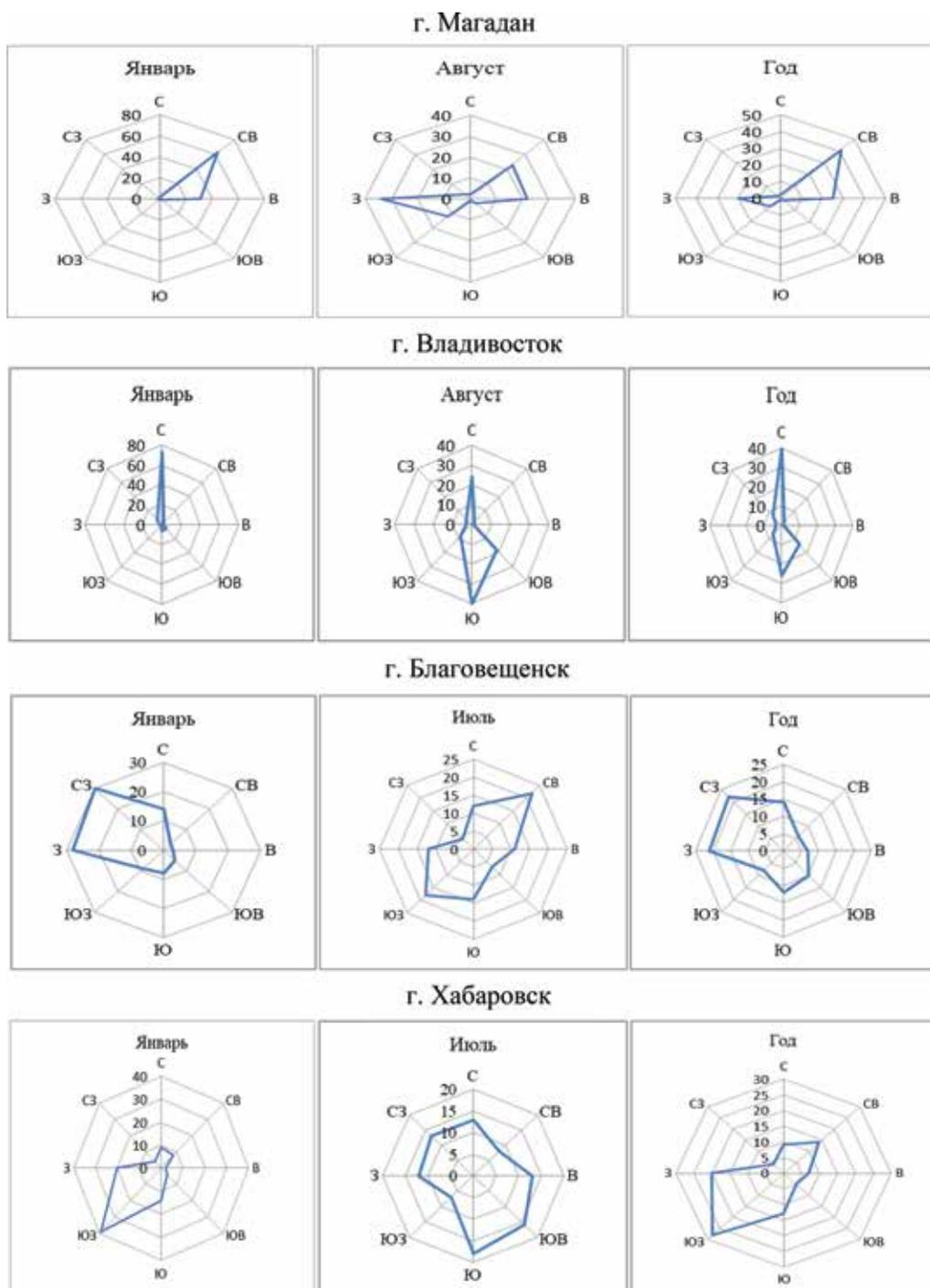


Рис. 1. Повторяемость ветров в городах Дальнего Востока, % (за период с 2000 по 2022 г.) По данным [26]

Fig. 1. Repeatability of winds in the cities of the Far East, % (in 2000–2022) [26]

Угол между преобладающими направлениями средней повторяемости приземного ветра в январе и августе в городе составляет около 135° (январь – северо-восточное, август – западное). На основании повторяемости ветров для г. Магадан был рассчитан индекс муссонной циркуляции (по С.П. Хромову), его значение для 2022 г. составило 48,5 %. Данное значение индекса позволяет отнести г. Магадан к областям с муссонной тенденцией, так как расчетное значение индекса находится в интервале от 40 до 60 % [3, 5]. Следует отметить, что в зимний период в результате формирования области высокого атмосферного давления над континентальными районами Северо-Восточной Сибири в городе преобладают сухие и холодные ветры северо-восточные, дующие преимущественно с материковой части.

