



ЭКОБИОТЕХ

ISSN 2618-964X

<http://ecobiotech-journal.ru>



ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И РИСК ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ В ЗАУРАЛЬСКОЙ СТЕПИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Габбасова И.М., Соболев Н.В., Гарипов Т.Т.*

Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

*E-mail: timurgar@gmail.com

В статье приводятся данные об изменении климата в Зауральской степной зоне Республики Башкортостан за последние 23 года, в течение которых наблюдается увеличение запасов воды в снеге на 3,8%, осадков на 18,9% и температуры на 30% (в период снеготаяния); возрастание числа дней с пыльными бурями на 15% при наличии 44% дефляционно-опасных ветров, а также снижение в течение вегетационного периода количества осадков на 19,2% и увеличение средней температуры воздуха на 6,2%, а также суммы положительных температур за год на 5,2%. Эти факторы повышают риски развития процессов эрозии и засоления почв в Зауральской степи, в ходе развития которых происходит снижение мощности гумусово-аккумулятивных горизонтов, содержания и запасов органического вещества, изменение его качества.

Ключевые слова: изменение климата ♦ деградация почв ♦ водная ♦ ветровая эрозия ♦ засоление почв

THE CLIMATE CHANGE AND RISK OF SOIL DEGRADATION IN THE TRANS-URAL STEPPE OF THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

Gabbasova I.M., Sobol N.V., Garipov T.T.*

Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research Centre
of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

*E-mail: timurgar@gmail.com

The article presents data on climate change in the Trans-Ural steppe zone of the Republic of Bashkortostan over the past 23 years, during which there has been an increase in water reserves in snow by 3.8%, precipitation by 18.9% and temperature by 30% (during the snowmelt period); an increase in the number of days with dust storms by 15% in the presence of 44% deflationary-dangerous winds, as well as a decrease during the growing season in the amount of precipitation by 19.2% and an increase in the average air temperature by 6.2%, as well as the sum of positive temperatures for the year by 5.2%. These factors increase the risks of soil erosion and salinization processes in the Trans-Ural steppe, during the development of which the thickness of humus-accumulative horizons, the content and reserves of organic matter decrease, and its quality changes.

Keywords: climate change ♦ soil degradation ♦ water and wind erosion ♦ soil salinization

Поступила в редакцию: 20.02.2023

[Цитировать | Cite as](#)

[DOI: 10.31163/2618-964X-2023-6-1-45-52](https://doi.org/10.31163/2618-964X-2023-6-1-45-52)

[EDN: PUFBZO](#)



ВВЕДЕНИЕ

В VI докладе (2022 г.) Международной группы экспертов по изменению климата его изменения были названы «беспрецедентными». Было установлено, что последнее десятилетие было самым жарким за 125 тысяч лет; последние 50 лет температура росла быстрее, чем за любой такой же период за 2000 лет, а концентрация CO₂ в атмосфере была настолько высокой последний раз 2 миллиона лет назад. Климатические изменения оказывают существенное влияние на процессы эрозии, от которых пострадала уже треть всего почвенного покрова Земли. По мнению экспертов ФАО, «если мы не начнем действовать прямо сейчас, то к 2050 году более 90 процентов почвенного покрова планеты окажется деградированным».

В Республике Башкортостан (РБ) аридизация климата заметнее всего проявляется в Зауральской степной зоне и способствует увеличению риска деградации: водной и ветровой эрозии почв, а также их засолению. Предпосылками этих процессов являются повышение среднемесячных среднегодовых температур воздуха, уменьшение осадков в теплый период,

