

УДК 551.583.1

DOI: 10.17072/2079-7877-2020-2-111-119

## СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Рита Галимьяновна Галимова**ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8964-7622>, Author ID: 730901e-mail: [galim-rita@yandex.ru](mailto:galim-rita@yandex.ru)*Башкирский государственный университет, Уфа*

В статье представлен анализ климатических характеристик режима атмосферных осадков на территории Республики Башкортостан в период 1966–2015 гг. Для анализа территориального распределения атмосферных осадков рассчитаны базовые характеристики рассматриваемых климатических величин. Для выявления тенденций анализируемых показателей применялся тренд-анализ. Детально рассмотрены случаи аномалий сумм осадков по критериям интенсивности и продолжительности их существования для разных временных периодов и регионов республики. Оценка влияния циркуляционных факторов на атмосферные осадки региона производилась с помощью корреляционного анализа между ними и индексами циркуляции атмосферы – Североатлантического, Арктического, Скандинавского, Атлантического мультидекадного колебаний.

**Ключевые слова:** климат, атмосферные осадки, аномалия, индексы циркуляции, Республика Башкортостан.

## MODERN CLIMATIC REGIME OF PRECIPITATION IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

**Rita G. Galimova**ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8964-7622>, Author ID: 730901e-mail: [galim-rita@yandex.ru](mailto:galim-rita@yandex.ru)*Bashkir State University, Ufa*

The article analyzes climatic characteristics of the precipitation regime in the Republic of Bashkortostan in the period 1966-2015. To analyze the territorial distribution of precipitation, basic characteristics of the considered climatic values were calculated. To identify the variability of the considered indicators, a trend analysis was used. Anomaly cases of precipitation totals were examined in detail according to the criteria of intensity and duration of their existence for different time periods and regions of the republic. The circulation factors influence on the atmospheric precipitation in the region was estimated using a correlation analysis between them and the atmospheric circulation indices – North Atlantic, Arctic, Scandinavian, and Atlantic multi-decadal oscillations.

**Key words:** climate, precipitation, anomaly, circulation indices, Republic of Bashkortostan.

### Введение

Проблема глобальных и региональных изменений природных и климатических условий в настоящее время является одной из приоритетных для современных исследований. Изменениям климата и их последствиям посвящены пять «Оценочных докладов» МГЭИК, два «Оценочных доклада Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации». В них полно представлены материалы о климатических изменениях



планеты и отдельных ее регионов, последствиях влияния глобального потепления на природные компоненты, экосистемы и антропогенные сферы деятельности. Климатическая доктрина РФ (2009) также базируется на анализе степени защищенности и уязвимости экологических систем, экономики и населения к изменениям климата и существующих возможностей адаптации к ним, а также оценке возможностей смягчения антропогенного воздействия на климат. В «Докладе о климатических рисках на территории Российской Федерации» (2017) полномасштабно представлена оценка их воздействия в социально-экономических сферах [2].

Климатические процессы в регионе могут проявляться и сильно влиять на природную среду и социально-экономическую сферу. Для сложной в физико-географическом отношении территории Республики Башкортостан (РБ) проблема изучения изменений современных климатических показателей актуальна и востребована различными социально-экономическими сферами.

### Материалы и методы исследований

В исследовании анализировались данные многолетних наблюдений на 30 метеорологических станциях сети Башкирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в период 1966–2015 гг.

Для анализа территориальной и временной изменчивости величин были рассчитаны их базовые характеристики: средняя (климатические нормы 1966–2015 гг. и 1981–2010 гг.), среднеквадратическое отклонение (СКО), коэффициент вариации, аномалия величины ( $\Delta$ ); выявлены максимальные и минимальные значения величины для разных периодов.

Оценка региональных изменений климата получена с применением тренд-анализа и корреляционного анализа. С помощью углового коэффициента наклона линии тренда (КНЛТ) характеризовались скорость изменения величины, ее рост (повышение) или снижение (уменьшение). Величиной коэффициента детерминации  $R^2$  оценивался вклад линейного тренда в общую изменчивость показателя. Тенденция в 50-летнем периоде считалась статистически значимой при  $p < 0,05$ , если величина  $R^2 > 0,08$  [8]. Достоверность результатов оценивалась с помощью критериев Фишера и Стьюдента.