Анализ годовой повторяемости различных направлений ветра в г. Магадан показывает, что здесь формируются устойчивые воздушные течения, характерные для теплого и холодного времени года (табл. 1). Так, с января по июнь в городе существенно снижается повторяемость северо-восточных ветров и увеличивается повторяемость западных, приходящих из акватории Охотского моря. С июля по декабрь наблюдается противоположная тенденция, повторяемость западных ветров существенно снижается и достигает своего минимального значения в начале зимы, а повторяемость северо-восточных ветров, приходящих из континентальных районов Северо-Восточной Сибири, увеличивается. В сентябре в городе происходит смена господствующих направлений ветров с западных на северо-восточные. Данная тенденция характерна и для мая, с той лишь разницей, что воздушные течения в городе меняются в противоположном направлении – с северо-восточных на западные. Остальные направления ветров в городе в течение года наблюдаются редко.

Таблица 1

Годовая повторяемость различных направлений ветра в г. Магадан, %.

Table 1. Annual frequency of different wind directions in Magadan, %

Направление	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
С	2	2	3	3	3	1	1	2	4	4	2	2	2
СВ	63	60	52	37	20	12	13	23	33	49	61	60	41
В	31	31	29	27	24	21	19	22	21	28	29	33	25
ЮВ	1	2	2	2	2	3	2	3	4	3	2	2	2
Ю	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
ЮЗ	1	2	5	9	10	10	12	12	12	6	2	1	7
З	2	3	8	20	38	49	48	34	23	8	3	2	20
СЗ	0	0	1	1	2	3	4	3	2	1	0	0	2
Штиль	3	5	6	6	8	7	8	9	8	4	2	2	6

Составлено по данным [26].

В зоне влияния муссонной циркуляции для годового режима осадков характерно изменение их количества и интенсивности в зависимости от времени года. Анализ климатограмм, составленных по данным метеорологических наблюдений за период с 2000 по 2022 г., показывает, что для исследуемых городов характерно преобладание атмосферных осадков в летний и летне-осенний период времени (рис. 2). Так, в самые влажные месяцы (июль и август) во всех городах в среднем выпадает в 8–19 раз больше осадков, чем в самые сухие (январь и февраль). Средние многолетние значения количества выпавших атмосферных осадков для указанных выше месяцев превышают 100–150 мм для летнего периода, а для зимних месяцев составляют менее 15–20 мм.

Данная тенденция прослеживается и для г. Магадан, с той лишь разницей, что для него характерен незначительный сдвиг в максимуме осадков, приходящихся на август и первую половину осени (сентябрь–октябрь). При этом пик атмосферных осадков наблюдается в августе – более 100 мм. Сезонный сдвиг прослеживается и для зимнего периода: минимум осадков приходится на февраль – 12 мм, в то время как в других исследуемых городах он зафиксирован в январе. Кроме того, для г. Магадан характерно относительно

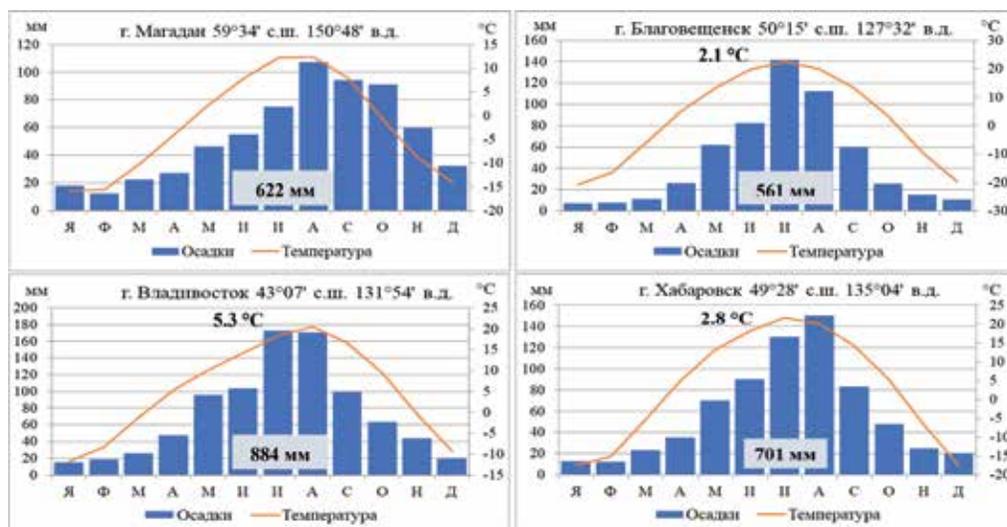


Рис. 2. Климатограммы городов Дальнего Востока

Fig. 2. Climatograms of cities in the Far East

более равномерное падение количества выпавших осадков в летне-осенний период, в отличие от других городов, на территории которых за этот же период наблюдается более резкое их снижение.

В целом для г. Магадан сохраняется общая тенденция в режиме выпадения осадков, которая во многом соответствует режимам гг. Благовещенск, Владивосток и Хабаровск. Тем не менее осенний сдвиг в режиме осадков в г. Магадан приводит к незначительному нарушению основной муссонной пропорции, отражающей удельный вес осадков, выпавших в летний период. Так, для г. Магадан данное соотношение составляет около 40 % против 50 % в г. Владивосток и 53–60 % в гг. Хабаровск и Благовещенск соответственно.

