

УДК 502.3:551.583

DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-2-125-137

Оценка влияния современных климатических изменений в природных зонах Республики Башкортостан

Галимова Р.Г.

Башкирский государственный университет,
Россия, 450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32
E-mail: galim-rita@yandex.ru

Аннотация. Важную роль в формировании природных зон имеет климат, а современные региональные климатические изменения влияют на их функционирование и дальнейшую трансформацию. Вопрос о влиянии глобального потепления на изменения природно-климатических процессов в природных зонах исследован недостаточно в региональных масштабах. В связи с этим автором рассмотрена изменчивость климатических показателей температурно-влажностного режима в природных зонах Республики Башкортостан в период 1966–2015 гг. Выявлены изменения в температурном режиме – увеличение величины во всех месяцах. Рост температуры воздуха в природных зонах республики имеет разную скорость. Обнаружено, что в сезонных осадках тенденции в среднем имеют противоположный характер. Сумма атмосферных осадков холодного периода увеличивается, теплого – понижается. Изменяющиеся тепло- и влагообеспеченность в природных зонах республики за исследуемый период влияют на изменения в датах устойчивого перехода температуры воздуха через 0, 5, 10, 15 °С весной и осенью. Выявленные изменения климатических условий в Республике Башкортостан влияют на динамику природных процессов. Результаты исследования могут быть использованы в соответствующих организациях и ведомствах (Министерства сельского хозяйства, высшего образования и науки т.д.).

Ключевые слова: изменение климата, температура воздуха, атмосферные осадки, увлажнение.

Для цитирования: Галимова Р.Г. 2020. Оценка влияния современных климатических изменений в природных зонах Республики Башкортостан. Региональные геосистемы, 44 (2): 125–137. DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-2-125-137

Assessment of the influence of modern climate change in the natural zones of the Republic of Bashkortostan

Rita G. Galimova

Bashkir State University,
32 Zaki Validi St, Ufa, 450076, Russia
E-mail: galim-rita@yandex.ru

Abstract. Climate plays an important role in the formation of the landscape and its dynamics. Modern climatic changes in the regions affect the transformation of some landscape components. The issue of the influence of global warming on changes in natural-climatic processes in natural zones has not been sufficiently studied at a regional scale. The article discusses some of the consequences of changing climatic indicators of the temperature-humidity regime in the natural zones of the Republic of Bashkortostan. For the analysis, the period 1966–2015 is used. Bashkortostan is located on the border of the East European Plain and the South Urals. Complicated orography affects the strong differentiation of climatic indicators and the formation of natural zones (and subzones) in its plain and mountainous parts. Global warming leads to changes in climatic conditions in natural zones. The study revealed changes in temperature conditions – an increase in air temperature in all months. The increase in air temperature in the natural zones of the republic has a different speed. In seasonal precipitation, opposite trends are observed. The amount of precipitation in the cold period increases, while in the warm period it decreases. The change in the heat and



moisture supply of the natural zones of the republic during the study period affects the change in the dates of a stable transition of air temperature through 0, 5, 10, 15 °C in spring and autumn. Climate softening in the republic leads to an increase in the warm and summer period, which affects the increase in the potential of the tree stand. The revealed changes in climatic conditions in the Republic of Bashkortostan affect the dynamics of natural processes. The results of the study can be used in relevant organizations and departments (Ministry of Agriculture, Higher Education and Science, etc.).

Keywords: climate change, air temperature, precipitation, humidification.

For citation: Galimova R.G. 2020. Assessment of the influence of modern climate change in the natural zones of the Republic of Bashkortostan. *Regional Geosystems*, 44 (2): 125–137. (In Russian). DOI 10.18413/2712-7443-2020-44-2-125-137

Введение

Глобальные изменения климата приводят к изменениям природных и климатических условий в самых различных регионах планеты. В последние два десятилетия климатические изменения нередко проявляются как неблагоприятные или даже опасные природно-климатические процессы и явления. Так, в природных зонах с аридным климатом все чаще проявляются засушливые условия и засухи [Пряхина, Ормели, 2018]. В других областях увеличение высоты снежного покрова зимой [Galimova, 2018] или дождливых периодов летом приводит к росту наводнений [Нигметов др., 2003]. Изменения гидротермических условий в долговременной перспективе повлечет в таежной зоне ослабление подзолистого и усиление дернового почвообразовательного процесса, а в степной зоне – усиление аридизации и связанных с ней процессов засоления почв [Худяков, Решоткин, 2017]. Поэтому вопросы об уязвимости окружающей природной среды и отдельных ее компонентов стали актуальными для изучения в любых регионах.

В «Оценочных докладах» МГЭИК (1990, 1995, 2001, 2007, 2014 гг.) и двух «Оценочных докладах» Росгидромета (2009, 2014 гг.) были представлены материалы о климатических изменениях планеты и отдельных ее территорий, последствиях влияния глобального потепления на природные компоненты, экосистемы и антропогенные сферы деятельности. Как правило, климатические изменения могут сильнее проявляться и влиять на функционирование природных (ландшафтных) компонентов на региональном уровне. Воздействию подвергается каждый природный компонент, однако степень влияния больше проявляется на динамических геофизических средах – атмосфере, гидросфере, а также впоследствии на биологической составляющей природных зон.

Объект и методы исследований

Республика Башкортостан (РБ) является сложным регионом в отношении как геологического и геоморфологического устройства, так и климатических условий, обусловленных расположением территории на стыке Восточно-Европейской равнины и Уральских гор. Орографические особенности территории республики формируют климатическую дифференциацию отдельных ее частей, определяя функционирование природных зон и региональных природно-территориальных комплексов.

Наиболее крупное физико-географическое районирование республики выделяет на ее территории равнинное Башкирское Предуралье, Южный Урал (горная часть), Башкирское Зауралье.

В Предуралье, где основным фактором выступает широтность климата, с севера на юг происходит распространение лесной, лесостепной и степной зон Восточно-Европейской равнины. На северо-востоке республики по своим природно-климатическим условиям обособливается Юрюзано-Айское понижение, где выделяют Месягутовскую подзону лесостепной зоны. В пределах Южного Урала, где накладывается влияние азонального орографического фактора, сформирована горно-лесная область и с подветренной стороны – горно-

лесостепная область. В Зауралье природные зоны – зауральские лесостепь и степь – протягиваются узкими субмеридианальными полосами вдоль границ республики (рис. 1). Наиболее освоенной и антропогенно нагруженной является территория Предуралья. На Южном Урале к настоящему времени сохранились «нетронутые» ландшафты в пределах особо охраняемых природных территорий.

