

## ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСТСЕЛИТЕЛЬНЫХ ГЕОСИСТЕМ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Голеусов П.В., Артищев В.Е., Морабандза К.-Б.

*ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия (308015, Белгород, ул. Победы, 85), e-mail: Goleusov@bsu.edu.ru*

В статье представлены результаты исследования химического состава новообразованных почв и материнских пород, характерных для геосистем заброшенных сельских населённых пунктов в Белгородской области. Территория заброшенных деревень является ареной процессов ренатурации природных компонентов. На культурном слое бывших поселений происходит воспроизводство почвенного покрова, протекают регенерационные сукцессии. Функционирование молодых геосистем способствует самоочищению верхних горизонтов почв и корнеобитаемого слоя от поллютантов. Однако даже после нескольких десятилетий ренатурации геохимические аномалии бывших поселений имеют существенные отличия от фоновых ландшафтов: повышенное содержание биогенных и зольных элементов, тяжёлых металлов, щелочная реакция среды. Нецелесообразно без рекультивации переводить эти земли в пахотные угодья. Более экологически обоснованным является перевод их в земли ренатурационного фонда – элементы экологических сетей.

Ключевые слова: экогеохимия, геохимические аномалии, педолитоседименты, новообразованные почвы, экологическая ренатурация, самоочищение почв, тяжёлые металлы

## ECOGEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF ABANDONED RURAL SETTLEMENT ECOSYSTEMS IN THE BELGOROD REGION

Goleusov P.V., Artishchev V.E., Morabandza K.-B.

*Belgorod National Research University, Russia (3080015, Belgorod, street Pobedy, 85), e-mail: Goleusov@bsu.edu.ru*

In the article the results of the study of the chemical composition of the newly formed soils and parent rocks, typical of abandoned rural settlement geosystems in the Belgorod region are presented. The area of the abandoned villages is the scene of environmental renaturation of natural components. On the cultural layer of the former settlements reproduction of soil occurs, the regenerative successions proceed. Functioning of Young Geosystems helps cleanse the upper layers of soil and root zone of the pollutants. However, even after decades of renaturation geochemical anomalies former settlements have significant differences from the background of landscapes: they have high content of nutrients and mineral elements, heavy metals, alkaline reaction of soil solution. It is not practical to make transfer of these lands to arable lands without reclamation. More environmentally sound is to transfer them into the land of Renaturation Reserve - elements of ecological networks.

Keywords: Environmental Geochemistry, geochemical anomalies, pedolithosediments, newly formed soil, environmental renaturation, self-purification of soil, heavy metals

В аграрных регионах России, к которым относится и Белгородская область, в XX веке начался процесс сокращения числа сельских населённых пунктов вследствие развития процесса урбанизации, смены форм хозяйствования, а также по экономическим причинам. Есть все основания считать, что этот процесс будет продолжаться и в XXI веке – до тех пор, пока не будет достигнут минимальный уровень потребности крупных сельхозпроизводителей в трудовых ресурсах, а процесс переселения в село горожан, решивших сменить городской образ жизни на сельский, не станет компенсировать отток сельского населения в города. Так или иначе, облик сельской местности существенно изменится, приобретая черты урбанизированного ландшафта с более компактным

проживанием населения, при общем значительном сокращении числа бывших сельских населённых пунктов [8]. Исследование процесса сокращения числа сельских поселений имеет, кроме социально-экономической составляющей, также и естественнонаучную, часто рассматриваемую в совокупности с процессом забрасывания сельскохозяйственных угодий [5].

Заброшенные деревни представляют собой особый тип постселитебных геосистем, находящихся в состоянии экологической ренатурации [4]. Их функционирование включает: 1) протекание постагрогенных сукцессий (зарастание огородов, смена культурных (садовых и декоративных) насаждений естественными, вселение дикой фауны); 2) регенерационное почвообразование; 3) самоочищение почв и культурных слоёв от накопленных в них за период селитебного функционирования загрязняющих веществ; 4) разрушение построек и деструкцию строительных материалов и др. В данной статье особое внимание уделяется геохимической трансформации посттехногенных геосистем. Актуальность исследования данного аспекта ренатурации заброшенных сельских поселений связана, во-первых, с возможным повторным использованием их территорий в качестве пашни (что порождает опасность загрязнения сельскохозяйственной продукции), а во-вторых, с необходимостью учёта влияния геохимических свойств этих геосистем на протекание процессов ренатурации, что необходимо для их прогнозирования.