Интенсивность осадков летнего муссона на территории Дальнего Востока существенно меняется при движении от его побережья вглубь континента, а также с юга на север. Основными факторами этой интенсивности являются влажность воздуха, поступающего с океана, а также скорость подъема и амплитуда охлаждения восходящих воздушных потоков. Скорость подъема воздуха зависит от интенсивности прогрева территории, обусловленной количеством поступающей солнечной радиации на земную поверхность, а следовательно, от широты местности и связана с углом падения солнечных лучей. В этом отношении г. Магадан существенно уступает всем исследуемым городам, так как расположен в высоких широтах (59°34' с.ш.).

Анализ интенсивности муссонных осадков по сезонам года показал наличие общих характерных закономерностей между исследуемыми городами. При этом количество их осадков меняется в зависимости от географического местоположения объекта и времени года. Наибольшее значение среднего максимального суточного количества осадков для летнего сезона было отмечено в г. Владивосток, который расположен в южной части Дальнего Востока на побережье Японского моря – 58.3 мм. При движении вглубь континента количество осадков снижается: для г. Хабаровск оно составляет 44.4 мм, для г. Благовещенск – 36.3 мм (табл. 2). Это объясняется тем, что по мере движения воздуха от побережья вглубь континента он теряет значительный объем влаги. Отсюда в гг. Благовещенск и Хабаровск среднее максимальное суточное количество осадков меньше, чем в г. Владивосток, но больше, чем в г. Магадан (32.6 мм). В г. Магадан сохраняется общая закономерность в режиме осадков в летний период, но их количество и интенсивность уменьшились из-за более северного положения города относительно других населенных пунктов. Кроме

того, прослеживается тенденция относительно высокой интенсивности осадков в первой половине осени.

Минимальные значения среднесуточного количества осадков характерны для зимних месяцев. Данная тенденция прослеживается для всех исследуемых городов. Во время зимнего муссона воздух, растекаясь из внутриконтинентальных районов к побережью, приносит холодную и сухую погоду, а также повышенное атмосферное давление. Тем не менее в зимний период редкие циклоны, приходящие с океана, приносят незначительные осадки с относительно низкой интенсивностью, которые формируют невысокий снежный покров. При этом города, расположенные на морском побережье, имеют более высокие показатели среднего максимального суточного количества осадков, чем города, расположенные в глубине континента.

Годовой ход температуры воздуха, отраженный на климатограммах (см. рис. 2), также повторяет общую тенденцию, характерную для муссонного климата Дальнего Востока. Максимальные значения средней температуры для городов, расположенных на побережье (Владивосток и Магадан), отмечаются в августе, в то время как для населенных пунктов, расположенных в континентальных районах, в июле (Благовещенск и Хабаровск). Средняя температура самого теплого месяца в г. Магадан ниже, что объясняется различиями в интенсивности солнечной радиации, поступающей на земную поверхность. При этом средние зимние температуры в г. Магадан, несмотря на разницу в широте, выше, чем в континентальных городах, что определяется отепляющим влиянием Охотского моря.

Анализ годового хода атмосферного давления и влажности воздуха позволяет установить взаимосвязь между этими важнейшими климатическими показателями муссонного типа климата. В летний период над сушей формируются мощные восходящие потоки воздуха, которые приводят к падению атмосферного давления. Над океаном в это же время образуется область повышенного давления, что создает предпосылки для перемещения воздушных масс между сформировавшимися барическими областями. Над материком формируется континентальная депрессия, в которую «засасывается» влажный воздух из акватории Тихого океана. Это приводит к увеличению общего количества осадков и одновременному росту относительной влажности воздуха.

Годовой ход атмосферного давления и влажности воздуха, представленный на графиках (рис. 3), позволяет сделать вывод о том, что для исследуемых городов в теплый период характерно низкое атмосферное давление с одновременным ростом относительной влажности воздуха. Наименьшие значения атмосферного давления зафиксированы в гг. Благовещенск и Владивосток – 738–740 мм рт. ст.

В г. Магадан эта зависимость практически не выражена, в отличие от трех других городов. В течение летних месяцев здесь наблюдается пониженное атмосферное давление,