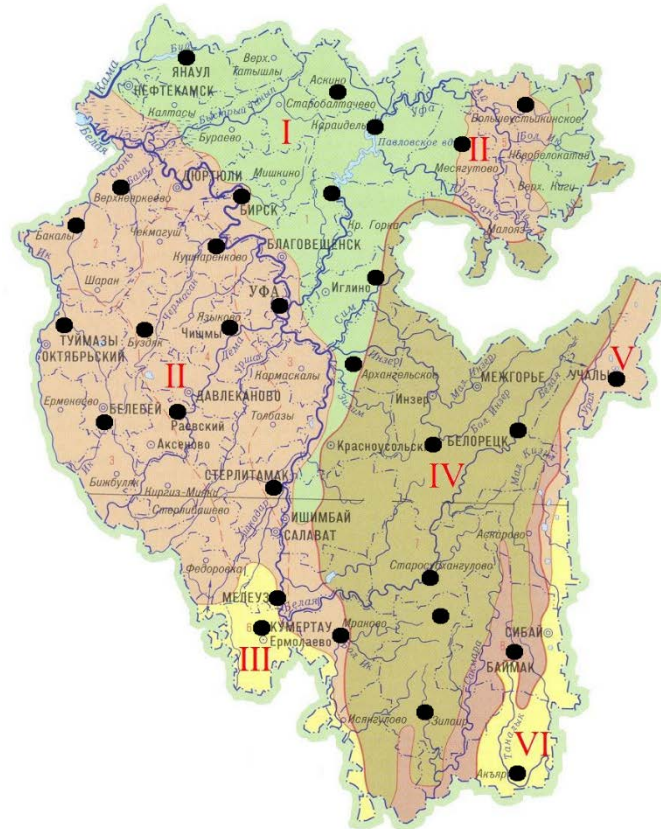


Рис. 1. Природные зоны Республики Башкортостан [Атлас РБ, 2005]: I – лесная зона; II – лесостепная зон, III – степная зона, IV – горно-лесная область, V – зауральская лесостепная зона, VI – зауральская степная зона. Пунсонами обозначены метеостанции
Fig. 1. Natural areas of the Republic of Bashkortostan [Atlas of the Republic of Bashkortostan, 2005] I – forest zone; II – forest-steppe zones, III – steppe zone, IV – mountain-forest region, V – trans-Ural forest-steppe zone, VI – trans-Ural steppe zone. Punches marked weather stations

В настоящем исследовании анализировались данные многолетних наблюдений на 30 метеорологических станциях сети Башкирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в период 1966–2015 гг. (на рис. 1 метеостанции обозначены пунсонами). Для анализа территориальной и временной изменчивости климатических величин были рассчитаны их базовые характеристики. Оценка региональных изменений климата в регионе получена с применением тренд-анализа.

Уравнение линейного тренда имеет вид:

$$y(\tau) = a\tau + b,$$

где $y(\tau)$ – сглаженное значение величины на момент времени τ (1, 2, 3, ..., n), a – угловой коэффициент наклона линии тренда (КНЛТ), характеризующий скорость изменения величины, b – свободный член (начальное значение линии тренда).

Положительное значение коэффициента a указывает на рост (повышение) значения величины, отрицательное – на его снижение (уменьшение) [Переведенцев, Шумихина, 2016]. Величиной коэффициента детерминации R^2 оценивался вклад линейного тренда в общую изменчивость показателя. Тенденция в 50-летнем периоде считалась статистически



значимой при уровне достоверности 95 %, если величина $R^2 > 0,08$ [Шиловцева, Романенко, 2005]. Достоверность результатов оценивалась с помощью критериев Фишера и Стьюдента.

Результаты и их обсуждение

Изменения температурного режима. Температура воздуха (ТВ) является одной из основных метеорологических величин, наиболее полно характеризующих физическое состояние атмосферы, погоду и климат местности. Она постоянно меняется в пространстве и во времени. К регулярным изменениям относится годовой ход ТВ. Из-за циркуляционного фактора, приводящего к адвекции тепла или холода, возникают ее нерегулярные (апериодические) изменения.

На территории республики средняя годовая температура воздуха (СГТВ), осредненная за период с 1966 по 2015 гг., составляет 2,9 °С. В Предуралье она варьирует от 2,9 °С в лесной зоне до 3,5 °С в лесостепи и степи, снижаясь в Месягутовской лесостепи до 1,9 °С. Наименьшие значения СГТВ отмечаются на Южном Урале, где они составляют 1,6 °С в горно-лесной области и 2,5 °С в горно-лесостепной области. В лесостепной зоне Зауралья СГТВ равна 1,7 °С, в степной зоне – 3,3 °С (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Средняя годовая температура воздуха (°С) и сумма атмосферных осадков (мм) в природных зонах РБ в период 1966–2015 гг.
 The average annual air temperature (°C) and the amount of precipitation (mm) in the natural zones of the Republic of Bashkortostan in the period 1966–2015

Показатель	Лесная зона Предуралья	Лесостепная зона Предуралья	Месягутовская лесостепь*	Степная зона Предуралья	Горно-лесная область	Горно-лесостепная область	Лесостепная зона Зауралья	Степная зона Зауралья
Среднегодовая ТВ	2,9	3,5	1,9	3,7	1,6	2,5	1,7	3,3
Сумма осадков за год	632	494	500	513	575	344	436	332
Сумма осадков в ХП	214	162	122	213	183	95	95	104
Сумма осадков в ТП	419	332	378	301	392	248	341	227