увеличение количества пыльных бурь, [Соболь и др., 2015] снижение уровня грунтовых вод и возрастание их минерализации [Абдрахманов, Попов, 2010], выпадение некоторых видов растений, характерных для степной зоны и вторжение более южных, галофитных видов [Мулдашев и др., 2017]. Это обусловило цель работы: изучение изменения климата как предпосылки развития эрозии и засоления почв в Зауральской степи РБ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования явились почвы Зауральской степной зоны Республики Башкортостан: черноземы типичные, обыкновенные и южные разной степени эродированности и засоления, а также солонцы и солончаки. Анализ метеорологических данных проведен по материалам метеостанции (МС) Акъяр. В качестве основных источников информации о климатических характеристиках региона использовались: Территориальные строительные нормы Республики Башкортостан «Строительная климатология Республики Башкортостан» для приведения цикла наблюдений за 1936-2000 гг. [ТСН..., 2004] и статистика погоды по материалам наблюдений на МС Акъяр для осреднения рядов до 2021 года по данным [Метеорологические..., 1997-2018; Агрометеорологические..., 2019-2021]. Аналитические исследования почв проводились общепринятыми методами по [Агрохимические..., 1975; Вадюнина, Корчагина, 1986].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Климат Зауральской степи резко континентальный. Отдаленность от морей и океанов способствует тому, что атлантические воздушные массы, проникающие в эту зону, преобразуются в более сухие и континентальные, и это обуславливает высокую температуру воздуха в теплый период. В холодный период оказывает влияние господствующее течение азиатского антициклона, что формирует резко континентальный климат с холодной зимой и жарким летом [Богомолов, 1954].

В XXI веке в регионе произошло повышение среднемесячных и среднегодовых температур воздуха (табл. 1). Общее потепление при сравнении последних трех десятилетий с периодом 1936-2000 гг. составило 1,3 °С, причем наиболее существенные изменения наблюдались в зимний период, то есть холодные сезоны стали намного теплее.

Таблица 1 - Значения средних месячных и годовых температур воздуха, °С

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
1936-2000	-15,6	-14,8	-8,5	4,0	13,2	18,2	19,9	17,8	11,7	2,9	-6,1	-12,3	2,5
1991-2021	-13,8	-13,2	-6,5	5,2	14,1	19,0	20,7	19,2	12,4	4,7	-4,8	-11,5	3,8

Повышение среднегодовой температуры воздуха в Зауральской степи согласуется с общими тенденциями изменения температуры в России и в мире. Согласно оценкам Росгидромета, на территории России потепление климата происходит примерно в 2,5 раза интенсивнее, чем в среднем по Земному шару [Доклад..., 2017]. Так, средняя скорость потепления для Земного шара и суши Северного полушария составляет +0,166 и +0,328 °С/10 лет за период 1976-2012 гг. [Второй..., 2014], для России +0,45 °С/10 лет за период

1976-2016 гг. [Доклад..., 2017], для Зауральской степи этот показатель по нашим данным составляет +0,43 °С/10 лет за период 1991-2021 гг. При этом абсолютный минимум температуры приземного воздуха имеет некоторую направленность к потеплению (на 2,8°С), тогда как годовой абсолютный максимум незначительно снижается (на 2,0°С), то есть отмечается уменьшение годового размаха температуры (табл. 2). В целом летние экстремумы температуры на исследуемой территории в меньшей степени определяют глобальное потепление, чем зимние.

Таблица 2 – Диапазон температур воздуха, °С

Годы	Абсолютная минимальная температура воздуха	Абсолютная максимальная температура воздуха
1936-2000	-41,0	41,0
2000-2021	-38,2	39,0

Важным фактором, непосредственно влияющим на величину смыва почвы, являются атмосферные осадки в теплый период года. Общероссийский тренд годовых сумм осадков положительный (+0.8 мм/месяц за 10 лет), однако по МС Акъяр зафиксировано их снижение (3,7% за 10 лет) [Второй..., 2014]. В холодный период года наблюдается незначительный рост суммы осадков, а теплый период, напротив, характеризуются их снижением (табл. 3). Этот факт, в совокупности с тенденцией к увеличению среднемесячных температур воздуха в теплое время года, может привести к смещению гидротермических условий территории в сторону аридизации.

Таблица 3 – Месячное и годовое количество осадков, мм

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	Год
1975-1997	22,3	18,7	18,8	24,9	29,4	44,6	41,7	41,8	24,8	25,3	25	24,4	109,1	232,3	341,4
1998-2021	21,7	25,5	26,7	29,9	29,6	32,9	41,6	23,5	19,7	25,4	19,7	19,7	113,4	202,6	316,0

Скорость ветра – один из сильнейших факторов дефляции почв. Для начала ветровой эрозии почвы необходимо, чтобы скорость ветра превысила так называемую критическую величину или порог скорости. Пороговые скорости ветра отличаются для различных типов почв. Для тяжелосуглинистых черноземов Южного Урала она составляла около 5,5-5,7 м/с [Толчельников, 1990].