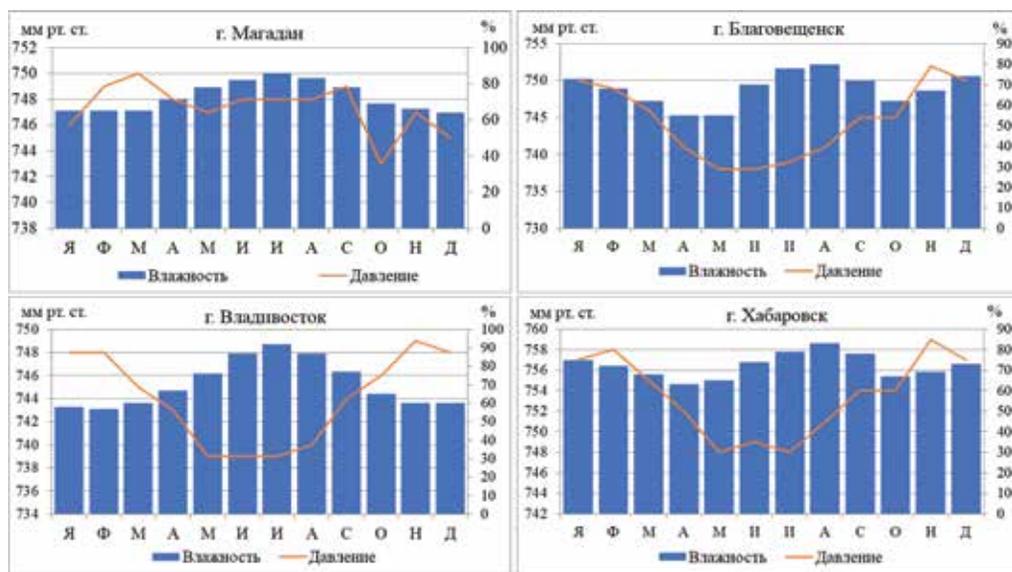
**Таблица 2**

Среднее максимальное суточное количество осадков в городах Дальнего Востока, мм  
(за период с 2000 по 2022 г.)

**Table 2.** Average maximum daily precipitation in the cities of the Far East, mm (in 2000–2022)

г. Магадан												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
6.5	4.3	7.4	9.4	15.3	19.9	26.0	32.6	28.3	25.7	15.7	8.8	49.8
г. Владивосток												
7.8	10.3	17.0	18.0	33.0	34.6	52.6	58.3	38.9	27.3	21.1	11.8	87.7
г. Благовещенск												
2.6	3.7	5.5	10.7	19.3	27.4	36.3	33.0	21.5	11.3	6.6	3.8	51.2
г. Хабаровск												
4.8	4.9	7.5	11.9	22.2	27.0	44.4	42.4	29.4	16.7	7.6	7.6	57.1

Составлено по данным [26].



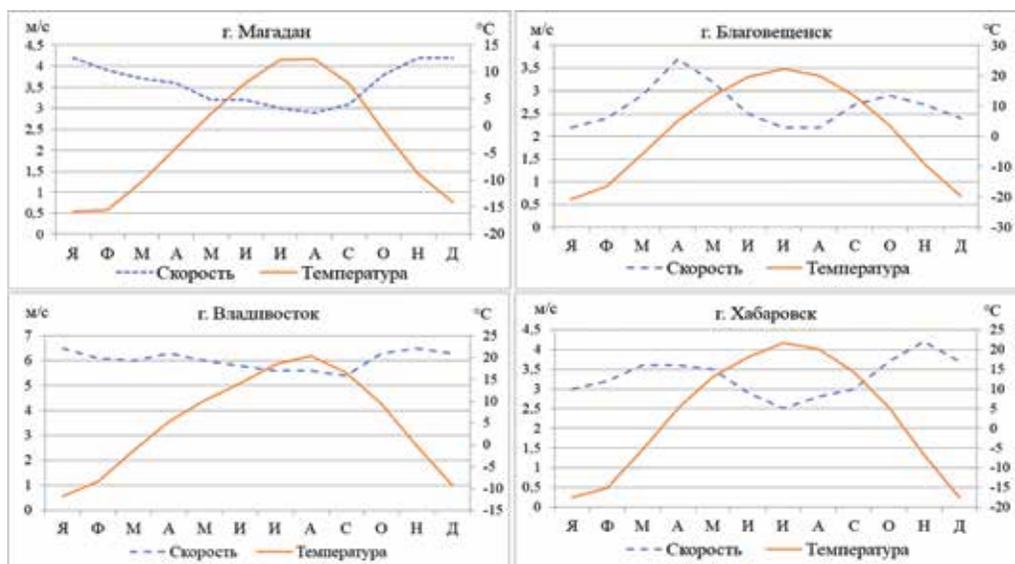
**Рис. 3.** Годовой ход атмосферного давления и относительной влажности воздуха в городах Дальнего Востока (за период с 2000 по 2022 г.). Составлено по данным [26]

**Fig. 3.** Annual variations of atmospheric pressure and relative humidity in the cities of the Far East (in 2000–2022) [26]

которое составляет 748 мм рт. ст. При этом минимальное атмосферное давление в городе отмечено для второй половины осени и первой половины зимы. Тем не менее пик относительной влажности приходится на лето, тот период времени, когда этот показатель достигает своего максимума, т.е. в июле–августе – 83–86 %, что ниже, чем в г. Владивосток (87–92 %), но выше, чем в гг. Благовещенск и Хабаровск (78–83 %). Противоположная ситуация с относительной влажностью воздуха складывается в зимний период, в г. Магадан она составляет около 65 %, что выше, чем в г. Владивосток (57–60 %), но ниже, чем в гг. Благовещенск и Хабаровск (68–75 %). Данная тенденция объясняется более низкими средними зимними температурами в двух последних городах, что приводит к незначительному росту относительной влажности при условно стабильном содержании влаги на единицу объема континентального воздуха (абсолютной влажности). Для городов, расположенных в глубине континента, отмечаются два пика роста относительной влажности (лето–зима) и два минимума (весна–осень). Для населенных пунктов, расположенных на побережье, четко выделяется один пик роста относительной влажности воздуха, приходящийся на теплый сезон года (см. рис. 3).