Для оценки состояния любого отдельного года или периода рассчитывались аномалии сумм атмосферных осадков ( $\Delta R$ ), которые представляют собой разность между фактической величиной метеовеличины и климатической нормой периода 1981–2010 гг.

При оценке влияния циркуляционных факторов на режим атмосферных осадков использовались данные NCEP/NCAR реанализа Центра прогноза климата NOAA (США) об индексах САК, АО, SCAND, АМО (<http://www.esrl.noaa.gov/>).

### Результаты и их обсуждение

Республика Башкортостан (РБ), расположенная на границе Русской равнины и Уральских гор, имеет сложную геоморфологическую структуру и разнообразные климатические условия. Орографические особенности территории республики формируют климатическую дифференциацию отдельных ее частей. В соответствии с физико-географическим районированием республики (1964) выделяют равнинное Башкирское Предуралье, Южный Урал (горная часть), Башкирское Зауралье.

Годовые суммы осадков ( $R$ ) по территории увеличиваются с юга на север, наблюдается их увеличение также в пределах Южного Урала. Наибольшее в РБ годовое количество осадков, осредненное за 1966–2015 гг., составляет 813 мм (ст. Павловка, Уфимское плато), наименьшее – 332 мм (ст. Акъяр, юг Зауралья). Среднегодовое их количество равно 525 мм (табл. 1).

## Метеорология

Галимова Р.Г.

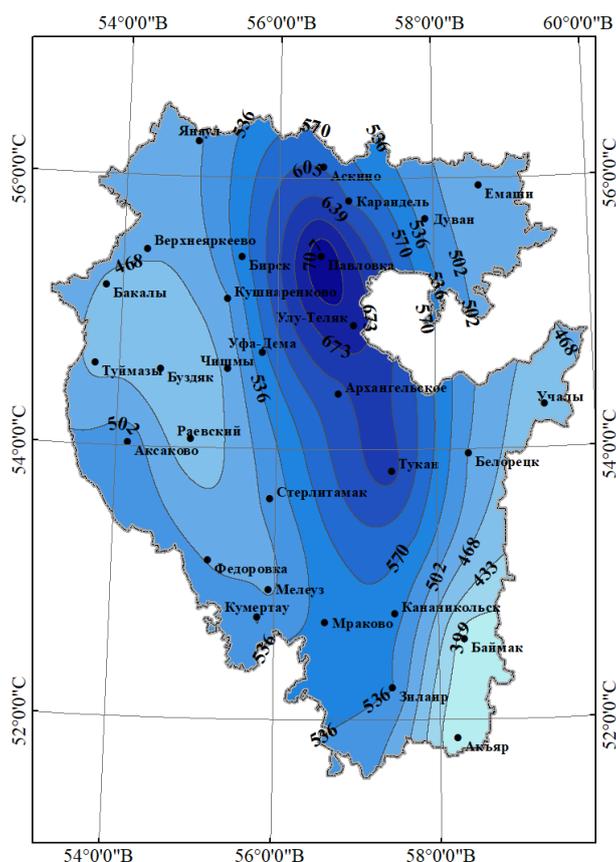


Рис. 1. Пространственное распределение годовых сумм атмосферных осадков в РБ за 1966–2015 гг., мм  
 Fig. 1. Spatial distribution of annual precipitation (mm) in Bashkortostan for 1966–2015

Таблица 1

Сумма атмосферных осадков холодного, теплого периодов и за год на территории РБ  
 в периоды 1966–2015 и 1981–2010 гг., мм  
 The total precipitation in the cold, warm periods and for the year in the territory of Bashkortostan  
 for the periods 1966–2015 and 1981–2010, mm

Сезон	Период	Предуралье	Южный Урал	Зауралье	РБ
Холодный период	1966–2015	174	184	98	170
	1981–2010	187	194	99	180
Теплый период	1966–2015	357	392	272	355
	1981–2010	361	394	268	358
Год	1966–2015	531	576	370	525
	1981–2010	548	588	367	538