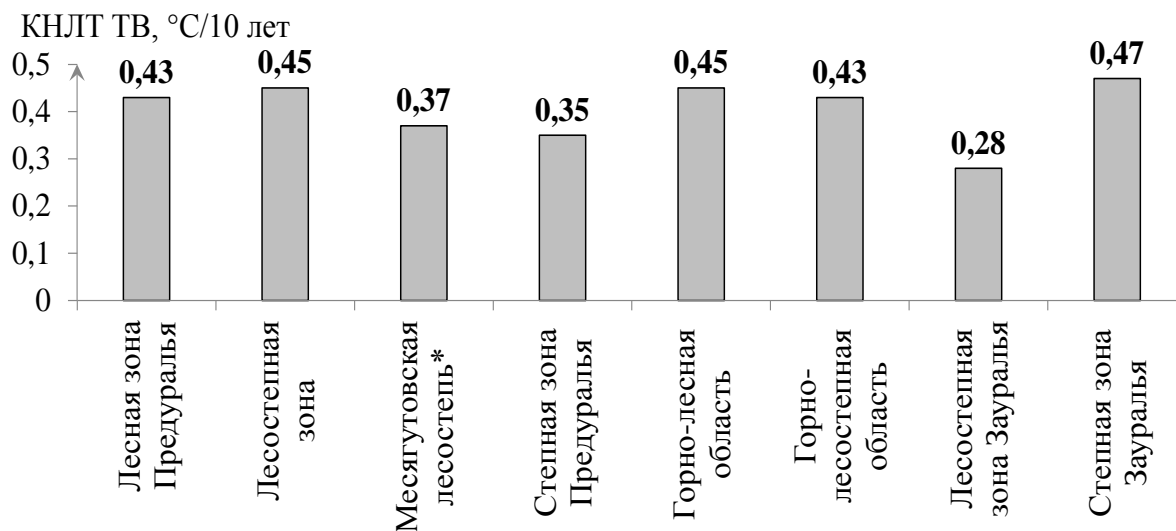
Примечание: ТВ – температура воздуха, ХП – холодный период; ТП – теплый период;
 * – Месягутовская лесостепь является частью лесостепной зоны Предуралья.

Расположение республики в области умеренно-континентального климата обуславливает простой вид годового хода ТВ – самые низкие значения приходятся на зимний период (январь), интенсивный рост происходит весной, формирование летнего пика – в июле, резкое снижение наблюдается осенью.

В январе территориальные колебания средней месячной температуры воздуха (СМТВ) имеют более значительный диапазон, чем в месяцы летнего периода. В лесной зоне Предуралья СМТВ января составляет от –14,2 до –14,4 °С в лесостепной и степной – она выше (–13,3... –14,0 °С), на Южном Урале и в Зауралье – ниже (–14,3... –14,9 °С и –14,5... –14,7 °С соответственно), на северо-востоке опускается ниже – до –15,0 °С. Самая низкая СМТВ января наблюдается в горной части РБ и составляет –16,2 °С (ст. Башгосзаповедник).

Наивысшими СМТВ июля характеризуются южные степные окраины Предуралья (+20,0...+20,2 °С). В лесной зоне эта величина составляет от +18,2 до +19,0 °С, в лесостепи Предуралья – от +18,5 до +19,5 °С, в пределах месягутовской лесостепи – от +17,0 до +17,5 °С. Таким образом, июльская СМТВ уменьшается в направлении с запада на восток (к Уральским горам). В Зауралье широтность распределения ТВ восстанавливается, и она увеличивается с севера региона на юг от +17 до +20 °С.

Тренд-анализ полученных результатов (рис. 2) выявил, что осредненный КНЛТ СГТВ для республики положительный и составляет 0,43 °С/10 лет. Это определяется значимым ростом СГТВ во всех природных зонах республики.



Примечание: * – Месягутовская лесостепь является частью лесостепной зоны Предуралья

Рис. 2. КНЛТ средней годовой температуры воздуха в природных зонах Республики Башкортостан (°С/10 лет)

Fig. 2. The slope coefficient of the trend line of the average annual air temperature in the natural areas of the Republic of Bashkortostan (°C/10 years)

Наибольшие изменения СГТВ отмечаются в степной зоне Зауралья, лесостепной зоне Предуралья и в горно-лесной области. Наименьший рост СГТВ испытывает в лесостепи Зауралья. Во всех случаях тренды статистически значимые.

Обнаружено, что осредненные в природных зонах республики КНЛТ ТВ имеют положительные значения во все месяцы. Выявлены месяцы с высокой долей станций со статистически значимыми трендами – январь, июнь, август, октябрь. В качестве примера приведены межгодовые изменения ТВ в январе, июле и СГТВ в лесной зоне Предуралья (рис. 3).

Анализ временной изменчивости ТВ по месяцам показал, что наибольшее ее увеличение обнаружено в зимние месяцы. Среди месяцев теплого сезона большим ростом ТВ отличается октябрь (0,58 °С/10 лет), с наибольшими значениями КНЛТ в природных зонах Южного Урала, а также июнь (0,53 °С/10 лет).

Изменения режима увлажнения. Адвекция влаги тесно связана с циркуляцией атмосферы, которая является транспортирующим механизмом. От характера атмосферной циркуляции в значительной степени зависит количество выпадающих осадков. На территории России наибольшее проникновение влаги с Атлантики происходит вдоль 55–60° с.ш. [Климат России, 2001]. Положение РБ в указанных широтах и сложный орографический характер ее поверхности определяют неравномерность выпадения осадков по территории.