Следствием роста температуры воздуха и понижения атмосферного давления над материковой частью в летний период является снижение средней скорости ветра. Анализ графиков годового хода скорости ветра и температуры воздуха показал, что эта закономерность прослеживается во всех исследуемых городах. Однако в г. Владивосток, подверженном воздействию частых циклонов (тайфунов) с высокой скоростью ветра, снижающейся при движении в глубь континента, эта закономерность выражена не так ярко, как в остальных городах (рис. 4). Средняя скорость ветра в городе является относительно высокой в течение всего года, хотя и снижается в летний период до 5.6–5.8 м/с.

В трех остальных городах данная закономерность носит ярко выраженный характер. В гг. Благовещенск и Хабаровск средняя скорость ветра в летние месяцы составляет 2.2–2.9 м/с, а в г. Магадан – 2.9–3.2 м/с. При этом в гг. Благовещенск и Хабаровск четко прослеживаются два сезона с максимальным значением средней скорости ветра, характерным для переходных периодов смены направления муссонов (осень и весна), и два сезона с минимальной средней скоростью ветра (лето и зима). В зимний период над континентом



**Рис. 4.** Годовой ход скорости ветра и температуры воздуха в городах Дальнего Востока (за период с 2000 по 2022 г.). Составлено по данным [26]

**Fig. 4.** Regular annual variations of wind speed and air temperature in the cities of the Far East (in 2000–2022) [26]

господствует антициклон со слабыми ветрами и низкими температурами, в зону действия которого попадают эти города. По мнению С.П. Хромова, в большей части областей с муссонной тенденцией средние результирующие ветры, как правило, слабы и даже переменны в один и тот же сезон года [5].

Города Магадан и Владивосток имеют относительно схожий ход скорости ветра и температуры воздуха по сезонам года, так как оба города расположены на побережье. Выделяется один минимум средней скорости ветра, приходящийся на летний период, и один максимум, приходящийся на зимние месяцы. Между двумя периодами наблюдается медленное нарастание и снижение средней скорости ветра, что не характерно для континентальных городов, также подверженных влиянию муссонов.

К важным показателям оценки муссонной циркуляции относится общая облачность, значения которой увеличиваются с приходом летнего муссона в прибрежные и континентальные районы материка. Тенденция роста значений общей облачности в летний период характерна для всех исследуемых городов (табл. 3). Самым облачным месяцем для всех

**Таблица 3**

Облачность (общая) в городах Дальнего Востока, балл (за период с 2000 по 2022 г.)

**Table 3.** Cloudiness (total) in the cities of the Far East, point (in 2000–2022)

г. Магадан												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
6.3	6.7	6.7	7.1	7.8	7.8	8.1	7.8	7.4	7.4	7.0	6.4	7.2
г. Владивосток												
2.7	3.3	4.2	5.5	6.2	7.0	7.7	6.8	5.3	4.4	3.7	3.2	5.0
г. Благовещенск												
3.2	2.7	3.7	5.5	6.0	6.2	6.5	6.1	5.4	4.6	4.0	3.2	4.8
г. Хабаровск												
4.6	4.4	5.3	6.5	7.0	6.9	7.2	6.9	5.9	5.7	4.9	4.5	5.8

Составлено по данным [26].

населенных пунктов является июль. В г. Магадан показатель общей облачности самый высокий и достигает 8.1 балла, в то время как в гг. Владивосток и Хабаровск – 7.7 и 7.2 балла соответственно. Минимальные значения облачности были зафиксированы в Благовещенске – 6.7 балла.

Из-за более низкой температуры точки росы, характерной для высоких широт, а также относительно высокой влажности воздуха, в летний период в г. Магадан устанавливается пасмурная погода с высоким значением показателя общей облачности, превышающим значения остальных городов. Облачность существенно снижает приток прямой солнечной радиации, что в целом сказывается на радиационном балансе в сторону уменьшения его значений. В муссонном типе климата потеря прямой солнечной радиации вследствие облачности может составлять до 75 %.

Для зимнего периода характерна противоположная ситуация. С приходом зимнего муссона, приносящего холодный и сухой воздух из внутриконтинентальных районов, во всех городах устанавливается относительно малооблачная погода с низкими среднемесячными температурами и высоким притоком прямой солнечной радиации. В г. Магадан в этот период фиксируются более высокие значения общей облачности, которые превышают соответствующие показатели трех других городов. Минимальные значения общей облачности характерны для г. Владивосток и г. Благовещенск (2.7–3.3 балла), средние значения для г. Магадан составляют 6.3–6.7 балла.

### **Заключение и выводы**

Сравнительная оценка основных климатических переменных климата г. Магадан и других городов Дальнего Востока, подверженных влиянию муссонной циркуляции, позволяет сделать следующие краткие выводы.