Примечание: суммы атмосферных осадков рассчитывались по гидрологическим годам

Поле осадков сильно меняется в зависимости от рельефа. В равнинной части Предуралья сумма осадков варьируется от 600 мм/год в северной части до 420–450 мм/год в южной, с увеличением на Бугульминско-Белебеевской возвышенности до 550 мм/год. Подветренные склоны этой возвышенности, особенно с северной стороны, обуславливают снижение сумм

осадков. На Уфимском плато их количество также возрастает (до 570–600 мм/год). Средняя многолетняя сумма осадков в Предуралье составляет 531 мм/год (табл. 1).

На Южном Урале сумма осадков колеблется в пределах 550–680 мм/год с уменьшением в южном направлении. Среднее значение рассматриваемой величины в этой области составляет 576 мм/год (табл. 1), наибольшее значение – 684 мм/год (ст. Тукан), наименьшее – 570 мм/год (ст. Зилаир).

В подветренном Зауралье в годовых суммах осадков наблюдается значительное уменьшение, которое начинает проявляться на восточных склонах Урала (со ст. Белорецк). В Зауралье количество осадков уменьшается с севера на юг от 436 мм/год (ст. Учалы) до 332 мм/год (ст. Акъяр) при среднем их значении по региону 370 мм/год.

За холодный период среднее количество осадков в республике составляет 170 мм. Наибольшая сумма осадков отмечается на ст. Павловка (331 мм), наименьшая сумма – на зауральских станциях Учалы и Баймак (95 мм).

Средняя сумма осадков теплого периода в РБ составляет 355 мм. Наименьшая сумма осадков характерна для зауральской станции Акъяр (227 мм). Самое большое количество осадков выпадает на ст. Павловка (483 мм).

Внутригодовой максимум осадков приходится на июль (64 мм) и июнь (61 мм). Максимальные месячные значения отмечаются на станциях Павловка (85 мм), Тукан, Учалы (83 мм), Емаши (82 мм), Улу-Теляк (80 мм). Минимальные суммы осадков характерны для февраля–марта, составляя 27 мм. Наименьшее количество осадков в указанных месяцах наблюдается на станциях Учалы, Баймак, Емаши (15–17 мм), наибольшее – на станциях Павловка, Кумертау, Зилаир (40–50 мм).

При анализе обнаружено, что на северо-востоке и в Зауралье отмечены значения летнего максимума и зимнего минимума для республики (ст. Емаши и Учалы). Это указывает на сильное неравномерное внутригодовое распределение осадков на территории, которое можно оценить с помощью показателя  $w$ , предложенного С.П. Хромовым и М.А. Петросянцем:

$$w = \frac{\sum \left| m_i - \frac{R}{12} \right|}{R} \cdot 100\%,$$

где  $R$  – годовая сумма осадков, мм,  $\sum |m_i - R/12|$  – сумма абсолютных величин разностей между количеством осадков каждого месяца и 1/12 часть суммы осадков. Чем больше отличаются суммы осадков внутри года, тем больше становится показатель  $w$  [6].

Наибольшая неравномерность распределения атмосферных осадков характерна для Зауралья (56–66%) с максимальным значением  $w$  на ст. Учалы (65,6%). Наименьшие значения  $w$  обнаружены на станциях Предуралья: Уфа-Дема (44,6%), Павловка (45,3%) и Улу-Теляк (45,7%).

Анализ межгодовой изменчивости атмосферных осадков показал, что коэффициент вариации их годовых сумм на территории республики увеличивается с севера на юг от 16–18 до 23–25%. В холодный период среднее значение этого показателя в РБ составляет 26%, наибольшая изменчивость характерна для крайних западных и южных районов Предуралья (более 30%). В теплый период осредненный коэффициент вариации равен 24%, наибольшая изменчивость осадков смещается на юг Зауралья (31–34%). Временная изменчивость осадков холодного периода значительно больше теплого.

На территории РБ осредненный КНЛТ годовой суммы осадков является положительным, составляя 4,95 мм/10 лет, т.е. их сумма в период 1966–2015 гг. увеличивается (рис. 2).