### **Объекты и методы**

В Белгородской области за последние 60 лет в состояние «заброшенности» перешло более 290 сельских населённых пунктов общей площадью более 19 тыс. га [1]. Длительность существования сельских поселений составляет в ряде случаев более чем 300-летний период – с момента создания Белгородской засечной черты, под защитой которой численность населения существенно возросла [6]. Решающими факторами при выборе мест для основания населённых пунктов были защитные свойства территории, близость источников водоснабжения, строительного материала и топлива, а также плодородных почв, которые могут быть легко вовлечены в использование под пашню. В результате учёта этих факторов поселенцами сельские населённые пункты формировались в Белгородской области в долинах и у истоков рек, вблизи лесных массивов, что приводило к распашке почв речных долин и освободившихся из-под древесной растительности лесных почв [7].

За период активного существования сельских селитебных ландшафтов в них сформировались геохимические аномалии, связанные с накоплением антропофильных элементов – как вследствие биогенного накопления, так и в результате техногенной аккумуляции в культурных слоях (педолитоседиментах) [2]. После прекращения активного

функционирования этих геосистем на постселитебных землях стали протекать ренатурационные процессы, сопровождающиеся регенерационными сукцессиями биоты и новым почвообразованием с вовлечением в биологический круговорот макро- и микроэлементов культурных слоёв.

В 2014-2015 гг. нами были организованы почвенные и эколого-геохимические обследования территорий бывших населённых пунктов Белгородской области. Всего было исследовано 12 объектов на территории 6 заброшенных хуторов: х. Саенков (14Вез4) Яковлевского р-на, х. Красный Починок (15КП1-2) Ракитянского р-на, х. Степь (15Ст1-2) Ивнянского р-на, х. Кошмановка (14Кош1), Дружный 1 (15Др1-3) и Имени Ленина(15ХЛ1-3) Корочанского р-на. Местоположение объектов исследования показано на рис. 1. Заброшенные населённые пункты располагаются преимущественно в долинах рек, на надпойменных террасах или коренных склонах долин, что связано с оптимальными мезоклиматическими условиями этих типов местности. В геохимическом отношении это – трансэлювиальные и трансэлювиально-аккумулятивные фации ландшафтов кальциевого класса, характерных для лесостепной зоны, с гидрокарбонатно-кальциевым химизмом грунтовых вод, на карбонатных лёссовидных отложениях.

Прекращение существования поселений произошло преимущественно в конце 1990-х годов, однако в ряде случаев забрасывание произошло гораздо раньше – в послевоенный период, в результате укрупнения поселений для концентрации трудовых ресурсов сельскохозяйственного производства. В исследованных нами объектах продолжительность ренатурации составляет около 20 лет.

Забрасывание деревень сопровождается саморазрушением строений, но часто происходил и их демонтаж с целью получения вторичных строительных материалов – преимущественно кирпичей. На остовах домов, развалинах надворных построек, на культурном слое дворов, на заброшенных огородах протекает естественное рецентное (квазипервичное) [3] почвообразование – формируются новообразованные почвы, которые наследуют химический состав культурного слоя, но с течением времени несколько трансформируют его.