За 1936–2006 гг. почти на всей территории России средняя годовая скорость ветра уменьшилась, особенно в Европейской части, где коэффициенты линейного тренда скорости ветра составили преимущественно -0.3...-0.6 м/с за 10 лет [Второй..., 2014]. Одновременно с уменьшением скорости ветра на большинстве метеорологических станций произошло ее перераспределение по градациям [Мещерская и др., 2006]: повторяемость слабых ветров (2–3 м/с) увеличилась, а повторяемость градации 6–7 м/с и всех последующих градаций повсеместно уменьшилась.

В Зауральской степи прослеживаются аналогичные изменения (табл. 4): наблюдается уменьшение средней годовой скорости ветра на -0,25 м/с за 10 лет с 4,0 м/с за период 1936-2000 гг. до 3,5 м/с (1998-2018 гг.), а также увеличение повторяемости слабых ветров (до 2-3 м/с) и уменьшение повторяемости градаций сильных ветров (4-5 м/с и выше).

Таблица 4 – Повторяемость скорости ветра, м/с, за год (в % от общего числа случаев)

Годы	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-20
1936-2000	11,9	26,4	29,4	13,5	10,5	5,4	2,1	0,6	0,18	0,07
1998-2018	20,3	35,6	24,3	12,1	5,0	1,9	0,6	0,2	0,02	0,02

Таким образом, среднее за вегетационный период число случаев с ветром по градациям скоростей показывает, что произошло снижение процента дефляционно-опасных ветров с 67% за год (1936-2000 гг.) до 44 % за год (1997-2013 год).

Важной характеристикой ветрового режима территории, необходимой для диагностики, прогнозирования организации мероприятий по борьбе с дефляцией почв, является направление преобладающих ветров. В Зауралье летние месяцы характеризуются переменным направлением ветров: преобладают западные, северо-западные и северо-восточные, осенние и весенние ветра преимущественно западного направления (рис. 1). Поэтому наиболее уязвимыми являются склоны западной, северо-западной и северо-восточной экспозиции.