Метеорология  
Галимова Р.Г.

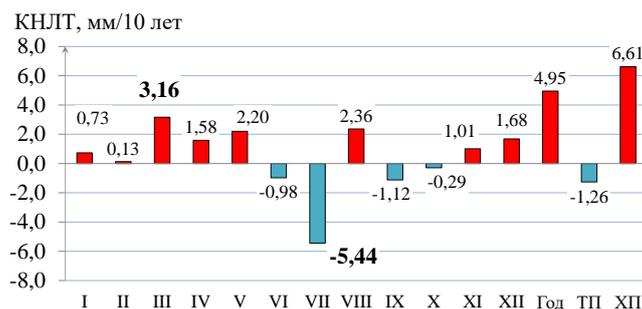


Рис. 2. Осредненные для республики КНЛТ сумм осадков по месяцам и за год за 1966–2015 гг., мм/10 лет

Fig. 2. The averaged coefficients of the linear trend of precipitation (mm/10 years) by month and by year for 1966–2015, mm/10 years

Выявленная тенденция определяется высокими положительными значениями КНЛТ сумм осадков по ряду станций, а также преобладанием положительного знака тренда на большей части станций. Минимальные значения КНЛТ годовых сумм осадков обнаружены в южной половине горной области на станциях Зилаир (-22,97 мм/10 лет) и Кананикольское (-14,39 мм/10 лет).

Многолетняя динамика сумм осадков холодного периода имеет тенденцию к росту, скорость которой составляет 6,61 мм/10 лет (рис. 2). Внутригодовое распределение КНЛТ сумм осадков показывает, что наибольшее количество станций со статистически значимыми трендами (57%) выявлено в марте. На 28 станциях из 30-и величины КНЛТ осадков марта положительны. Скорость роста мартовских осадков в РБ составляет 3,16 мм/10 лет. Максимальные значения КНЛТ приходятся на станции Кумертау (почти 8 мм/10 лет), Павловка (6 мм/10 лет), Стерлитамак (6 мм/10 лет). Довольно высокое значение КНЛТ обнаружено на ст. Тукан (5 мм/10 лет). Таким образом, в РБ выделяется меридионально вытянутая вдоль западных склонов Урала зона наибольшего увеличения мартовских осадков.

Осадки теплого периода в РБ уменьшаются со скоростью 1,26 мм/10 лет (рис. 2). Самые минимальные отрицательные значения КНЛТ обнаружены на южных станциях горной области республики: Зилаир (-24,38 мм/10 лет) и Кананикольское (-19,21 мм/10 лет). Максимальные положительные значения КНЛТ осадков теплого периода выявлены на станциях Верхнерякеево (9,18 мм/10 лет), Туймазы (8,47 мм/10 лет), Караидель (7,01 мм/10 лет). В июле выявлено статистически значимое уменьшение осадков со скоростью -5,44 мм/10 лет, обусловленное отрицательным знаком трендов на всех 30 станциях. Наибольшее уменьшение июльских осадков обнаружено в северо-западной части Предуралья (7,4–9,3 мм/10 лет), северных районах Южного Урала и Зауралья (7,4–7,7 мм/10 лет).

Аномалии сумм осадков и их многолетняя динамика показывают основные тенденции в режиме осадков изучаемой территории. Для отнесения года (сезона, месяца) к группе влажного или сухого периодов были выбраны критерии Г.В. Леоновой и Т.А. Богдановой [4]. Согласно данной методике, год (период, месяц) относится к избыточно влажному, если сумма атмосферных осадков была больше на 20% от средней многолетней нормы ( $R \geq 120\%$ ), и к сухому, если сумма осадков составила 80% и меньше от нормы ( $R \leq 80\%$ ). Кроме этого, для выявления более крупных аномалий осадков выделялись критерии для годовой суммы осадков  $R \geq 151\%$  и более и  $R \leq 50\%$  и менее. При анализе месячных аномалий сумм осадков дополнительно рассматривались случаи  $R \geq 200\%$  и более.