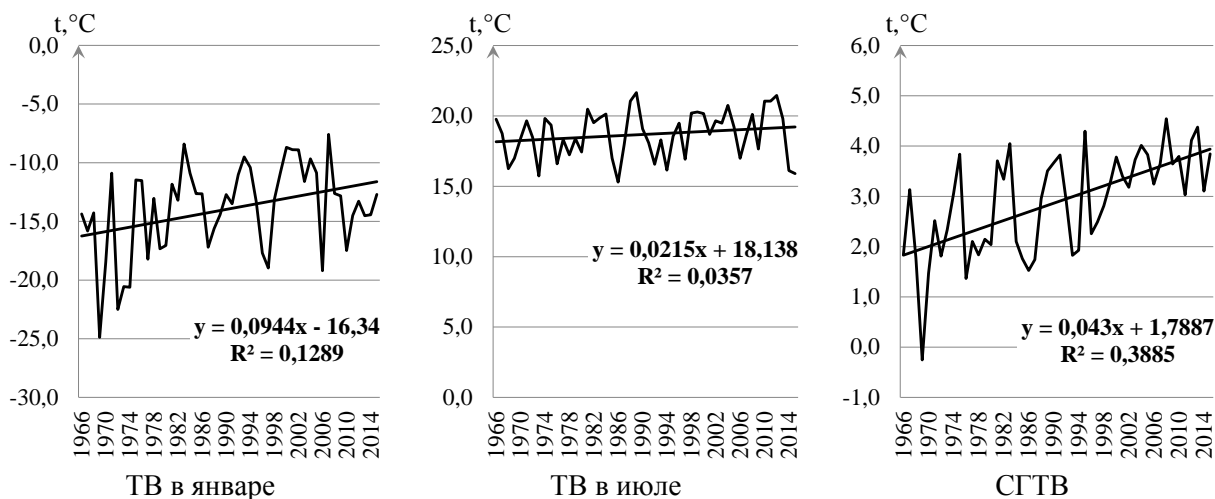


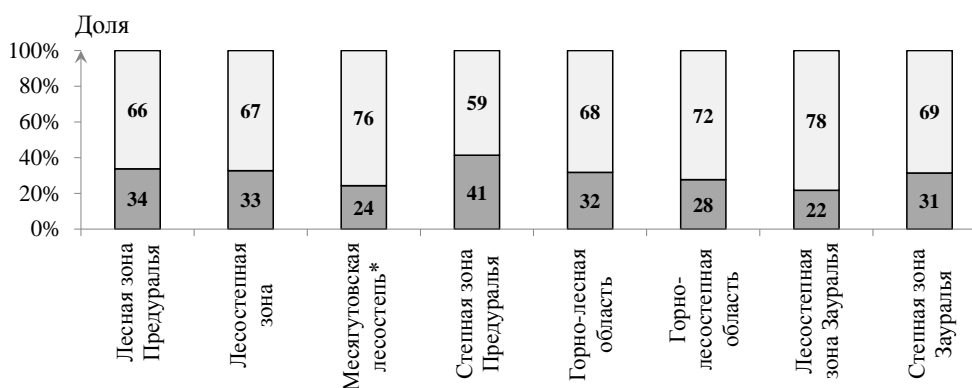
Рис. 3. Межгодовые изменения температуры воздуха в лесной зоне Башкирского Предуралья (°C)

Fig. 3. Interannual changes in air temperature in the forest zone of the Bashkir Cis-Urals (°C)

В Предуралье распределение атмосферных осадков имеет относительно широтный характер, но направление изогийет изменяется на меридиональное в зоне влияния Уральских гор (характеристики сумм осадков в природных зонах см. в табл. 1).

В лесной зоне Предуралья среднегоголетняя сумма осадков составляет 632 мм/год. В южном направлении их количество уменьшается: в лесостепи – 494 мм/год, в степи – 513 мм/год. В последнем случае типичные степные условия в Предуралье лучше характеризовать по метеостанции Мелеуз, где годовая сумма осадков составляет 450 мм. Увеличение до указанного значения в степи (см. табл. 1) количества осадков происходит за счет расположения на возвышенности другой метеостанции, по данным которой постоянно отмечаются более значительные суммы осадков, высота снежного покрова и пр.

В горно-лесной области средняя для региона сумма составляет 575 мм/год. С восточных склонов начинает проявляться подветренное действие Урала, и суммы осадков значительно уменьшаются. В зауральской лесостепи за год выпадает 436 мм осадков, в степи – 332 мм. Наибольшие различия в соотношении сезонных осадков характерны для зауральской и месягутовской лесостепи, наименьшие – для предуральской степи (рис. 4).



Примечание: * – Месягутовская лесостепь является частью лесостепной зоны Предуралья.

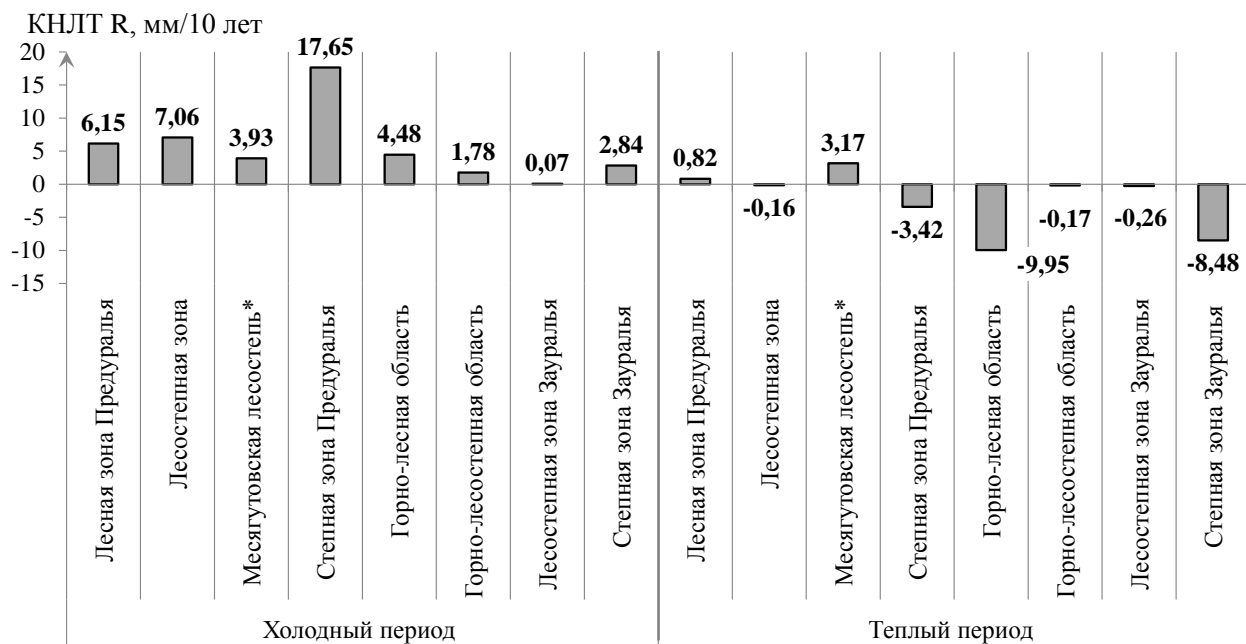
Рис. 4. Соотношение сумм осадков за холодный и теплый периоды в природных зонах Республики Башкортостан (%)

Fig. 4. The ratio of precipitation for the cold and warm periods in the natural areas of the Republic of Bashkortostan (%)

Следовательно, условия влагообеспеченности территории являются одним из важнейших показателей для формирования биологического разнообразия природных зон. В случае Республики Башкортостан условия увлажнения резко различаются по территории из-за влияния Уральских гор.