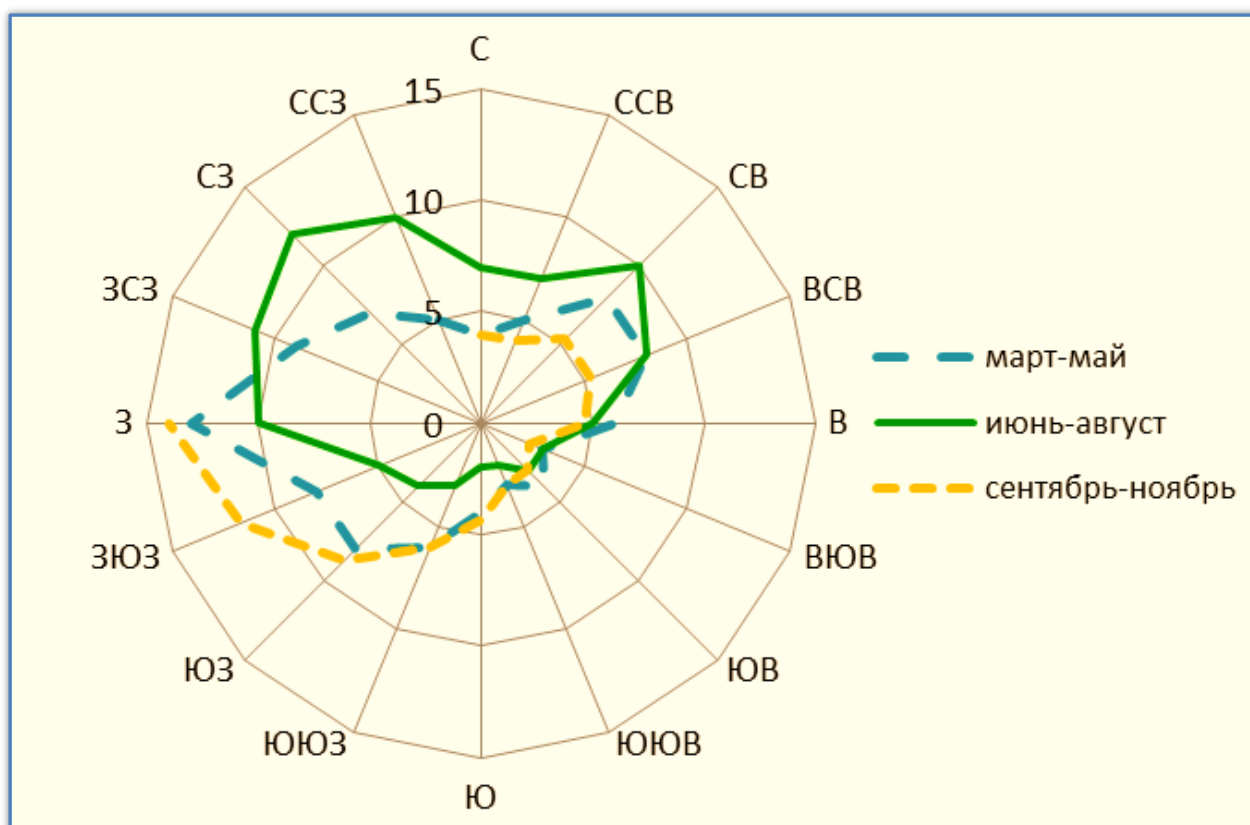


Рисунок 1. Повторяемость (%) направлений ветра по сезонам (март-ноябрь) по МС Акъяр.

Кроме местной (повседневной) ветровой эрозии необходимо принимать во внимание и пыльные бури. В годы их интенсивного проявления со скоростью ветра 20 м/с и более

толщина снесенного слоя почвы на открытых ветроударных (в основном южных склонах) в условиях Предуралья и Зауралья РБ достигала 5-6 см, а количество выдутаго мелкозема – многих сотен тонн [Лысак, 1983].

По имеющимся данным для МС Акъяр в период с 1998-2018 гг. пыльные бури происходили ежегодно (табл. 5), причем с 2013 по 2018 гг. количество дней с пыльными бурями увеличилось от 15,1 до 17,3.

В Зауральской степи наличие или отсутствие рисков деградации почвенного покрова определяется прежде всего развитием водной и ветровой эрозии и засолением. Предпосылкой развития водной эрозии в предгорной части региона является в основном деятельность талых и дождевых вод. За последние 23 года по сравнению с предыдущими

Таблица 5 – Повторяемость и продолжительность (%) пыльных бурь (1998-2018 гг.)

Месяц	Число дней с пыльными бурями	Продолжительность пыльных бурь, ч					
		<1,5	1,5-5,4	5,5-10,4	10,5-15,4	15,5-20,0	>20
IV	0,9	10	40	10	30	10	
V	2,9	6	33	22	11	6	22
VI	4,0	11	20	31	11	11	16
VII	3,2	7	29	0	0	21	43
VIII	2,8	35	13	13	13	13	13
IX	2,3	0	27	34	13	13	13
X	1,0	0	64	27	0	9	0

среднегодовые запасы воды в снеге увеличились на 4,1 мм, количество осадков в апреле – периоде основного снеготаяния – возросло на 4,7 мм, что на фоне повышения среднемесячной апрельской температуры воздуха на 1,2 °С может способствовать более интенсивному снеготаянию, и, соответственно, водной эрозии (табл. 6).

Таблица 6. Осадки и температура воздуха в период снеготаяния и вегетации растений.

Годы	Запасы воды в снеге, мм	Осадки, мм		Средняя температура воздуха, °С		Сумма положительных температур, °С
		Апрель	Май-сентябрь	Апрель	Май-сентябрь	
1975-1998	109,2	24,9	182,3	4,0	16,1	2775
1999-2021	113,3	29,6	147,3	5,2	17,1	2918

В условиях преимущественного развития водной эрозии в предгорных районах, где на склонах различной экспозиции и крутизны сформировались в основном черноземы типичные и обыкновенные, наблюдается снижение мощности гумусово-аккумулятивных горизонтов, буферных свойств почвы [Сулейманов и др., 2021], содержания и запасов органического вещества. При этом изменяется не только его количество, но и качество. Эродированные почвы характеризуются снижением ароматичности органического вещества до 38% и низкой степенью гумификации, а в эрозионных наносах выше содержание гумуса, в составе гуминовых кислот накапливается больше ароматических структур (45%) [Suleymanov et al.,

2021]. В равнинной части региона при преимущественном развитии ветровой эрозии черноземов южных проявляется еще более выраженное снижение ароматичности органического вещества – до 35% по сравнению с эрозионными наносами (59%) [Suleymanov et al., 2022b].