Полученные результаты показали, что количество «засушливых» лет в РБ больше, чем «увлажненных». Для всех регионов во все сезоны характерно преобладание отрицательных аномалий сумм осадков. В холодном периоде с середины 1990-х гг. увеличивается повторяемость положительных аномалий осадков, особенно это проявляется в марте.

Метеорология  
Галимова Р.Г.

Выявлено, что в РБ количество лет с распределением осадков в пределах нормы в теплом периоде больше (72%), чем в холодном (60%). Аналогичное распределение аномалий осадков наблюдается в Предуралье. На Южном Урале в теплом и годовом периодах отмечается большее число лет с нормой осадков (74%), в холодном – почти половина случаев аномальные (48%), как и в Зауралье (46%).

Самые крупные положительные аномалии осадков ( $R \geq 150\%$  и более) обнаружены в теплом периоде на Южном Урале в 1990 г. и в Зауралье в 2013 г. Самые крупные отрицательные аномалии осадков ( $R \leq 50\%$  и менее) выявлены в теплом периоде во всех регионах по 1 случаю, в холодном периоде – только на Южном Урале (в 1967 г. выпало 44% от нормы).

Максимальное месячное количество осадков в РБ выпало в феврале 1966 г. (209% нормы). Минимальное количество для республики отмечено в марте 1976 г., составляя 0,3 мм/мес (на 99% меньше нормы).

Расчет продолжительности жизни аномалий месячных сумм осадков представлен на рис. 5. Наибольшее число случаев приходится на аномалии продолжительностью жизни в 1 месяц, из которых положительных – 132, отрицательных – 139.

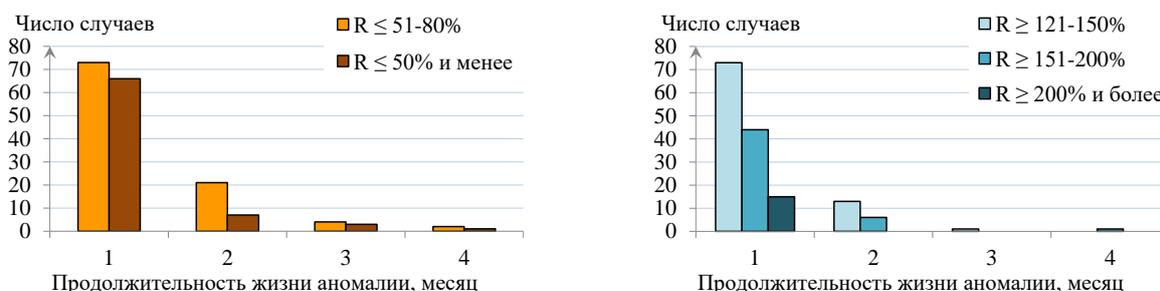


Рис. 3. Повторяемость времени жизни аномалий месячных сумм осадков, усредненных по территории РБ (1966–2015 гг.)

Fig. 3. Repeatability of the lifetime of monthly precipitation anomalies averaged over the territory of Bashkortostan (1966–2015)

Для положительных аномалий с продолжительностью жизни в 1 месяц с критериями « $R \geq 121-150\%$ » приходится 47,7%, « $R \geq 151-200\%$ » – 28,8% и « $R \geq 200\%$  и более» – 9,8%. В последнем случае аномалии обнаружены только одномесечные. На долю аномалий осадков с продолжительностью жизни в 2 месяца с критериями « $R \geq 121-150\%$ » приходится 8,5% и « $R \geq 151-200\%$ » – 3,9%, в 3 месяца – 0,7 и 0%, в 4 месяца – 0 и 0,7% соответственно.

На долю отрицательных аномалий с продолжительностью жизни в 1 месяц с критериями « $R \leq 51-80\%$ » приходится 41,2% и « $R \leq 50\%$  и менее» – 37,3%. Двухмесячные аномалии составили 11,9 и 4,0%, трехмесячные – 2,3 и 1,7%, четырехмесячные – 1,1 и 0,6% соответственно (рис. 3).