Во-первых, в г. Магадан хорошо прослеживается муссонная циркуляция по сезонам года, близкая по своему механизму формирования к той, что определяют черты климата других городов, расположенных на территории Дальнего Востока России в зоне влияния муссонов. Таким образом, с учетом климатических данных последних лет подтверждается оценка С.П. Хромова, согласно которой г. Магадан относится к области с муссонной тенденцией со значением индекса муссонной циркуляции 48.5 %. Режим воздушных течений летнего и зимнего муссона противоположен или близок к противоположному. При этом повторяемость по сезонам преобладающих направлений ветров в городе имеет незначительные отклонения, но соответствует необходимому углу от 120 до 180° между преобладающими направлениями приземного ветра в январе и августе. Так, в г. Магадан угол между преобладающими направлениями ветра составляет около 135° (январь – северо-восточное, август – западное).

Во-вторых, в г. Магадан сохраняется общая тенденция в режиме выпадения осадков, которая во многом соответствует режимам гг. Благовещенск, Владивосток и Хабаровск. В самые влажные месяцы во всех городах выпадает в несколько раз больше осадков, чем в самые сухие. Средние многолетние значения количества осадков для самых влажных месяцев превышают 100 мм, а для сухих месяцев составляют менее 20 мм. Тем не менее осенний сдвиг в режиме осадков в г. Магадан свидетельствует о незначительном нарушении основной муссонной пропорции, отражающей удельный вес осадков, выпавших в летний период. Так, в г. Магадан данное соотношение составляет около 40 % против 50 % в г. Владивосток и 53–60 % в гг. Хабаровск и Благовещенск соответственно. Кроме того, для г. Магадан характерно более равномерное снижение количества выпавших осадков в летне-осенний период, в отличие от других городов, в которых оно более резкое.

В-третьих, анализ годового хода атмосферного давления и влажности воздуха позволяет сделать вывод о том, что для исследуемых городов в теплый период года характерно снижение атмосферного давления и рост относительной влажности воздуха. Однако

в г. Магадан эта зависимость практически не выражена, в отличие от трех других городов. В городе не наблюдается резкого падения давления, хотя оно и остается низким, но отмечается рост относительной влажности воздуха в течение всех летних месяцев. Для городов, расположенных в глубине континента, отмечаются два пика роста относительной влажности (лето–зима) и два минимума (весна–осень). Для населенных пунктов, расположенных на побережье, четко выделяется один пик роста относительной влажности воздуха, приходящийся на теплый сезон года.

В-четвертых, тенденция снижения скорости ветра с ростом температуры воздуха внутри года прослеживается во всех исследуемых городах. При этом в гг. Благовещенск и Хабаровск четко сформировались два сезона с максимальным значением средней скорости ветра (осень и весна) и два сезона с минимальной средней скоростью ветра (лето и зима). Города Магадан и Владивосток имеют относительно схожий ход скорости ветра и температуры воздуха внутри года, так как оба города расположены на побережье. Выделяется один минимум скорости ветра, приходящийся на летний период и один максимум, приходящийся на зимние месяцы. В г. Владивосток средняя скорость ветра остается относительно высокой в течение всего года, хотя и снижается в летний период, а в г. Магадан средняя скорость ветра существенно ниже, несмотря на то, что оба города расположены на побережье.

В-пятых, анализ показателя общей облачности позволяет выделить схожие черты для исследуемых городов. Значения показателя растут с приходом летнего муссона в прибрежные и континентальные районы материка и существенно снижаются в зимний период. При этом в г. Магадан значения показателя общей облачности остаются самыми высокими как в летний, так и особенно в зимний период, превышая соответствующие значения для исследуемых городов в 1.5–2 раза.

## Литература

1. Кислов А.В. Климатология с основами метеорологии: учеб. для студентов учреждений высш. образования. М.: Издательский центр «Академия», 2016. 224 с.
2. Научно-технический словарь. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gufo.me/dict/scientific> (дата обращения: 05.01.2024).
3. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. 4-е изд. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. 455 с.
4. Базарова В.Б., Климин М.А., Копотева Т.А. Голоценовая динамика восточноазиатского муссона в Нижнем Приамурье // География и природные ресурсы. 2018. № 3. С. 124–133.
5. Дегтярев А.И., Смирнова Т.Г., Дегтярева Н.В. Об индексах муссонной циркуляции // Метеорология и гидрология. 2007. № 1. С. 43–52.
6. Сорочан О.Г. Некоторые особенности муссонной циркуляции Восточной Азии // Труды ГГО. 1957. Вып. 70. С. 92–108.
7. Новороцкий П.В. Распространение муссона над южной частью российского Дальнего Востока // Метеорология и гидрология. 1999. № 11. С. 40–46.
8. Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Изменчивость интенсивности дальневосточного муссона в 1948–2010 гг. // Известия ТИНРО. 2011. Т. 167. С. 146–159.
9. Лисогурский Н.И., Петричев А.З., Котлярова В.С. К вопросу о вертикальной мощности летнего муссона над советским Дальним Востоком // Тр. ДВНИГМИ. 1986. Вып. 119. С. 78–86.
10. Кузнецова Н.Н., Педь Д.А., Садоков В.П. О количественной оценке муссонной циркуляции атмосферы на Дальнем Востоке // Метеорология и гидрология. 1989. № 11. С. 12–17.
11. Мезенцева Л.И., Федулов А.С. Климатические тенденции атмосферной циркуляции на Дальнем Востоке // Научный журн. «Известия КГТУ». 2017. № 46. С. 175–183.
12. Шатилина Т.А., Цициашвили Г.Ш., Радченкова Т.В. Оценка тенденций изменчивости летних центров действия атмосферы над Дальним Востоком и климатические экстремумы в период с 1980–2017 гг. // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2019. № 56. С. 61–80.
13. Шатилина Т.А., Цициашвили Г.Ш., Радченкова Т.В. Особенности изменчивости центров действия атмосферы над Азиатско-Тихоокеанским регионом в летние периоды 1950–1979 и 1980–2012 гг. // Метеорология и гидрология. 2016. № 1. С. 17–28.
14. Шатилина Т.А., Цициашвили Г.Ш., Радченкова Т.В. Охотский тропосферный циклон и его роль в формировании экстремальной температуры воздуха в январе в 1950–2019 гг. // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2021. № 3 (381). С. 64–79.

