

**Агрочвоведение и агроэкология**

УДК 63.8: 631.415.12:631.445.4

DOI:10.31857/S2500262721050082

**ВЛИЯНИЕ ВОДНОЙ И ВЕТРОВОЙ ЭРОЗИИ  
НА БУФЕРНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СТЕПНЫХ РАЙОНОВ  
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН\***

**А.Р. Сулейманов<sup>1</sup>**, аспирант,  
**Ф.И. Назырова<sup>1</sup>, Т.Т. Гарипов<sup>1</sup>**, кандидаты сельскохозяйственных наук,  
**Р.Р. Сулейманов<sup>1</sup>**, доктор биологических наук, **И.Ф. Адельмурзина<sup>2</sup>**, старший преподаватель,  
**И.М. Габбасова<sup>1</sup>**, доктор биологических наук

<sup>1</sup>Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН,  
450054, Уфа, просп. Октября, 69

<sup>2</sup>Башкирский государственный университет,  
450076, Уфа, ул. Заки Валиди, 32  
E-mail: soils@mail.ru

*В работе изучены особенности влияния ветровой и водной эрозии на агрегатный состав, химические свойства и кислотно-основную буферность степных черноземов Республики Башкортостан. Исследования проводили на черноземах типичном, типичном карбонатном и выщелоченном, которые располагаются в пределах Предуралья и Зауралья республики, и находятся в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования. Длительная обработка почв приводит к развитию водной и ветровой эрозии. В эродированных почвах отмечается изменение агрегатного состава – происходит уменьшении доли частиц размером менее 1 мм с 49,8 до 22,1 % и количества агрегатов размером более 1 мм с 50,2 до 77,9 %, по сравнению с неэродированными аналогами. В переотложенных эрозионных наносах доля агрегатов размером менее 1 мм достигает 76,8 %. Также происходит снижение содержания гумуса в среднем на 1 %, а в составе поглощенных оснований – кальция и магния на 14 и 2 смоль(экв)/кг соответственно. Изменение агрегатного состояния и химических свойств эродированных почв приводит к трансформации кислотно-основной буферности. У чернозема типичного карбонатного буферные свойства в кислотном интервале сохраняются на уровне неэродированных аналогов (площадь буферности на эродированных участках составляет 29,3, а на не эродированных – 30,1 см<sup>2</sup>), но снижаются в щелочном интервале с 17,5 до 14,9 см<sup>2</sup>. У чернозема типичного и выщелоченного в среднем отмечается снижение буферности как в кислотном (с 22,2 до 10,2 см<sup>2</sup>), так и в щелочном (с 25,1 до 18,5 см<sup>2</sup>) интервале.*

**WATER AND WIND EROSION INFLUENCE ON BUFFERING CAPACITY  
OF SOILS OF REPUBLIC BASHKORTOSTAN STEPPE REGIONS**

**Suleymanov A.R.<sup>1</sup>, Nazyrova F.I.<sup>1</sup>, Garipov T.T.<sup>1</sup>,  
Suleymanov R.R.<sup>1</sup>, Adelmurzina I.F.<sup>2</sup>, Gabbasova I.M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Ufa Institute of Biology UFRC RAS,  
450054, Ufa, pr. Oktyabrya, 69

<sup>2</sup>Bashkir State University,  
450076, Ufa, ul. Zaki Validi, 32  
E-mail: soils@mail.ru