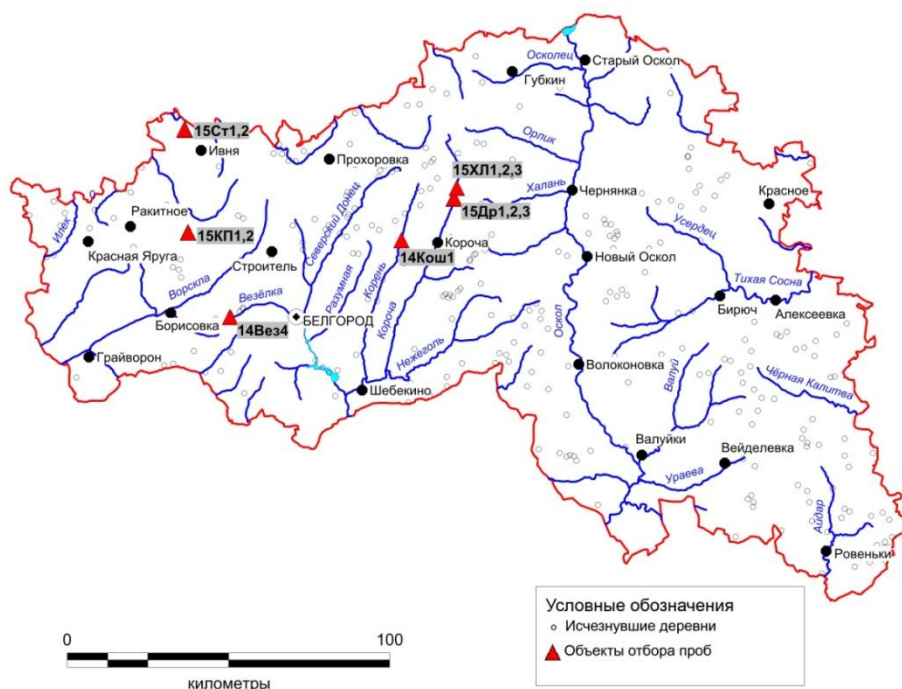


Рис. 1. Расположение объектов исследования

Нами был произведён отбор образцов постагрогенных (залежи на огородах), новообразованных почв (горизонты А и АС) и материнских пород (при наличии таковой в виде отдельного горизонта) для определения их элементного состава. В качестве фоновых значений использованы результаты анализа залежных почв прилегающих к бывшим населённым пунктам агроландшафтов. Анализ элементного состава проводили на рентгенофлуоресцентном спектрометре СПЕКТРОСКАН Макс-GV. Реакцию почвенной среды определяли потенциометрическим методом.

### Результаты и обсуждение

Результаты определения химического состава почв, формирующихся на культурных слоях заброшенных деревень (табл. 1) свидетельствуют о существенном накоплении в них биогенных макроэлементов, а также тяжелых металлов (ТМ), по отношению к фоновым агроландшафтам. Ряд накопления элементов (по кратности превышения фоновых значений) имеет вид: Ca > Sr > P > Na > Zn > Mg > Ni > Mn > Cu > Pb > Ba. В ряде случаев содержание ТМ (в основном, Zn) превышает ПДК для почвы. В целом культурный слой сельских поселений характеризуется накоплением биофильных элементов в большей степени, чем ТМ. Особенно заметно биогенное накопление Ca (в 9-10 раз), Sr (в 3-4 раза), P (в 2-3 раза), Na (в 2 раза), по сравнению с фоном.

Таблица 1

## Содержание некоторых микроэлементов и макроэлементов\* в почвах на культурных слоях заброшенных деревьев

№ объекта	Горизонт (глубина, см)	Ba	Sr	Zn	Ni	Cu	Pb	MnO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O
		ppm							%			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14Вез4	А (0-5)	350,46	86,78	57,32	25,53	23,27	7,09	464,90	3,60	0,23	0,76	0,55
14Вез4	АВ (5-10)	363,22	76,81	52,84	26,84	21,92	8,68	473,54	3,97	0,16	0,86	0,65
14Вез4	ВС (10-37)	386,36	88,85	62,20	30,69	21,99	9,48	491,53	5,26	0,15	0,99	0,90
14Вез4	С (>37)	387,63	140,11	58,53	33,59	28,60	9,96	540,37	7,67	0,13	1,35	1,06
Среднее по профилю		371,92	98,14	57,72	29,16	23,94	8,80	492,59	5,13	0,17	0,99	0,79
Кс**		0,99	1,83	1,23	1,27	1,18	0,92	1,22	5,76	1,87	1,22	1,32
15КП1	А (0-7)	360,46	84,03	54,84	23,50	21,45	8,79	364,12	2,85	0,21	0,66	0,89
15КП1	АС (7-13)	340,95	144,36	65,30	20,78	10,65	9,20	434,22	7,62	0,24	1,12	1,15
15КП1	С(>13)	359,21	149,70	70,69	21,45	15,54	5,53	416,01	7,30	0,32	1,03	0,91
Среднее по профилю		353,54	126,03	63,61	21,91	15,88	7,84	404,78	5,92	0,26	0,94	0,98
Кс**		0,94	2,35	1,36	0,95	0,79	0,82	1,01	6,66	2,86	1,16	1,64
15КП2	А (0-10)	436,92	111,81	75,40	36,93	32,65	18,67	673,88	3,73	0,30	1,02	0,84
15КП2	А <sub>пах</sub> (10-23)	462,23	116,69	65,89	35,75	33,72	11,67	675,39	4,06	0,28	1,06	0,76
Среднее по профилю		449,58	114,25	70,65	36,34	33,18	15,17	674,63	3,90	0,29	1,04	0,80
Кс**		1,20	2,13	1,51	1,58	1,64	1,59	1,68	4,38	3,26	1,28	1,33
15СТ1	А <sub>пах</sub> (0-20)	415,56	302,39	169,64	35,57	25,81	10,70	581,68	12,41	0,25	1,33	1,22
15СТ2	А <sub>пах</sub> (0-20)	375,41	127,37	89,84	25,16	21,79	13,23	587,78	4,26	0,32	0,78	0,81
Среднее по профилю		400,99	233,01	139,11	31,48	24,53	10,74	577,66	9,68	0,27	1,11	1,11
Кс**		1,07	4,35	2,97	1,37	1,21	1,13	1,44	10,87	3,03	1,37	1,85
14Кош1	А <sub>пах</sub> (5-20)	452,77	127,78	83,45	47,55	47,94	16,88	794,77	2,83	0,24	1,11	0,93
14Кош1	А (23-43)	472,37	164,46	79,85	48,86	43,91	16,24	786,50	5,07	0,18	1,10	1,18
14Кош1	АВ <sub>са</sub> (43-69)	450,58	149,98	81,28	46,24	40,94	13,01	729,52	7,00	0,19	1,49	1,18
Среднее по профилю		458,58	147,41	81,52	47,55	44,26	15,38	770,26	4,97	0,20	1,23	1,10
Кс**		1,22	2,75	1,74	2,07	2,19	1,62	1,92	5,58	2,27	1,52	1,83