15. Плотников В.В., Мезенцева Л.И., Дубина В.А. Циркуляция атмосферы над Дальним Востоком и ее отражение в ледовых условиях. Владивосток: Дальнаука, 2015. 160 с.
16. Цициашвили Г.Ш., Шатилина Т.А., Осипова М.А., Романенко А.В., Родохлеб В.А. Алгоритм определения местоположения Охотского тропосферного циклона и его режимных характеристик // Ученые записки Брянского государственного университета: естественные науки. 2023. № 4 (32). С. 49–56.
17. Штейнле О.А., Барашкова Н.К., Волкова М.А. Циркуляция атмосферы в Тихоокеанском регионе как фактор современных изменений климата восточных районов России // Вестн. ДВО РАН. 2012. № 3. С. 32–41.
18. Стоцкунте Ю.В. Атмосферная циркуляция и температурно-влажностный режим Северо-Востока России / Ю.В. Стоцкунте, Л.Н. Василевская // Естественные и технические науки. 2018. № 1. С. 98–100.
19. Стоцкунте Ю.В., Василевская Л.Н. Оценка вклада атмосферной циркуляции в изменчивость термического режима Северо-Востока России // Современные проблемы регионального развития: материалы VII Всерос. науч. конф., Биробиджан, 9–11 октября 2018 г. / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН – ФГБОУ ВО «ПГУ им. Шолом-Алейхема», 2018. С. 128–131.
20. Ростов И.Д., Дмитриева Е.В., Воронцов А.А. Тенденции климатических изменений термических условий прибрежных районов Охотского моря за последние десятилетия // Известия ТИНРО. 2017. Т. 191. С. 176–194.
21. Глебова С.Ю. Осенне-зимний циклогенез над Тихим океаном и дальневосточными морями и его влияние на развитие ледовитости // Известия ТИНРО. 2017. Т. 191. С. 147–159.
22. Глебова С.Ю. Циклоны над Тихим океаном и дальневосточными морями в холодные и теплые сезоны и их влияние на ветровую и термический режим в последний двадцатилетний период // Известия ТИНРО. 2018. Т. 193. С. 153–165.
23. Национальный атлас России. Т. 2. Природа и экология. М.: ПКО «Картография», 2007. С. 146–150.
24. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm> (дата обращения: 11.01.2024).
25. Думанская О.И. Изменение ледовых климатических характеристик Охотского моря в конце XX – начале XXI в. // Труды Гидрометцентра России. 2015. Вып. 354. С. 112–137.
26. Погода и климат [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 25.12.2023).