*The work aims to assess the influence of wind and water erosion on the aggregate composition, chemical properties and acid-base buffering of steppe Chernozems of the Republic of Bashkortostan (Russia). The research was conducted on Haplic Chernozems, Haplic Chernozems Endosalic and Luvic Chernozems, which are located within the Urals and Trans-Urals, and are under intensive agricultural use. Long-term soil cultivation leads to the development of water and wind erosion. The change in the aggregate composition of eroded soils is noted - there is a decrease in the proportion of aggregates smaller than 1 mm from 49,8 to 22,1% and an increase of more than 1 mm from 50,2 to 77,9% compared with non-eroded analogs. The share of aggregates less than 1 mm reaches 76,8 % in the redeposited erosion sediments. There is also a decrease in humus content by an average of 1 %, in the composition of absorbed bases – calcium by 14 and magnesium by 2 smol(eq)/kg. Changes in the aggregate state and chemical properties of eroded soils contribute to the transformation of acid-base buffering. In Haplic Chernozems Endosalic buffer properties in the acid interval remain at the level of non-eroded analogs (buffer area is 29,3 cm<sup>2</sup> in eroded plots and 30,1 cm<sup>2</sup> in non-eroded plots) but decrease in the alkaline interval from 17,5 to 14,9 cm<sup>2</sup>. The Haplic Chernozems and Luvic Chernozems on average shows a decrease in buffering in both acid (from 22,2 to 10,2 cm<sup>2</sup>) and alkaline (from 25,1 to 18,5 cm<sup>2</sup>) ranges.*

**Ключевые слова:** химические свойства почв, чернозем, водная и ветровая эрозия, буферность

**Key words:** chemical properties of soils, chernozem, water and wind erosion, soil buffer capacity

Глобальное изменение климата оказывает значительное влияние на функционирование наземных экосистем, в том числе на почвенный покров. Показано, что с потеплением климата усиливается развитие водной и ветровой эрозии почв, при этом максимальные темпы

эрозионных процессов отмечаются в полусухих областях [1]. Эти процессы приводят к деградации почвенного покрова, нарушению экологических функций почв, что в конечном итоге создает угрозу наземным экосистемам, и приводит к ухудшению состояния окру-

\*Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-00326-19-00 по теме № АААА-А18-118022190102-3

жающей среды [2]. Наиболее подвержены эрозии пахотные почвы, в которых происходит разрушение агрономически ценных почвенных агрегатов, изменение гранулометрического состава и водоудерживающей способности, снижение содержания органического вещества и питательных элементов [3].

В почвенном покрове Республики Башкортостан также отмечается повышение интенсивности эрозионных процессов [4]. В целом природные условия региона при совокупном антропогенном влиянии создают предпосылки для развития водной и ветровой эрозии. Эрозии подвержено около 30 % площади республики, доля эродированных почв на пахотных землях достигает 60 % [5].

Кислотно-основная буферность – интегральный показатель агроэкологического состояния почвы [6, 7], а буферные свойства определяются агрегатным составом, гумусным состоянием и составом почвенно-поглощающего комплекса (ППК) [8].

Цель исследований – оценка изменения кислотно-основной буферности черноземных почв, подверженных водной и ветровой эрозии.

**Методика.** Работу проводили на землях, длительное время находящихся в сельскохозяйственном использовании. Участок № 1 расположен в Давлекановском районе республики (д. Раево: N 54.094430, E 55.172917) в Южной лесостепной зоне. Рельеф – возвышенно-равнинный и равнинно-увалистый, отмечается интенсивное проявление ветровой и водной эрозии, почвенный покров представлен черноземом типичным карбонатным.

Участок № 2 находится в Зианчуринском районе (с. Новые Чебенки: N 52.192896, E 56.340866) в Предуральской лесостепной зоне. Рельеф – равнинно-увалистый, проявление интенсивной водной и ветровой эрозии, почвенный покров – чернозем выщелоченный.

Участок № 3 расположен в Зилаирском районе (с. Ямансаз: N 52.288229, E 57.994213) в Зауральской степной зоне. Рельеф – равнинно-увалистый, интенсивное проявление ветровой и слабое – водной эрозии, почвенный покров – чернозем типичный (см. рисунок).