Доля случаев с месячными суммами осадков в пределах нормы составляет 29%, положительных аномалий – 33%, отрицательных – 38%. Обнаружено, что отрицательные аномалии более продолжительные по сравнению с положительными.

Самые продолжительные периоды с отрицательными аномалиями осадков составили 7 месяцев (2 случая): с апреля по октябрь 2010 г.; с июля 2005 г. по январь 2006 г. Две аномалии с продолжительностью жизни в 6 месяцев выявлены с июля по декабрь 1996 г. и с августа 2007 г. по январь 2008 г.

Самая продолжительная положительная аномалия составила 6 месяцев: с января по июнь 1997 г. Аномалии с продолжительностью в 4 месяца обнаружены в весенне-летние периоды 1990, 1993, 1994 и 2007 гг., а также зимой 2000–2001 гг.

Метеорология  
Галимова Р.Г.

Циркуляционные факторы, являющиеся наиболее динамичными, в первую очередь, влияют на циклы увеличения или уменьшения увлажнения в разных регионах [1; 5; 9; 11], поэтому был проведен корреляционный анализ между суммами осадков в РБ и индексами циркуляции.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между суммами осадков РБ  
и индексами циркуляции САК, АО, SCAND, АМО  
Correlation coefficients between precipitation in Bashkortostan  
and circulation indices of NAO, AO, SCAND, АМО (1966-2015)

Индексы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
САК	-0,01	-0,15	-0,22	0,25	0,09	0,22	0,07	0,07	-0,25	0,03	-0,16	-0,09	0,25
АО	0,40	0,02	-0,05	0,18	0,14	0,18	-0,10	0,21	0,08	0,05	-0,01	-0,14	0,22
SCAND	-0,45	-0,29	-0,57	-0,24	0,02	-0,08	-0,16	-0,16	-0,29	-0,02	-0,51	-0,28	-0,31
АМО	-0,14	0,19	0,38	0,20	0,13	-0,23	-0,28	-0,01	0,06	0,03	0,24	0,18	0,08

Примечание: цветом выделены значимые коэффициенты корреляции (при уровне достоверности 95%)

Обнаружены значимые отрицательные коэффициенты корреляции между суммами осадков и индексом SCAND в январе ( $r = -0,45$ ), марте ( $r = -0,57$ ), ноябре ( $r = -0,51$ ) и положительные – с индексом АМО весной ( $r = 0,38$ ). Кроме того, положительные связи выявлены между индексом АО и суммой осадков января ( $r = 0,40$ ).

### Заключение

Территориальное распределение атмосферных осадков на территории Республики Башкортостан сильно зависит от рельефа.

Годовая сумма осадков на территории РБ, осредненная за 1966–2015 гг., составляет 525 мм, в холодном периоде выпадает 170 мм, в теплом – 355 мм. За исследуемый период годовая сумма осадков увеличивается со скоростью 4,95 мм/10 лет. В холодном периоде выявлено наибольшее увеличение сумм осадков (6,61 мм/10 лет), которое определяется значимой тенденцией в марте (3,16 мм/10 лет), а также положительным знаком тренда во всех месяцах этого периода. Сумма осадков теплого периода уменьшается на 1,26 мм за десятилетие. Значимый тренд выявлен в июне (-5,44 мм/10 лет).

В период 1966–2015 гг. в республике количество «засушливых» лет было больше, чем «увлажненных». В холодном периоде с середины 1990-х гг. увеличивается повторяемость положительных аномалий осадков, что особенно проявляется в марте. Доля месячных сумм осадков в пределах нормы составляет 29%, положительных аномалий – 33%, отрицательных – 38%. Отрицательные аномалии являются более продолжительными по существованию.

Увеличение осадков холодного периода происходит на фоне усиления западного переноса более влажного и теплого воздуха с Атлантики при ослаблении Скандинавского антициклона.