## References

1. Kislov, A.V. Climatology with the basics of meteorology: textbook for students of institutions of higher education. Publishing Center "Academy": Moscow, Russia, 2016; 224 p. (In Russian)
2. Scientific and Technical Dictionary. Available online: <https://gufo.me/dict/scientific> (accessed on 5 January 2024). (In Russian)
3. Khromov, S.P.; Petrosyants, M.A. Meteorology and Climatology. Moscow State University Publishing House: Moscow, Russia, 1994; 455 p. (In Russian)
4. Bazarova, V.B.; Klimin, M.A.; Kopoteva, T.A. Holocene dynamics of the East Asian monsoon in the Lower Priamurye. *Geography and Natural Resources*. 2018, 3, 124-133. (In Russian)
5. Degtyarev, A.I.; Smirnova, T.G.; Degtyareva, N.V. About the monsoon circulation indices. *Meteorology and Hydrology*. 2007, 1, 43-52. (In Russian)
6. Sorochan, O.G. Some peculiarities of the monsoon circulation of East Asia. In *Proceedings of the A.I. Voyeykov Main Geophysical Observatory*. 1957, 70, 92-108. (In Russian)
7. Novorotsky, P.V. Monsoon distribution over the southern part of the Russian Far East. *Meteorology and Hydrology*. 1999, 11, 40-46 (In Russian)
8. Shatilina, T.A.; Anzhina, G.I. Variability of the intensity of the Far East monsoon in 1948-2010. *Izvestia Pacific Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography*. 2011, 167, 146-159. (In Russian)
9. Lisogursky, N.I.; Petrichev, A.Z.; Kotlyarova, V.S. To the question about the vertical power of the summer monsoon over the Soviet Far East. In *Proceedings of Far Eastern Regional Research Hydrometeorological Institute*. 1986, 119, 78-86 (In Russian)
10. Kuznetsova, N.N.; Ped, D.A.; Sadokov, V.P. On quantitative assessment of monsoon atmospheric circulation in the Far East. *Meteorology and Hydrology*. 1989, 11, 12-17. (In Russian)
11. Mezentseva, L.I.; Fedulov, A.S. Climatic trends of atmospheric circulation in the Far East. *Scientific Journal "Izvestia KSTU"*. 2017, 46, 175-183. (In Russian)
12. Shatilina, T.A.; Tsitsiashvili, G.Sh.; Radchenkova, T.V. Assessment of trends in the variability of summer atmospheric action centers over the Far East and climatic extremes in the period from 1980-2017. *Scientific Notes of the Russian State Hydrometeorological University*. 2019, 56, 61-80. (In Russian)
13. Shatilina, T.A.; Tsitsiashvili, G.Sh.; Radchenkova, T.V. Peculiarities of variability of the atmospheric action centers over the Asia-Pacific region in the summer periods 1950-1979 and 1980-2012. *Meteorology and Hydrology*. 2016, 1, 17-28. (In Russian)
14. Shatilina, T.A.; Tsitsiashvili, G.Sh.; Radchenkova, T.V. Okhotsk tropospheric cyclone and its role in the formation of extreme air temperature in January in 1950-2019. *Hydrometeorological studies and forecasts*. 2021, 3(381). 64-79. (In Russian)

15. Plotnikov, V.V.; Mezentseva, L.I.; Dubina, V.A. Atmospheric circulation over the Far East and its reflection in ice conditions: monograph. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2015; 160 p. (In Russian)
16. Tsitsiashvili, G.Sh.; Shatilina, T.A.; Osipova, M.A.; Romanenko, A.V.; Rodokhlebskiy V.A. Algorithm for determining the location of the Okhotsk tropospheric cyclone and its regime characteristics. *Scientific Notes of Bryansk State University: Natural Sciences*. 2023, 4(32), 49-56. (In Russian)
17. Shteinle, O.A.; Barashkova, N.K.; Volkova, M.A. Atmospheric circulation in the Pacific Ocean region as a factor of modern climate change in the eastern regions of Russia. *Vestnik of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2012, 3, 32-41. (In Russian)
18. Stochkute, Yu.V. Atmospheric circulation and temperature and humidity regime of the northeast of Russia / Yu.V. Stochkute, L.N. Vasilevskaya. *Natural and Technical Sciences*. 2018, 1, 98-100. (In Russian)
19. Stochkute, Yu.V.; Vasilevskaya, L.N. Estimation of the atmospheric circulation contribution to the variability of the thermal regime of the North-East of Russia. In *Modern problems of regional development: Proceedings of the VII All-Russian Scientific Conference*, Birobidzhan, October 9-11, 2018 / Edited by E.Y. Frisman. ICARP FEB RAS - "Sholom Aleichem Priamur State University": Birobidzhan, Russia, 2018; 459 p. (In Russian)
20. Rostov, I.D.; Dmitrieva, E.V.; Vorontsov, A.A. Trends of climatic changes in thermal conditions of the coastal areas of the Sea of Okhotsk for the last decades. *Izvestiya TINRO*. 2017, 191, 176-194. (In Russian)
21. Glebova, S.Yu. Autumn-winter cyclogenesis over the Pacific Ocean and the Far East seas and its influence on the development of ice cover extent. *Izvestiya TINRO*. 2017, 191, 147-159. (In Russian)
22. Glebova, S.Yu. Cyclones over the Pacific Ocean and the Far East seas in cold and warm seasons and their influence on the wind and thermal regime in the last twenty-year period. *Izvestiya TINRO*. 2018, 193, 153-165. (In Russian)
23. National Atlas of Russia. T. 2. Nature and Ecology. Production cartographic association "Kartografia": Moscow, Russia, 2007, 146-150. (In Russian)
24. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Available online: <https://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/present.htm> (accessed on 11 January 2024).
25. Dumanskaya, O.I. Change of ice climatic characteristics of the Sea of Okhotsk at the end of XX - beginning of XXI centuries. *Proceedings of the Russian Hydrometeorological Center*. 2015, 354, 112-137. (In Russian)
26. Weather and climate. Available online: <http://www.pogodaiklimat.ru> (accessed on 25 December 2023). (In Russian)

Статья поступила в редакцию 20.03.2024; одобрена после рецензирования 07.06.2024; принята к публикации 14.06.2024.

The article was submitted 20.03.2024; approved after reviewing 07.06.2024; accepted for publication 14.06.2024.