Изменчивость сумм атмосферных осадков в холодный и теплый периоды в целом имеют разный характер (рис. 5). В теплом периоде сумма осадков имеет тенденцию к увеличению. Наибольший рост этой величины выявлен в степи Предуралья (почти 18 мм за 10 лет). Также высокие положительные значения КНЛТ проявились в лесостепной и лесной зонах Предуралья.

Межгодовые изменения в распределении увлажнения в республике довольно существенны. Если проводить временной анализ по коэффициенту увлажнения Н.Н. Иванова (КУ), то территориальные колебания КУ составили от 0,15–0,50 в 1975 г. до 1,1–2,5 в 1990 г.



Примечание: * – Месягутовская лесостепь является частью лесостепной зоны Предуралья.

Рис. 5. КНЛТ сумм осадков в холодном и теплом периодах в природных зонах Республики Башкортостан (мм/10 лет)

Fig. 5. The slope coefficient of the trend line of precipitation in the cold and warm periods in the natural zones of the Republic of Bashkortostan (mm/10 years)

Для анализа условий увлажнения широко применяют индекс засушливости (увлажнения) Д.А. Педя – S , который учитывает аномальные условия погоды, наиболее важные для формирования засухи, такие как аномалии температуры воздуха, осадков и влажности в почве. Впоследствии этот индекс был доработан для условий зимнего периода. Для теплых и холодных периодов (месяцев) индекс S рассчитывается по формулам:

$$S_{Si} = \frac{\Delta T_i}{\Delta \sigma_{Ti}} - \frac{\Delta R_i}{\Delta \sigma_{Ri}} \quad (1) \quad \text{и} \quad S_{Wi} = \frac{\Delta T_i}{\Delta \sigma_{Ti}} + \frac{\Delta R_i}{\Delta \sigma_{Ri}}, \quad (2)$$

где S_S – летний индекс Педя, S_W – зимний индекс Педя, ΔT – аномалия температуры воздуха, ΔR – аномалия количества осадков, σ_T и σ_R – средние квадратические отклонения T и R в пункте i .

Условия с критерием $S_s \geq 2$ характеризуются как засушливые, с $S_s \geq 3$ – как сильная засуха, а при $S_s \leq -2$ наблюдается избыточная влагообеспеченность.

Если в холодный период $S_w > 2$, то зима считается мягкой (теплой и многоснежной), если $S_w < -2$, то – суровой (холодной и малоснежной) [Шумихина, Маратканова, 2019].

Для рассмотрения распространения засушливых и увлажненных условий в природных зонах были построены карты распределения индекса Педя на территории РБ. В качестве примера приведены карты на июнь 2010 г. (сильная засуха) и февраль 1966 г. («мягкие» условия). Анализ каталога составленных карт обнаружил, что засушливые условия на территории республики преобладают, как правило, в южных районах (степь, лесостепь) и формируются в основном в июне, а также в июле и августе. При формировании экстремальных погодно-синоптических условий засухи распространяются на север республики, а также на Южный Урал (1971, 1975, 2010 гг.). В случае засух отмечено, что в Месягутовской лесостепи формируются обычно менее засушливые условия.

Самыми теплыми и многоснежными зимами были 1966, 2000 (начало зимы), 2002 гг. В феврале 1966 г. на 27 станциях индекс Педя варьировался от 2,02 до 4,78 (рис. 6) за счет огромной суммы выпавших осадков (70–128 мм при норме февраля 15–52 мм). При анализе карт с подобными условиями выявлено, что в зимний период поле осадков в больше степени зависит от орографии. В силу этого зачастую условия по критериям индекса Педя различаются в природных зонах Предуралья и Зауралья.