### Библиографический список

1. Боков В.Н., Воробьев В.Н. Изменчивость атмосферной циркуляции и изменение климата // Записки РГГМУ. 2010. Вып. 13. С. 83–88.
2. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации / под ред. В.М. Катцова. СПб.: ФГБУ «ГГО им. А.И. Воейкова», 2017. 106 с.
3. Климат России / под ред. Н.В. Кобышевой. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 656 с.
4. Леонова Г.В., Богданова Т.А. Аномалия осадков в июле в южной половине Европейской территории СССР, на юге Западной Сибири и в северной части Казахстана и некоторые возможности ее прогнозирования // Труды ГМЦ СССР. 1975. Вып. 166. С. 312–315.

## Метеорология

Галимова Р.Г.

5. *Переведенцев Ю.П., Гурьянов В.В., Шанталинский К.М., Аухадеев Т.Р.* Динамика тропосферы и стратосферы в умеренных широтах Северного полушария и современные изменения климата в Приволжском федеральном округе. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. 186 с.
6. *Хромов С.П., Петросьянц М.А.* Метеорология и климатология. М.: Изд-во МГУ, 2001. 528 с.
7. *Черенкова Е.А.* Сезонные осадки на территории Восточно-европейской равнины в периоды теплых и холодных аномалий температуры поверхности северной Атлантики // Известия РАН. Серия «География». 2017. Вып. 5. С. 72–81.
8. *Шиловецова О.А., Романенко Ф.А.* Многолетние изменения температуры воздуха на Северо-Западном Таймыре и Нижнем Енисее в XX веке // Метеорология и гидрология. 2005. № 3. С. 53–68.
9. *Alexander M.A., Kilbourne K.H., Nye J.A.* Climate variability during warm and cold phases of the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) 1871-2008 // *Journal of Marine Systems*. 2014. Vol. 133. P. 14–26.
10. National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) [Сайт]. URL: <http://www.esrl.noaa.gov/> (дата обращения: 2.02.2019).
11. *Zhang X., Sorteberg A., Zhang J., Gerdes R., Comiso J.C.* Recent radical shifts of atmospheric circulations and rapid changes in Arctic climate system // *Geophysical Research Letters*. 2008. Vol. 35. L22701. P. 1–7. [Электронный ресурс]. URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2008GL035607> (дата обращения: 2.02.2019).

## References

1. Bokov V.N., Vorobev V.N. (2010) *Izmenchivost' atmosfery tsirkulyatsii i izmeneniye klimata [Variability of atmospheric circulation and climate change]* // *Notes of Russian State Medical University*. no. 13. pp. 83–88.
2. *Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossiyskoy Federatsii [Report on climate risks in the Russian Federation]* (2017) / in Kattsov, V.M. (ed.). SPb. 106 p.
3. *Klimat Rossii [The climate of Russia]* (2001) / in Kobysheva, N.V. (ed.). SPb: Gidrometeoizdat.
4. Leonova G.V., Bogdanova T.A. (1975) *Anomaliya osadkov v iyule v yuzhnoy polovine Yevropeyskoy territorii SSSR, na yuge Zapadnoy Sibiri i v severnoy chasti Kazakhstana i nekotoryye vozmozhnosti yeye prognozirovaniya [Anomaly of precipitation in July in the southern half of the European territory of the USSR, in the south of Western Siberia and in the northern part of Kazakhstan and some of the possibilities for its forecasting]* // *Transactions of the Hydromet Center of the USSR*. no. 166. pp. 312–315.
5. *Perevedentsev Yu.P., Guryanov V.V., Shantalinsky K.M., Aukhadееv T.R.* (2017) *Dinamika tropofery i stratosfery v umerennykh shirotakh Severnogo polushariya i sovremennyye izmeneniya klimata v Privolzhskom federal'nom okruge [Dynamics of the troposphere and stratosphere in temperate latitudes of the Northern Hemisphere and modern climate changes in the Volga Federal District]*. Kazan: Kazan Publishing University.
6. *Khromov S.P., Petrosyants M.A.* (2001) *Meteorologiya i klimatologiya [Meteorology and climatology]*. М.: Publishing of Moscow State University.
7. *Cherenkova E.A.* (2017) *Sezonnyye osadki na territorii Vostochno-yevropeyskoy ravniny v periody teplykh i kholodnykh anomaliy temperatury poverkhnosti severnoy Atlantiki [Seasonal precipitation in the East European Plain during periods of warm and cold surface temperature anomalies of the North Atlantic]* // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Series «Geography»*. no. 5. pp. 72–81.
8. *Shilovtseva O.A., Romanenko F.A.* (2005) *Mnogoletniye izmeneniya temperatury vozdukha na Severo-Zapadnom Taymyre i Nizhnem Yeniseye v XX veke [Long-term changes in air temperature in the North-West Taimyr and Lower Yenisei in the XX century]* // *Meteorology and hydrology*. no. 3. pp. 53–68.
9. *Alexander M.A., Kilbourne K.H., Nye J.A.* Climate variability during warm and cold phases of the Atlantic Multidecadal Oscillation (AMO) 1871-2008 (2014) // *Journal of Marine Systems*. no. 133. pp. 14–26.
10. National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) [Site]. URL: <http://www.esrl.noaa.gov/> (accessed date: 2.02.2019).
11. *Zhang X., Sorteberg A., Zhang J., Gerdes R., Comiso J.C.* Recent radical shifts of atmospheric circulations and rapid changes in Arctic climate system (2008) // *Geophysical Research Letters*. Vol. 35. L22701. pp. 1–7. [Electronic resource]. URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2008GL035607> (accessed: 2.02.2019).