Почвенные образцы отбирали с поверхности гумусово-аккумулятивных горизонтов на участках, подверженных водной и ветровой эрозии, эрозионных перетолженных наносов и неэродированных аналогов. Химические и физико-химические свойства, а также агрегатный состав определяли принятыми в почвоведении

методами [9, 10]. Коэффициент устойчивости почв к эрозии рассчитывали согласно методике А. Кадамова, И.И. Икромова [11].

Для оценки буферной способности определяли буферную площадь (см<sup>2</sup>) в кислотно-основном интервале по формуле трапеции с использованием метода непрерывного потенциометрического титрования [6, 7, 12], результаты анализов обрабатывали статистическими методами: изменения в агрегатном составе эродированных почв, по сравнению с неэродированными аналогами – методом оценки разности средних по критерию Стьюдента, химические свойства почв – определением среднего значения и стандартной ошибкой среднего [9].

**Результаты и обсуждение.** Анализ агрегатного состояния показал, что в неэродированных почвах среднее содержание частиц размером более 1 мм и менее 1 мм в среднем составляет 50,2 и 49,8 % соответственно, при этом коэффициент устойчивости почв к эрозии изменяется в пределах 0,7...1,5. В почвах, подверженных водной и ветровой эрозии происходит снижение содержания агрегатов размером < 1 мм в среднем до 22,1 % (коэффициент устойчивости – 2,7...5,5), а в эрозионных наносах наоборот рост величины этого показателя в среднем до 76,8 % (коэффициент устойчивости – 0,1...0,4) (табл. 1). Такое изменение агрегатного состава эродированных почв и эрозионных наносов в целом характерно при развитии эрозионных явлений.

Процессы эрозии и переотложения почв также служат ключевым фактором транслокации и трансформации органического вещества почв [13]. Это объясняется тем, что при развитии эрозионных процессов из почвы в первую очередь вымывается или выдувается мелкозем с максимальным содержанием органического вещества и питательных элементов [14].

Анализ содержания гумуса в неэродированных почвах показал, что в черноземе типичном карбонатном (участок № 1) оно в среднем составляет 6,8 %, в черноземе выщелоченном (участок № 2) – 5,9 % и в черноземе типичном (участок № 3) – 6,3 %. В результате развития эрозионных процессов произошло снижение содержания органического вещества на 0,7, 0,7 и 1,6 % соответственно (табл. 2). В эрозионных наносах величины этого показателя были приближены к неэродированным почвам.

Содержание поглощенных оснований в составе ППК в изученных почвах участков в целом соответствует региональным особенностям и обусловлено их генезисом [15]. Количество поглощенного кальция в неэродированных вариантах почв на черноземе типичном карбонатном в среднем на 10 смоль(экв)/кг выше, по сравнению с черноземом выщелоченным, и на 4 смоль(экв)/кг выше, чем в черноземе типичном. Соответственно соотношение содержания поглощенного кальция к магнию. При этом содержание поглощенного магния в составе ППК почв изученных участков стабильно и изменяется в пределах 4...10 смоль(экв)/кг. Во всех эродированных почвах содержание кальция в среднем снизилось на 14, магния – на 2 смоль(экв)/кг. В эрозионных наносах величины этих показателей близки к уровню неэродированных почв (см. табл. 2).

Соответственно генезису были закономерны и различия в реакции среды почв: слабо щелочная, около 7,7 ед. рН<sub>вод.</sub> в черноземе типичном карбонатном; нейтральная – 6,8 ед. в черноземе типичном и близкая к нейтральной – 6,5 ед. в черноземе выщелоченном. В эродированных почвах и эрозионных наносах изменения величины рН не отмечали.



**Рисунок. Объекты исследования**  
(участок № 1 – чернозем типичный карбонатный,  
участок № 2 – чернозем выщелоченный,  
участок № 3 – чернозем типичный).

**Табл. 1. Агрегатный состав черноземов в зависимости от развития эрозионных процессов**

№ точки, мощность пахотного горизонта или эрозионного наноса, характеристика	Содержание фракций при сухом просеивании, %			Коэффициент устойчивости	
	> 1 мм	< 1 мм	в том числе < 0,25 мм		
Участок № 1, Давлекановский район (с. Раево), чернозем типичный карбонатный					
1. Апах, 0...21 см, ветровая эрозия	77,7	22,3	19,9	3,5	
2. Апах, 0...28 см, незэродированный	41,7	58,3	49,5	0,7	
3. Эрозионный нанос, 0...19 см	11,9	88,1	61,7	0,1	
4. Апах, 0...28 см, незэродированный	49,5	50,5	48,5	1,0	
5. Апах, 0...28 см, незэродированный	46,6	53,4	29,6	0,9	
6. Апах, 0...23 см, водная эрозия	75,9	24,1	20,6	3,1	
7. Апах, 0...28 см, незэродированный	57,5	42,5	32,2	1,4	
8. Апах, 0...28 см, незэродированный	49,8	50,2	43,4	1,0	
9. Апах, 0...28 см, водная эрозия	73,1	26,9	23,2	2,7	
10. Апах, 0...28 см, незэродированный	45,2	54,8	49,4	0,8	
Участок № 2, Зианчуринский район (с. Новые Чебенки), чернозем выщелоченный					
11. Апах, 0...28 см, незэродированный	48,9	51,1	28,4	1,0	
12. Апах, 0...17 см, водная эрозия	78,3	21,7	6,5	3,6	
13. Апах, 0...28 см, незэродированный	45,3	54,7	28,3	0,8	
14. Эрозионный нанос, 0...4 см	23,7	76,3	31,6	0,3	
15. Апах, 0...28 см, незэродированный	58,2	41,8	20,9	1,4	
Участок № 3, Зилаирский район (с. Ямансаз), чернозем типичный					
16. Эрозионный нанос, 0...12 см	21,3	78,7	48,2	0,3	
17. Апах, 0...20 см, незэродированный	45,7	54,3	10,8	0,8	
18. Апах, 0...18 см, водная эрозия	84,5	15,5	0,7	5,5	
19. Апах, 0...20 см, незэродированный	47,3	52,7	34,1	0,9	
20. Апах, 0...20 см, незэродированный	56,3	43,7	18,4	1,3	
21. Эрозионный нанос, 0...3 см	28,2	71,8	39,3	0,4	
22. Апах, 0...20 см, незэродированный	60,2	39,8	27,6	1,5	
23. Эрозионный нанос, 0...1 см	30,9	69,1	46,6	0,4	
Оценка разности средних по критерию Стьюдента (p=0,95)	незэродированные/эродированные	d=10,67 > tst=2,1	td=11,11 > tst=2,1	td=3,21 > tst=2,1	td=5,59 > tst=2,1
	незэродированные/эрозионный нанос	td=7,32 > tst=2,1	td=7,34 > tst=2,1	td=2,16 > tst=2,1	td=8,07 > tst=2,1

Кислотно-основное состояние почв (кислотно-основная буферность) обуславливает многочисленные особенности поведения химических элементов в почве, связанные с режимом органического вещества, элементами минерального питания и их подвижностью, агрегатным составом [6, 7].

Площадь буферности всех почвенных образцов чернозема типичного карбонатного в кислотном интервале превышала величину этого показателя в щелочном интервале в 1,3...2,0 раза (см. табл. 2). Более значимое влияние эрозионных процессов на буферную способность почвы, относительно незэродированных аналогов, отмечено в щелочном интервале. Такая устойчивость к протонированию этого типа почвы закономерна для всех черноземов, образующихся на карбонатных почвообразующих породах [12].