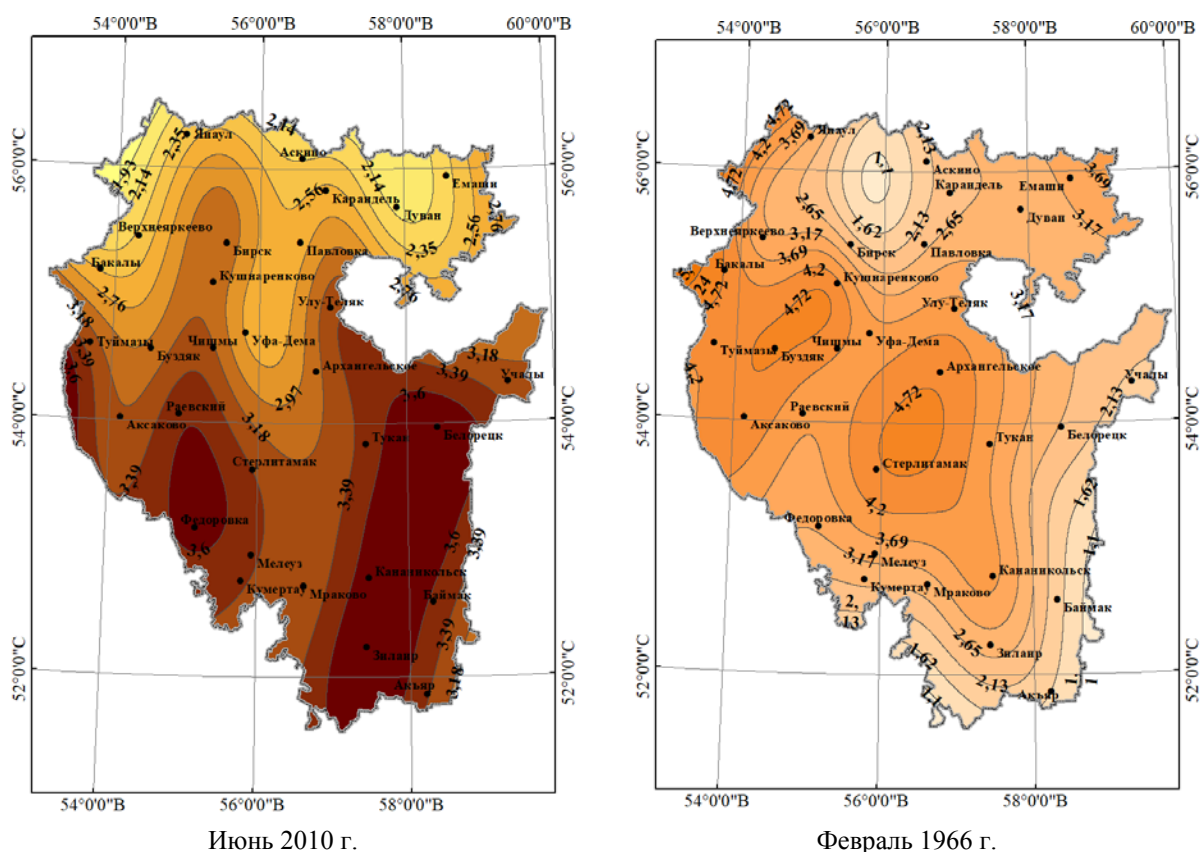


Рис. 6. Пространственное распределение индекса Педя в засушливый летний (слева) и зимний «мягкий» (справа) периоды

Fig. 6. The spatial distribution of the index Pedy in the dry summer and winter «soft» periods

При рассмотрении многолетнего хода индекса Педя по сезонам установлено, что в летний период условия становятся более засушливыми, особенно это проявляется в степных и лесостепных регионах. В зимние периоды начинают преобладать более мягкие условия (увеличиваются ТВ и снежность зим).

Последствия изменений температурно-влажностного режима. В процессе изменений температурного режима в РБ происходят изменения в сроках прихода тепла весной и холода осенью на региональном уровне. Следовательно, изучение межгодовой изменчивости дат наступления сезонных явлений дает возможность сопоставлять особенности динамики геосистем и климата [Минин, 2000].

Одним из самых распространенных критериев для анализа сезонной динамики ландшафтов являются даты устойчивого перехода весной и осенью средней суточной температуры воздуха (ССТВ) через 0, 5, 10 и 15 °С. Эти даты определяют начало, окончание и продолжительность теплого (ТВ выше 0 °С), вегетационного (ТВ выше 5 °С) и летнего (ТВ выше 15 °С) периодов. Во многом указанные переходы влияют на фенологические фазы в природных зонах. Средние характеристики дат устойчивого перехода ССТВ через рассматриваемые пределы приведены в табл. 2. Анализ данных показывает, что в приходе тепла и холода сохраняются географические закономерности, обусловленные сложной орографией республики.

Раньше всего теплый период наступает в лесостепи Предуралья (2 апреля), позже – в природных зонах восточной части республики (6 апреля). Самое раннее окончание теплого периода отмечается в горно-лесной зоне и Месягутовской лесостепи (27 октября), позднее – в степи Предуралья (1 ноября). Таким образом, самый продолжительный теплый период формируется в степи и лесостепи Предуралья (211–212 дней).

Таблица 2
Table 2

Характеристики дат устойчивых переходов ССТВ через 0, 5, 10 и 15 °С и продолжительности периодов с ТВ вышеуказанных пределов в природных зонах РБ
Characteristics of dates of stable transitions of average daily temperatures through 0, 5, 10, 15 °С and duration of periods with temperatures above the specified criteria in the natural zones of the Republic of Bashkortostan

Природная зона	Весной				Осенью				Продолжительность (выше)			
	0°	5°	10°	15°	15°	10°	5°	0°	0°	5°	10°	15°
Лесная зона Предуралья	3,04	19,04	5,05	1,06	24,08	21,09	9,10	30,10	209	173	139	84
Лесостепная зона	2,04	16,04	30,04	27,05	30,08	24,09	10,10	31,10	212	177	147	94
Месягутовская лесостепь*	5,04	21,04	7,05	6,06	19,08	14,09	6,10	27,10	205	168	130	75
Степная зона Предуралья	3,04	16,04	26,04	25,05	2,09	25,09	10,10	1,11	211	177	150	99
Горно-лесная область	6,04	22,04	6,05	5,06	21,08	18,09	5,10	27,10	205	169	135	79
Горно-лесостепная область	6,04	18,04	6,05	2,06	27,08	20,09	7,10	29,10	206	171	137	85
Лесостепная зона Зауралья	6,04	21,04	10,05	9,06	21,08	13,09	5,10	28,10	207	168	129	75
Степная зона Зауралья	5,04	16,04	29,04	25,05	1,09	25,09	11,10	30,10	210	178	149	100
РБ	3,04	18,04	3,05	30,05	27,08	22,09	9,10	30,10	210	174	142	88

Примечание: * – Месягутовская лесостепь является частью лесостепной зоны Предуралья.



Периоды общей (ТВ выше 5 °С) и активной (ТВ выше 10 °С) вегетации раньше начинаются в лесостепной зоне Предуралья и в степных регионах республики (26–30 апреля). Аналогично происходит в отношении даты перехода 15 °С.

Снижение ТВ в республике начинается со второй половины августа. В основном переход ТВ через 15 °С в этот период приходится на третью декаду августа. В степной зоне он отмечается 1–2 сентября. Период вегетации заканчивается по срокам в первой декаде октября. Наибольшая продолжительность периода вегетации составляет 178 дней в степи Зауралья и 177 дней в степи и лесостепи Предуралья. Наименьшая длительность этого периода наблюдается в лесостепной зоне Зауралья (168 дней).

Перестройки в температурном режиме влияют на смещения дат устойчивых переходов ТВ через рассматриваемые пределы. Весенние даты смещаются на более ранние сроки, осенние – на более поздние. Наибольшее смещение выявлено у дат переходов ССТВ ниже 0 и 15 °С. Максимальное смещение даты перехода ТВ через 0 °С осенью на более поздние сроки обнаружено на лесных территориях (более 4 дней за 10 лет). В Месягутовской и зауральской лесостепи отмечены самые значительные смещения даты перехода ТВ ниже 15 °С (4,22 и 3,25 дня за 10 лет). Выявленный процесс влияет на увеличение продолжительности периодов с ТВ выше 0, 5, 10 и 15 °С. Наибольшее увеличение продолжительности периода с ТВ выше 15 °С (4,6–4,8 дня за 10 лет) характерно для лесостепной и лесной зоны Предуралья. Самое значительное увеличение продолжительности теплого периода выявлено в горно-лесной области (4,5 дня за 10 лет), лесной зоне (4,8 дня за 10 лет), Месягутовской лесостепи (почти 5 дней за 10 лет).