Поступила в редакцию: 12.03.2020

## Метеорология

Иванова А.А., Слагода Е.А.

## Сведения об авторе

**Рита Галимьяновна Галимова**

старший преподаватель кафедры  
гидрометеорологии и геоэкологии, Башкирский  
государственный университет;  
450076, Россия, г. Уфа, ул. З. Валиди, д. 32

e-mail: galim-rita@yandex.ru

## About the author

**Rita G. Galimova**

Senior Lecturer, Department of Hydrometeorology  
and Geoecology, Bashkir State University;  
32, Z. Validi, Ufa, 450076, Russia

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

Галимова Р.Г. Современный климатический режим атмосферных осадков на территории Республики Башкортостан // Географический вестник = Geographical bulletin. 2020. №2(53). С. 111–119. Doi 10.17072/2079-7877-2020-2-111-119.

**Please cite this article in English as:**

Galimova R.G. Modern climatic regime of precipitation in the territory of the Republic of Bashkortostan // Geographical bulletin. 2020. №2(53). P. 111–119. doi 10.17072/2079-7877-2020-2-111-119.

УДК 551.582

DOI: 10.17072/2079-7877-2020-2-119-129

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ****Анна Андреевна Иванова**ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4062-3491>, Author ID: 869477e-mail: [ananivanova@yahoo.com](mailto:ananivanova@yahoo.com)*Институт Криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, Тюмень***Елена Адольфовна Слагода**ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7674-1081>, Author ID: 65065,

Scopus ID: 6506254952

e-mail: [eslagoda@ikz.ru](mailto:eslagoda@ikz.ru)*Институт Криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, Тюмень*

Для уточнения регионального изменения климата севера Западной Сибири составлены уточненные многолетние ряды средних значений климатических параметров, входящих в уравнение радиационного баланса за теплое и холодное полугодия. Исходными данными были срочные ряды измеренных с 1966 по 2017 г. значений суммарной солнечной радиации, температуры воздуха и поверхности, облачности и парциального давления водяного пара. Построены поверхности пространственного распределения перечисленных климатических параметров и радиационного баланса на севере Западной Сибири (64°–74° с.ш. и 64°–88° в.д.) на сетке 1×1°. Основные расчёты проведены с помощью программы Mathcad, визуализация данных реализована в программе Qgis. В теплый период климатические параметры равномерно увеличиваются с севера на юг. В холодный период расчетные параметры в регионе меняются неравномерно. Суммарная радиация, облачность и радиационный баланс уменьшаются с севера на юг; температуры воздуха и поверхности, парциальное давление водяного пара – с запада на восток. Результаты моделирования соответствуют современным характеристикам климата на севере Западной Сибири.

*Ключевые слова:* климат, климатические параметры, температура воздуха, солнечная радиация, Западная Сибирь.