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
15Др1	A <sub>max</sub> (0-25)	419,82	106,38	72,43	46,88	46,40	14,60	656,42	3,58	0,15	1,17	0,83
15Др1	AB (25-60)	430,32	131,74	83,55	45,93	43,04	11,72	632,96	4,96	0,14	1,24	1,09
15Др1	B <sub>ca</sub> (>60)	409,93	217,31	64,81	43,51	36,48	13,09	579,49	11,55	0,14	1,91	1,49
Среднее по профилю		420,02	151,81	73,60	45,44	41,97	13,14	622,96	6,70	0,15	1,44	1,14
Kc**		1,12	2,83	1,57	1,98	2,08	1,38	1,55	7,52	1,62	1,78	1,89
15Др2	A (0-8)	406,46	206,86	90,18	46,20	40,41	17,49	716,05	8,04	0,32	1,56	1,23
15Др2	AC (8-12)	410,66	208,97	85,00	45,83	38,12	16,85	684,50	8,80	0,26	1,75	1,30
15Др2	C (12-35)	440,60	279,68	104,62	45,69	38,94	18,39	758,48	11,29	0,38	1,95	1,47
Среднее по профилю		419,24	231,84	93,27	45,91	39,16	17,57	719,68	9,38	0,32	1,75	1,33
Kc**		1,12	4,33	1,99	2,00	1,94	1,85	1,79	10,53	3,59	2,16	2,22
15Др3	A (0-10)	384,37	361,93	75,46	38,51	27,47	7,79	517,55	14,55	0,15	2,10	1,63
15Др3	AC (10-17)	379,18	329,50	80,35	38,51	28,56	12,89	594,90	12,22	0,18	1,83	1,49
15Др3	C (17-53)	384,37	361,93	75,46	38,51	27,47	7,79	517,55	14,55	0,15	2,10	1,63
Среднее по профилю		382,64	351,12	77,09	38,51	27,83	9,49	543,33	13,77	0,16	2,01	1,58
Kc**		1,02	6,55	1,65	1,68	1,38	1,00	1,35	15,48	1,73	2,48	2,63
15ХЛ1	A+AC (0-12)	299,68	90,91	49,15	25,32	23,00	6,65	412,67	5,19	0,17	0,79	0,65
Kc**		0,80	1,70	1,05	1,10	1,14	0,70	1,03	5,83	1,90	0,98	1,09
15 ХЛ 2	A+AC (0-12)	307,28	620,90	105,52	26,13	9,93	2,62	446,87	28,32	0,38	2,45	2,21
Kc**		0,82	11,59	2,26	1,14	0,49	0,28	1,11	31,82	4,18	3,02	3,68
Фон (агрола ндшафт ы)	A <sub>max</sub> (0-20)	374,41 ±13,88	53,58 ±7,16	46,78 ±4,55	22,97 ±3,21	20,21 ±3,89	9,52 ±1,12	402,17 ±68,13	0,89 ±0,13	0,09 ±0,01	0,81 ±0,06	0,60 ±0,11

\* в пересчёте на оксид

\*\* Kc = C<sub>i</sub>/C<sub>фон</sub>; C<sub>i</sub> – среднее содержание элемента в объекте; C<sub>фон</sub> – фоновое содержание элемента

Среди ТМ наиболее очевидно накопление Zn и Ni, что связано с их высоким содержанием в золе древесины и каменного угля, которые использовались в качестве топлива. Значительное количество зольных элементов обуславливает щелочную реакцию водной вытяжки новообразованных почв бывших поселений ( $pH_{\text{вод.}} = 8,01 \pm 0,12$ ), в то время как в фоновых пахотных почвах значение этого параметра близко к нейтральному ( $6,37 \pm 0,74$ ).