В пределах всех природных зон отмечается увеличение высоты снежного покрова, являющейся важным гидрологическим и экологическим фактором для функционирования некоторых ландшафтных компонентов [Galimova, 2018]. Выявленные условия смягчения климата в зимний сезон влияют на процесс лесовосстановления, который можно проследить на заповедных территориях Южного Урала. Региональное потепление климата приводит к повышению прироста древостоя, так как формирует более благоприятные для него факторы – увеличение зимой мощности снежного покрова и летом сумм активных температур [Мазепа, Шиятов, 2014; Доклад, 2017]. Кроме этого, в горно-лесной зоне граница леса поднялась на 31 м [Замолодчиков, Краев, 2016]. Связь между приростом древостоя и суммой активных ТВ в пределах лесной зоны Европейской территории России Милхазова С.М., Минин А.А., Леонова Н.Б., Румянцев В.Ю., Солдатов М.С. [2011] выразили через линейную регрессию формулой:

$$prir = -2 + 0,0026 \cdot \Sigma T_{\geq 10}, \quad (3)$$

где $prir$ – прирост древесины ($\text{м}^3/\text{га}$), $\Sigma T_{\geq 10}$ – сумма активных температур.

С использованием расчетов сумм активных ТВ были вычислены приросты древесины по данным метеостанций лесной (ст. Янаул) и горно-лесной (ст. Тукан) зон. Выявлено, что тенденция прироста древесины положительная и устойчивая. КНЛТ прироста древостоя за период 1966–2015 гг. составляет 0,21–0,26 $\text{м}^3/\text{га}$ за десятилетие.

Заключение

На сезонную динамику геосистем главным образом влияют гидротермические условия, которые в настоящее время изменяются на фоне глобального потепления. В различных природных зонах эти изменения протекают неодинаково.

В ходе настоящего исследования были сделаны следующие выводы:

1. Во всех природных зонах РБ в период 1966–2015 гг. установлен рост годовых и среднемесячных температур воздуха. Наибольшая скорость роста температуры воздуха отмечена в степной зоне Зауралья, лесостепной зоне Предуралья и в горно-лесной области, наименьшая – в лесостепи Зауралья.

2. Региональные условия увлажнения по сезонам года имеют разнонаправленный характер изменений. В холодный период условия становятся более мягкими из-за увеличения температур и снежности. В теплый период прослеживается тенденция к усилению засушливости из-за общего снижения сумм осадков.

3. Общее потепление климата влияет на некоторые компоненты и фенологические процессы, протекающие в природных зонах РБ. Обнаружено, что происходит увеличение теплого (около 4 дней за 10 лет), вегетационного (2 дня за 10 лет) и летнего (3,5 дня за 10 лет) периодов из-за смещения дат устойчивого перехода температуры воздуха через 0, 5, 10 и 15 °С весной на более ранние, осенью – на более поздние сроки. Таким образом, вегетационные процессы становятся более активными.

4. Смягчение климата в республике влияет на процесс лесовосстановления в лесной и горно-лесной зонах РБ. В пределах Южного Урала поднялась граница леса (на 31 м), увеличилась лесопокрытая площадь.

Влияние современных изменений климата в Республике Башкортостан на компоненты природной среды требует дальнейшего изучения.

Автор выражает благодарность за помощь и консультации при подготовке статьи профессору кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского федерального университета Ю.П. Переведенцеву.

Список источников

1. Атлас Республики Башкортостан. 2005. Уфа, ГРИ «Башкортостан», 429 с.
2. Климат России. 2001. Под ред. Н.В. Кобышевой. СПб., Гидрометеиздат, 656 с.

Список литературы

1. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. 2017. СПб., ГГО им. А.И. Воейкова, 106 с.
2. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Под ред. В.М. Катцова, С.М. Семенова. 2014. М., Росгидромет, 1018 с.
3. Замолодчиков Д.Г., Краев Г.Н. 2016. Влияние изменений климата на леса России: зафиксированные воздействия и прогнозные оценки. Устойчивое лесопользование, 4 (48): 23–31.
4. Мазепа В.С., Шиятов Г.С. 2014. Динамика верхней границы леса на Полярном Урале в связи с изменением климата. В кн.: Вопросы географии. Серия «Исследования гор. Горные регионы Северной Евразии. Развитие в условиях глобальных изменений», вып. 137, Москва. Издательский дом «Кодекс». 267–290.
5. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. Под ред. С.М. Семенова. 2012. М., Росгидромет, 512 с.
6. Минин А.А. Фенология Русской равнины: материалы и обобщения. 2000. М., Изд-во АВФ/АБФ, 160 с.
7. Нигметов Г.М., Филатов Ю.А., Пчелкин В.И., Юзбеков Н.С. 2003. Тенденция роста катастрофических наводнений на территории Российской Федерации. Технологии гражданской безопасности, 1–2: 37–44.
8. Переведенцев Ю.П., Шумихина А.В. 2016. Динамика биоклиматических показателей комфортности природной среды в Удмуртской республике. Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки, 158 (4): 531–547.
9. Пряхина С.И., Ормели Е.И. 2018. Агроклиматическая характеристика сезонов года Саратовской области. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле, 18 (4): 243–247. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-4-243-247
10. Худяков О.И., Решоткин О.В. 2017. Эволюция почв в связи с современным потеплением климата. Теоретическая и прикладная экология, 2: 38–43.
11. Шиловцева О.А., Романенко Ф.А. 2005. Многолетние изменения температуры воздуха на Северо-Западном Таймыре и Нижнем Енисее в XX веке. Метеорология и гидрология, 3: 53–68.