Черноземы типичные, по сравнению с другими подтипами черноземов региона, стабильно устойчивы

против подкисления и подщелачивания [8]. В незэродированных почвах этого типа площадь буферности в кислотном интервале больше, чем в щелочном, на 5...10 см<sup>2</sup>. В более ранних наших исследованиях буферной способности эродированных зональных типов черноземных почв региона показано, что при сельскохозяйственном использовании с ростом эродированности почв это соотношение может меняться на противоположное [8]. Так, в черноземе типичном в условиях сильно эродированного участка (точка № 18) буферная площадь в кислотном интервале была в 2 раза меньше, чем в щелочном (см. табл. 2). Кроме того, в этой точке выявлено минимальное количество поглощенного кальция – 9 смоль(экв)/кг против 35...38 смоль(экв)/кг на незэродированных участках, а реакция среды почвы уменьшилась на одну единицу pH. Такие физико-химические изменения, вероятно, выступают следствием вымывания мелкозема, снижения мощности гумусо-

**Табл. 2. Химические свойства черноземов в зависимости от развития эрозионных процессов**

№ точки, мощность пахотного горизонта или эрозионного наноса, характеристика	pH <sub>вод</sub>	Гумус	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Площадь буферности, см <sup>2</sup>	
		%	смоль(экв)/кг почвы		Sk*	Щц*
Участок № 1, Давлекановский район (с. Раево), чернозем типичный карбонатный						
1. Апах, 0...21 см, ветровая эрозия	7,3±0,2	5,8±0,2	32±2	4±1	31,7±2,7	12,5±2,3
2. Апах, 0...28 см, незэродированный	7,7±0,3	7,0±0,3	42±2	4±1	29,6±2,9	15,7±1,5
3. Эрозионный нанос, 0...19 см	7,9±0,2	7,0±0,3	46±3	5±2	33,8±1,8	16,0±3,1
4. Апах, 0...28 см, незэродированный	7,8±0,1	7,2±0,2	39±2	6±1	33,2±1,7	14,3±2,1
5. Апах, 0...28 см, незэродированный	7,4±0,2	7,3±0,4	36±1	5±1	24,9±2,3	18,2±2,2
6. Апах, 0...23 см, водная эрозия	7,8±0,3	6,0±0,2	32±3	4±1	26,3±3,4	13,7±2,7
7. Апах, 0...28 см, незэродированный	7,2±0,2	6,5±0,3	37±2	5±1	25,5±2,4	21,5±1,6
8. Апах, 0...28 см, незэродированный	7,9±0,1	6,8±0,1	37±2	4±1	33,0±1,6	19,3±1,8
9. Апах, 0...28 см, водная эрозия	7,8±0,2	6,6±0,2	19±4	5±2	30,0±3,9	18,4±2,5
10. Апах, 0...28 см, незэродированный	7,8±0,3	5,8±0,3	30±2	4±1	34,5±2,1	15,9±1,6
Участок № 2, Зианчуринский район (с. Новые Чебенки), чернозем выщелоченный						
11. Апах, 0...28 см, незэродированный	6,6±0,3	6,1±0,2	26±2	10±1	18,3±1,8	23,0±2,0
12. Апах, 0...17 см, водная эрозия	6,4±0,2	5,2±0,2	20±3	5±2	12,6±2,6	20,5±3,1
13. Апах, 0...28 см, незэродированный	6,5±0,2	5,0±0,3	21±2	9±1	24,2±2,1	24,7±2,4
14. Эрозионный нанос, 0...4 см	6,6±0,3	4,4±0,4	15±4	6±2	10,8±2,7	11,4±2,9
15. Апах, 0...28 см, незэродированный	7,0±0,4	6,6±0,4	36±1	6±1	28,4±1,4	18,9±2,4
Участок № 3, Зилаирский район (с. Ямансаз), чернозем типичный						
16. Эрозионный нанос, 0...12 см	7,0±0,3	6,0±0,2	34±2	9±2	26,4±3,6	25,1±3,0
17. Апах, 0...20 см, незэродированный	6,9±0,3	6,6±0,1	35±2	10±2	23,1±2,2	24,6±2,1
18. Апах, 0...18 см, водная эрозия	5,6±0,2	4,7±0,3	9±3	5±2	7,7±2,9	16,5±3,3
19. Апах, 0...20 см, незэродированный	6,8±0,2	6,4±0,2	34±1	8±1	21,9±2,1	22,7±2,4
20. Апах, 0...20 см, незэродированный	5,5±0,3	6,2±0,3	24±2	9±1	15,2±1,8	34,5±2,3
21. Эрозионный нанос, 0...3 см	6,8±0,1	5,9±0,2	37±4	7±2	25,9±3,1	24,9±3,1
22. Апах, 0...20 см, незэродированный	6,7±0,1	5,9±0,3	38±1	7±1	22,8±2,0	30,0±2,4
23. Эрозионный нанос, 0...1 см	6,6±0,2	6,2±0,1	34±3	9±2	23,7±3,4	26,0±2,8

\*Sk – площадь буферности в кислотном интервале, Щц – площадь буферности в щелочном интервале.

во-аккумулятивного горизонта, постепенного выхода на дневную поверхность почвообразующей породы с последующим вертикальным вымыванием карбонатов, а, следовательно, и кальцийсодержащих гумусовых соединений. Более кислую реакцию среды могли создать разложившиеся щебни охристо-глинистых сланцев.

Площадь буферности чернозема выщелоченного варьирует. Например, в точке 11 она в щелочном интервале превышает величину этого показателя в кислотном интервале на 4,7 см<sup>2</sup>, в точке 13 – площади буферности равны, а в точке 15 – площадь в кислотном интервале выше, чем в щелочном, на 9,5 см<sup>2</sup>. В то же время буферная способность на эродированном участке и в эрозионном наносе снизилась как в кислотном, так и в щелочном интервале примерно в 1,5 раза.

Все физико-химические процессы обмена катио-

нов в ППК, определяющие общую буферную способность почвы, зависят от соотношения содержания в почве обменного кальция и магния, общего гумуса и ее коллоидной части [6, 7], которые в первую очередь испытывают отрицательное воздействие эрозионных процессов [16], вероятно, поэтому в эродированных почвах и эрозионных наносах обнаружены тесные положительные коррелятивные связи между буферной способностью к подкислению и содержанием общего гумуса (r= 0,91), обменного кальция (r= 0,80) и величиной pH (r= 0,88). В этих же почвах и наносах буферность в щелочном интервале тесно коррелирует с содержанием поглощенного магния (r= 0,81).

В незэродированных почвах корреляционная связь в кислотном интервале отсутствовала или была слабо выраженной для гумуса (r= 0,30) и поглощенного каль-

ция ( $r=0,52$ ), а в щелочном интервале отмечалась для поглощенного магния ( $r=0,67$ ), при этом связь буферности в кислотном интервале с поглощенным магнием оказалась отрицательной ( $r=-0,79$ ). Предположительно, это объясняется усилением процесса образования кальциево-гумусовых соединений в результате уменьшения кислотности почв в условиях изначально большей подвижности магния и способностью перемещения его соединений по профилю почвы, которая усиливается при развитии эрозионных процессов.

В составе агрегатов размером менее 1 мм наиболее подвержены выдуванию и вымыванию отдельности размером менее 0,25 мм [17, 18]. Для эродированных почв и наносов отмечена положительная корреляционная связь между содержанием микроагрегатов (< 0,25 мм) и гумуса ( $r=0,61$ ), а также поглощенного кальция ( $r=0,79$ ) и магния ( $r=0,56$ ). Это позволяет предположить, что вместе с мелкоземом в составе гумуса выносятся фракции органического вещества, связанные с кальцием и магнием. Соответственно, отмечена положительная корреляционная связь между микроагрегатным составом и буферностью почвы как в кислотном ( $r=0,59$ ), так и в щелочном ( $r=0,71$ ) интервале.

Таким образом, в результате развития водной и ветровой эрозии в черноземных почвах отмечены изменения агрегатного состава, трансформация почвенно-поглощающего комплекса и снижение содержания гумуса, что в конечном итоге приводит к изменению кислотно-основной буферности.