При снижении количества осадков на 35 мм (19,2%) и увеличении средней температуры воздуха на 1°C (6,2%) в течение вегетационного периода (табл. 6), а также суммы положительных температур за год на 143°C (5,2%) возрастает риск увеличения степени засоления почв. Ретроспективный мониторинг показал, что по сравнению с 80-ми годами XX века в черноземах обыкновенных и южных содержание солей в гумусово-аккумулятивных горизонтах увеличилось с 0,01-0,04% (засоление отсутствовало) до 0,10-0,30%, а в отдельных местах проявилось слабое и среднее засоление [Suleymanov et al., 2022a] с появлением натрия как в водной вытяжке, так и в составе ППК. При этом произошло достоверное ($p \leq 0,01$) снижение содержания гумуса на 33% в черноземах южных и 25% – в черноземах обыкновенных.

Большое значение для снижения рисков развития процессов деградации имеют почвозащитные и влагосберегающие способы обработки почвы [Gabbasova et al., 2015; Габбасова и др., 2018; Дорогая и др., 2022; Ильбулова и др., 2022], севообороты с обязательным включением звена многолетних трав [Скорыходов, 2021; Каипов, Сафин, 2022] внесение в почву мелиорантов и органических удобрений, особенно веществ, оказывающих комплексное воздействие на агрофизические и агрохимические свойства, и, в конечном итоге, на плодородие почвы [Габбасова и др., 2014; Габбасова и др., 2016; Семенюк, 2019].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменение климата является одним из основных факторов, повышающих риски развития процессов эрозии и засоления почв в Зауральской степи. Увеличение запасов воды в снеге на 3,8%, осадков на 18,9% и температуры на 30% в период снеготаяния, способствует развитию водной эрозии; возрастание числа дней с пыльными бурями на 15 % при наличии 44 % дефляционно-опасных ветров – ветровой эрозии почв; снижение в течение вегетационного периода количества осадков на 19,2% и увеличение средней температуры воздуха на 6,2%, а также суммы положительных температур за год на 5,2% приводят к увеличению степени засоления почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманов, Р.Ф. Попов В.Г. Геохимия и формирование подземных вод Южного Урала: монография. Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. 420 с.
2. Агрометеорологический бюллетень. Росгидромет. ФГБУ «Башкирское УГМС». 2019-2021 гг.
3. Агрохимические методы исследования почв. Коллективная монография / под. ред. А.В. Соколова. М.: Наука, 1975. 656 с.
4. Богомолов Д.В. Почвы Башкирской АССР. М.: Изд. АН СССР, 1954. 296 с.

5. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / под. ред. В.М. Катцова, С.М. Семенова. Росгидромет, 2014. 1010 с.
6. Вадюнина, А.Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
7. Габбасова И.М., Гарипов Т.Т., Галимзянова Н.Ф. и др. Использование удобрения на основе сплавнины для повышения плодородия эродированного чернозема типичного // Агрохимия. 2014. № 6. С. 35-42.
8. Габбасова И.М., И.М., Гарипов Т.Т., Сидорова Л.В. и др. Использование куриного помета как удобрения на агрочерноземе Южного Предуралья // Агрохимия. 2016. № 8. С. 30-35.
9. Габбасова И.М., Сулейманов Р.Р., Гарипов Т.Т. и др. Использование местных удобрений, почвенного гриба *trichoderma koningii* oudem и no-till обработки для улучшения агрочернозема в Южном Предуралье // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 5. С. 1004-1012. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.5.1004rus
10. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. Климатический центр Росгидромета. Санкт-Петербург. 2017. 106 с.
11. Дорогая Е.С., Сулейманов Р.Р., Сайфуллин И.Ю. и др. Эрозионная устойчивость целинного чернозема и чернозема с классическим и no-till видами обработки в условиях моделируемого сильного ливня // Социально-экологические технологии. 2022. Т. 12. № 2. С. 155-170. DOI: 10.31862/2500-2961-2022-12-2-155-170
12. Ильбулова Г.Р., Суюндуков Я.Т., Семенова И.Н. и др. Влияние ресурсосберегающей технологии no-till на агрофизические и биологические свойства чернозема обыкновенного Башкирского Зауралья // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 4. С. 66-71. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_4_66
13. Каипов Я.З., Сафин Х.М. Оптимизация систем земледелия в условиях повышения засушливости климата в степной зоне Южного Урала // Вопросы степеведения. 2022. № 2. С. 72-80. DOI: 10.24412/2712-8628-2022-2-72-80
14. Лысак Г.Н. Агротехника защищает землю Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1983. 89 с.
15. Мещерская А.В. Изменение скорости ветра на севере России во второй половине XX века по приземным и аэрологическим данным // Метеорология и гидрология. 2006. № 9. С. 46-57.
16. Метеорологические ежемесячники и ежегодники. / Росгидромет. ФГБУ «Башкирское УГМС». 1997-2013 гг.
17. Мулдашев, А.А., Абрамова, Л.М., Голованов Я.М. Конспект адвентивных видов растений Республики Башкортостан. Уфа: Башк. энцикл., 2017. 168 с.
18. Семенюк О.В. Влияние современных комплексных органоминеральных удобрений на засухоустойчивость и урожайность озимой пшеницы // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56. № 3. С. 24-31.
19. Скороходов В.Ю. Биологический фактор воспроизводства гумуса и поддержания плодородия почвы в условиях степной зоны Южного Урала // Плодородие. 2021. № 2 (119). С. 55-59. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.15
20. Соболев Н.В., Габбасова И.М., Комиссаров М.А. и др. Эродированные почвы Зауральской степной зоны и оценка их состояния в условиях изменения климата // Известия Уфимского научного центра РАН. 2015. № 4 (1). С. 143-146.

21. Сулейманов А.Р., Назырова Ф.И., Гарипов Т.Т. и др. Влияние водной и ветровой эрозии на буферные свойства почв степных районов Республики Башкортостан // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 5. С. 41-45. DOI: [10.31857/S2500262721050082](https://doi.org/10.31857/S2500262721050082)
22. Толчельников Ю.С. Эрозия и дефляция почв. Способы борьбы с ними: учебное пособие. М.: Агропромиздат, 1990. 158 с.
23. ТСН 23-357-2004 РБ «Строительная климатология Республики Башкортостан». Уфа. 2005. 102 с.
24. Gabbasova I.M., Suleimanov R.R., Khabirov I.K. et al. Assessment of the agrochernozem status in Trans-Ural steppe under application of no-till management system // Russian Agricultural Sciences. 2015. Т. 41. № 1. С. 34-39.
25. Suleymanov A., Gabbasova I., Suleymanov R. et al. Mapping soil organic carbon under erosion processes using remote sensing // Hungarian Geographical Bulletin. 2021. V. 70 (1). P. 49-64. DOI: [10.15201/hungeobull.70.1.4](https://doi.org/10.15201/hungeobull.70.1.4)
26. Suleymanov A., Gabbasova I., Suleymanov R. et al. The retrospective monitoring of soils under conditions of climate change in the Trans-Ural region (Russia) // Journal of Water and Land Development. 2022a. № 55 (X–XII). P 84-90. DOI: [10.24425/jwld.2022.142308](https://doi.org/10.24425/jwld.2022.142308)
27. Suleymanov A., Polyakov V., Komissarov M. et al. Biophysicochemical properties of the eroded southern chernozem (Trans-Ural Steppe, Russia) with emphasis on the ¹³C NMR spectroscopy of humic acids // Soil and Water Research. 2022b. V.17 P. 222-231. DOI: [10.17221/52/2022-SWR](https://doi.org/10.17221/52/2022-SWR)

Цитировать как

Габбасова И.М., Соболев Н.В., Гарипов Т.Т. Изменение климата и риск деградации почв в зауральской степи Республики Башкортостан // Экобиотех, 2023. Т. 6 (1). С. 45-52. DOI: [10.31163/2618-964X-2023-6-1-45-52](https://doi.org/10.31163/2618-964X-2023-6-1-45-52), EDN: PUFBZO

Cited as

Gabbasova I.M., Sobol N.V., Garipov T.T. The climate change and risk of soil degradation in the trans-ural steppe of the Republic of Bashkortostan. *Ekobiotekh.* 2023. V. 6 (1). P. 45-52. DOI: [10.31163/2618-964X-2023-6-1-45-52](https://doi.org/10.31163/2618-964X-2023-6-1-45-52), EDN: PUFBZO (In Rus.)