12. Шумихина А.В., Маратканова В.С. 2019. Агроклиматические ресурсы тепла и влаги и их изменения на территории Удмуртской республики. Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле, 29 (4): 560–565. DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-4-560-565
13. Милхазова С.М., Минин А.А., Леонова Н.Б., Румянцев В.Ю., Солдатов М.С. 2011. Тенденции возможных изменений растительности на Европейской территории России и в Западной Сибири. В кн.: Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири. Под. ред. Н.С. Касимова, А.В. Кислова. М., МаксПресс, 496 с.
14. Galimova R.G. 2012. Long-term dynamics of hydro-meteorological indicators. Consequences of land use and climate change for landscape water budgets, soil degradation and rehabilitation in the forest steppe zone of RB. Halle, 24–33.
15. Galimova R.G. 2018. Variability of the snow cover and its characteristics on the territory of the Republic of Bashkortostan. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: «3rd International Conference Environment and Sustainable Development of Territories: Ecological Challenges of the 21st Century»: 012027. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/107/1/012027>.
16. IPCC. Report. The Physical Science Basis. 2013. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 2216 p.

References

1. Doklad o klimaticheskikh riskakh na territorii Rossiyskoy Federatsii [Report on climate risks in the Russian Federation]. 2017. St. Petersburg, GGO im. A.I. Voeikova, 106 p.
2. Vtoroy otsenochnyy doklad ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoy Federatsii [The Second Assessment Report on Climate Change and its Consequences in the Russian Federation]. 2014. Ed. V.M. Kattsova, S.M. Semenova. M., Roshydromet, 1018 p.
3. Zamolodchikov D.G., Kraev G.N. 2016. Vliyaniye izmeneniy klimata na lesa Rossii: zafiksirovannyye vozdeystviya i prognoznyye otsenki [The impact of climate change on the forests of Russia: recorded impacts and forecast estimates]. Ustoychivoye lesopol'zovaniye, 4 (48): 23–31.
4. Mazepa V.S., Shiyatov G.S. 2014. Dinamika verkhney granitsy lesa na Polyarnom Urale v svyazi s izmeneniyem klimata [Dynamics of the upper forest border in the Polar Urals due to climate change. Geography Issues]. Series: Issledovaniya gor. Gornyye regiony Severnoy Yevrazii. Razvitiye v usloviyakh global'nykh izmeneniy. Release 137, M., Publishing House «Codex»: 267–290.
5. Metody otsenki posledstviy izmeneniya klimata dlya fizicheskikh i biologicheskikh sistem [Methods for assessing the effects of climate change on physical and biological systems]. 2012. Ed. C.M. Semenova. Moscow, Roshydromet, 512 p.
6. Minin A.A. 2000. Fenologiya Russkoy ravniny: materialy i obobshcheniya [Phenology of the Russian Plain: materials and generalizations]. Moscow, Publishing House ABF/ABF, 160 p. (in Russian)
7. Nigmatov G.M., Filatov Yu.A., Pchelkin V.I., Yuzbekov N.S. 2003. Tendentsiya rosta katastroficheskikh navodneniy na territorii Rossiyskoy Federatsii [The growth trend of catastrophic floods in the Russian Federation]. Tekhnologii grazhdanskoй bezopasnosti, 1–2: 37–44.
8. Perevedentsev Yu.P., Shumikhina A.V. 2016. Dinamika bioklimaticheskikh pokazateley komfortnosti prirodnoy sredy v Udmurtskoy respublike [Dynamics of bioclimatic indicators of environmental comfort in the Udmurt Republic]. Uchenye Zapiski Kazan University. Series: Yestestvennyye nauki, 158 (4): 531–547.
9. Pryakhina S.I., Ormeli E.I. 2018. Agroklimaticheskaya kharakteristika sezonov goda Saratovskoy oblasti [Agroclimatic characteristics of the seasons of the year in the Saratov region]. Bulletin of the University of Saratov. New episode. Series: Earth Sciences, 18 (4): 243–247. DOI: 10.18500/1819-7663-2018-18-4-243-247
10. Khudyakov O.I., Reshotkin O.V. 2017. Evolyutsiya pochv v svyazi s sovremennym potepleniyem klimata [Soil evolution in connection with modern climate warming]. Theoretical and Applied Ecology, 2: 38–43.

11. 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*, 3: 53–68.
12. Shumikhina A.V., Maratkanova V.S. 2019. *Agroklimaticheskiye resursy tepla i vlagi i ikh izmeneniya na territorii Udmurtskoy respubliki* [Agroclimatic resources of heat and moisture and their changes in the Udmurt Republic]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: Biologiya. Nauki o Zemle*, 29 (4): 560–565. DOI: 10.35634/2412-9518-2019-29-4-560-565
13. Milkhazova S.M., Minin A.A., Leonova N.B., Rumyantsev V.Yu., Soldatov M.S. 2011. *Tendentsii vozmozhnykh izmeneniy rastitel'nosti na Yevropeyskoy territorii Rossii i v Zapadnoy Sibiri*. [Trends in possible changes in vegetation in the European territory of Russia and in Western Siberia]. In: *Ekologo-geograficheskiye posledstviya global'nogo potepleniya klimata XXI veka na Vostochno-Yevropeyskoy ravnine i v Zapadnoy Sibiri* [Ecological and geographical consequences of global warming of the climate of the XXI century on the East European Plain and in Western Siberia]. Ed. N.S. Kasimova, A.V. Kislova. M., MaxPress, 496 p.
14. Galimova R.G. 2012. Long-term dynamics of hydro-meteorological indicators. Consequences of land use and climate change for landscape water budgets, soil degradation and rehabilitation in the forest steppe zone of RB. *Halle*, 24–33.
15. Galimova R.G. 2018. Variability of the snow cover and its characteristics on the territory of the Republic of Bashkortostan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: «3rd International Conference Environment and Sustainable Development of Territories: Ecological Challenges of the 21st Century»*: 012027. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/107/1/012027>.
16. IPCC Report. *The Physical Science Basis*. 2013. Cambridge, Cambridge Univ. Press, 2216 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Галимова Рита Галимьяновна, старший преподаватель кафедры гидрометеорологии и геоэкологии географического факультета Башкирского государственного университета, г. Уфа, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Rita G. Galimova, senior lecturer Department of the Hydrometeorology and Geoecology of the Faculty of Geography of the Bashkir State University, Ufa, Russia