У эродированного чернозема типичного карбонатного буферные свойства в кислотном интервале сохраняются на уровне незэродированных аналогов, но снижаются в щелочном интервале. У чернозема типичного и выщелоченного отмечается уменьшение буферности как в кислотном, так и в щелочном интервале.

#### Литература.

1. Ma X., Zhao C., Zhu J. Aggravated risk of soil erosion with global warming – A global meta-analysis // *Catena*. 2021. Vol. 200. P. 105129.
2. Examining the soil erosion responses to ecological restoration programs and landscape drivers: A spatial econometric perspective / C. Jiang, L. Zhao, J. Dai, et al. // *J. Arid Environ*. 2020. Vol. 183. P. 104255.
3. Tillage-induced surface soil roughness controls the chemistry and physics of eroded particles at early erosion stage / T. Hou, T.R. Filley, Y. Tong, et al. // *Soil Tillage Res*. 2021. Vol. 207. P. 104807.
4. Изменение эродированных почв во времени в зависимости от их сельскохозяйственного использования в Южном Предуралье / И.М. Габбасова, Р.Р. Сулейманов, И.К. Хабиров и др. // *Почвоведение*. 2016. № 10. С. 1277–1283.
5. Хазиев Ф.Х. Экология почв Башкортостана. Уфа: Гилем, 2012. 311 с.
6. Надточий П.П. Кислотно-основная буферность – критерий агроэкологического состояния почв // *Почвоведение*. 1998. № 10. С. 18–24.
7. Надточий П.П., Мыслыва Т.Н. Эталонные величины кислотности-основности дерново-подзолистых почв для фонового мониторинга // *Агрохимия*. 2014. № 3. С. 83–89.
8. Назырова Ф.И., Гарипов Т.Т. Кислотно-основная буферность типичных и выщелоченных черноземов Предуралья при различной степени их эродированности // *Известия Уфимского научного центра РАН*. 2016. № 12. С. 23–27.
9. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
10. Теории и методы физики почв / Под. ред. Е.В. Шейна и Л.О. Карпачевского. М.: Гриф и К, 2007. 616 с.
11. Кадамов А., Икромов И.И. Интенсивность проявления ветровой эрозии в верховьях Ишкашимского района ГБАО // *Кишоварз*. 2014. № 4. С. 91–94.
12. Назырова Ф.И. Влияние удобрений на буферные свойства чернозема типичного карбонатного // *Агрохимия*. 2002. № 2. С. 5–12.
13. Aggregate-associated soil organic carbon dynamics as affected by erosion and deposition along contrasting hillslopes in the Chinese Corn Belt / Y. Zhu, D. Wang, X. Wang, et al. // *Catena*. 2021. Vol. 199. P. 105106.
14. Кирюхина З.П., Пацукевич З.В. Эрозионная деградация почвенного покрова России // *Почвоведение*. 2004. № 6. С. 752–758.
15. Почвы Башкортостана. Т. 1: Эколого-генетическая и агропроизводственная характеристика / Под ред. Ф.Х. Хазиева. Уфа: Гилем, 1995. 384 с.
16. Петелько А.И. Влияние водной эрозии на агрохимические и физические свойства почв // *Агрохимический вестник*. 2007. № 5. С. 5–7.
17. Influence of wind erosion on dry aggregate size distribution and nutrients in three steppe soils in northern China / Y. Yan, X. Wang, Z. Guo, et al. // *Catena*. 2018. Vol. 170. P. 159–168.
18. Impact of soil water erosion processes on catchment export of soil aggregates and associated SOC / S. Wei, X. Zhang, N. B. McLaughlin, et al. // *Geoderma*. 2017. Vol. 294. P. 63–69.

Поступила в редакцию 09.02.2021

После доработки 23.06.2021

Принята к публикации 13.08.2021