Накопление биофильных элементов способствует росту биологической продуктивности ренатурационных экосистем, более интенсивному протеканию регенерационных сукцессий. Скорость формирования гумусовых горизонтов новообразованных почв превышает 4 мм/год. При этом в новообразованных почвах происходит некоторое самоочищение от накопленных в культурном слое поллютантов. Нами не было отмечено признаков существенного угнетения растительности на задернованных поверхностях культурных слоёв. Однако, в ситуации уничтожения новообразованных почв поселений, при повторном антропогенном нарушении, угнетающее воздействие повышенных концентраций ТМ может стать более очевидным.

В Белгородской области наметилась тенденция к возвращению территорий заброшенных деревень в сельскохозяйственное использование. После сноса остатков сооружений и расчистки от деревьев производится распашка почв, в том числе культурных слоёв. Примером является х. Степь в Ивнянском р-не, где в ходе полевых обследований нами обнаружено, что на месте бывших строений и дворов, снесённых с целью распашки, наблюдаются признаки угнетения сельскохозяйственных культур или совсем отсутствуют всходы. В пахотной почве данного объекта наблюдается значительное превышение фона по содержанию Zn (см. объекты 15Ст1-2 в табл. 1). С точки зрения экологической безопасности распашка культурных слоёв бывших сельских поселений нежелательна, так как при этом в биологический круговорот агроценозов может вовлекаться значительное количество ТМ.

### **Заключение.**

Культурные слои заброшенных сельских поселений представляют собой антропогенные геохимические аномалии, сформировавшиеся за период активного их существования. Наиболее существенным признаком этих аномалий является значительное накопление в них зольных и биогенных элементов, а также некоторых тяжёлых металлов при щелочной реакции среды. Протекание ренатурационных процессов в постселитебных геосистемах приводит к перераспределению накопленных веществ, в частности, вследствие формирования рецентных почвенных профилей. Функционирование

новообразованных почв способствуют выносу поллютантов из корнеобитаемого слоя, что снижает контрастность геохимической аномалии.

В целом, территории заброшенных сельских населённых пунктов целесообразно использовать в качестве ренатурационных элементов экологического каркаса в связи с активным протеканием на них регенерационных процессов. Геохимическая специфика этих территорий предполагает их невозвратную консервацию для обеспечения естественного восстановления геохимического баланса экосистем. Нецелесообразно переводить эти земли в пахотные угодья в связи с экологической опасностью вовлечения технофильных микроэлементов в биологический круговорот агроценозов и низкой продуктивностью распаханых культурных слоёв вследствие их фитотоксичности.

*Исследования выполнены при поддержке гранта Президента РФ МД-6807.2015.5.*

### Список литературы

1. Артищев В.Е. Особенности размещения постселитебных земель в Белгородской области // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и сопредельных странах: Материалы VI Междунар. науч. конф. 12-16 октября 2015 г. – Белгород: ПОЛИТЕРРА, 2015. – С. 171-173.
2. Глазовская, М.А. Денудационно-аккумулятивные структуры почвенного покрова как формы проявления педолитогенеза // Почвоведение. – 2000. – № 2. – С. 4-17.
3. Голеусов П.В. Варианты регенерации почв при механическом нарушении земной поверхности // Эволюция почвенного покрова. История идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы / Отв. редакторы И.В. Иванов, Л.С. Песочина. – Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН. – Пущино, 2009. – С. 258-259.
4. Голеусов П.В. Концепция ренатурации антропогенно нарушенных геосистем: методологические и прикладные аспекты / П.В. Голеусов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11 (часть 3). – С. 556-564.
5. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв / Д.И. Люри, С.В. Горячкин, Н.А. Караваяева, Е.А. Денисенко, Т.Г. Нефедова. – М.: ГЕОС, 2010. – 416 с.
6. Загоровский, В.П. Белгородская черта / В.П. Загоровский. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1969. – 303 с.



7. Чендев, Ю.Г. Естественная эволюция почв Центральной лесостепи в голоцене / Ю.Г. Чендев. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2004. – 200 с.
8. Чугунова, Н. В. Сельская местность региона: расселение – прошлое и неопределенное будущее [Текст]/ Н.В. Чугунова // Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. Санкт-Петербург – Ростов-на-Дону. – 2014. – №3. С. – 122-134.

**Рецензенты:**

Чендев Ю.Г., д.г.н., доцент, заведующий кафедрой природопользования и земельного кадастра, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород;

Корнилов А.Г., д.г.н., доцент, заведующий кафедрой географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности, ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород.