

## СТАТЬИ

УДК 504.53:631.48:911.372.9

**СВОЙСТВА НОВООБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ ПОСТСЕЛИТЕЛЬНЫХ  
ГЕОСИСТЕМ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РАЙОНА****Агафонов В.А., Голеусов П.В.***ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,  
Белгород, e-mail: 947824@bsu.edu.ru*

В XX веке на территории Центрально-Черноземного района начался процесс изменения территориальной структуры системы расселения. В результате развития процесса урбанизации, смены форм хозяйствования, а также вследствие экономических и социально-демографических причин произошло сокращение количества сельских населённых пунктов. Данный процесс привел к запустению сельских территорий и к образованию постагрогенных и постселитебных геосистем, которые являются объектом проводимого исследования. Эти геосистемы характеризуются протеканием процессов экологической ренатурации. В статье рассматриваются свойства новообразованных и регенерационных почв, исследованных в 2018–2019 гг. на территории Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой и Тамбовской областей. Проведена оценка почв по трем показателям: степень гумусированности почв, водородный показатель (рН), карбонатность почв. Установлено, что почвы заброшенных сельских поселений развиваются на их культурных слоях – субстратах, представляющих собой смесь строительных материалов, отходов и почвенного материала фоновых почв. Почвы постселитебных геосистем Центрально-Черноземного района относят к слабощелочным, имеют высокую степень карбонатности, невысокое содержание органического вещества. Эти свойства они наследуют от материнских пород, в которых наблюдается повышенное содержание органического вещества. Статистические показатели варьирования свойств новообразованных почв свидетельствуют о том, что гумусово-аккумулятивные горизонты имеют меньшую вариабельность почвенных свойств, в сравнении с почвообразующими породами по показателям гумусированности и рН, но большую – по показателю содержания карбонатов. Статистические показатели варьирования свойств новообразованных почв свидетельствуют о том, что максимальные изменения свойств характерны для горизонтов почвообразующих пород, а наименьшие – для гумусово-аккумулятивных горизонтов, данный процесс указывает на начало организации, упорядочения профиля новообразованных почв, а также о «выравнивании» свойств в изучаемых почвах, сглаживании процессов развития почвенных систем.

**Ключевые слова:** постселитебные геосистемы, ренатурация, генетические горизонты почв, новообразованные почвы, органическое вещество (гумус), водородный показатель (рН), карбонатность почв

**PROPERTIES OF NEWLY FORMED SOILS OF POST-SETTLEMENT  
GEOSYSTEMS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION****Agafonov V.A., Goleusov P.V.***Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
«Belgorod National Research University», Belgorod, e-mail: 947824@bsu.edu.ru*

In the XX century, the process of changing the territorial structure of the settlement system began on the territory of the Central Chernozem region. As a result of the development of the process of urbanization, changing forms of management, as well as due to economic and socio-demographic reasons, the number of rural settlements has decreased. This process has led to the desolation of rural areas and to the formation of post-agrogenic and post-settlement geosystems, which are the object of research. These geosystems are characterized by processes of ecological renaturation. The article discusses the properties of newly formed and regenerative soils studied in 2018–2019 on the territory of the Belgorod, Voronezh, Kursk, Lipetsk and Tambov regions. The soil was evaluated according to three indicators: the degree of humus content of the soil, the hydrogen index (pH), and the soil carbonate content. It is established that the soils of abandoned rural settlements develop on their cultural layers-substrates that are a mixture of building materials, waste and soil material of background soils. The soils of post-settlement geosystems of the Central Chernozem region are classified as slightly alkaline, have a high degree of carbonation, and a low content of organic matter. These properties they inherit from the parent breeds, which have an increased content of organic matter. Statistical indicators of variation in the properties of newly formed soils indicate that humus-accumulative horizons have less variability in soil properties, in comparison with soil-forming rocks in terms of humus content and pH, but greater-in terms of the content of carbonates. Statistical indexes of variation of the properties of newly formed soils indicate that the maximum change of the properties of characteristic horizons of parent rocks and the lowest for humic-accumulative horizon, this process indicates the beginning of the organization, streamlining the profile of the newly formed soil, as well as «leveling» properties in the studied soils, the smoothing processes of development of soil systems.

**Keywords:** post-settlement geosystems, renaturation, genetic horizons of soils, newly formed soils, organic matter (humus), hydrogen index (pH), soil carbonation

С середины XX века в России происходит сокращение системы сельского расселения, сопровождающееся снижением плотности населённых пунктов, сокращением их числа, деградацией инфраструктуры.

Данные процессы можно объяснить двумя группами причин. Первая группа причин (внешние) – активное развитие городов (урбанизация), а также процесс намеренного укрупнения сел для оптимизации ло-

гистики и концентрации трудовых ресурсов в крупных хозяйствах. Вторая группа причин (внутренние) – кардинальные изменения социально-экономической структуры непосредственно в пределах агропромышленных комплексов, что привело к изменениям функций сельской местности. Эти причины привели к социальным изменениям – появлению диспропорций в качестве жизни и структуре занятости населения города и села.

Изучению процессов изменений территориальной структуры сельских поселений посвящен ряд научных работ. В работе [1] автор указывает на то, что в советский период основными факторами изменения выступали экзогенные процессы, например урбанизация. В постсоветский период все большее значение стали играть факторы, имеющие иную, эндогенную природу, т.е. трансформирующие сельскую местность изнутри. В концептуальной монографии «Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв» [2] рассмотрены динамика и состояние сельскохозяйственных геосистем России на протяжении периода с 1897 по 2004 г. Кроме этого, в работе оценивается площадь и возрастная структура залежных земель. На основе обширного экспериментального материала рассматриваются процессы сукцессионного восстановления растительности и почв в разных природных зонах – от средней тайги до полупустыни.

Актуальность исследования постселитебных территорий связана с тем, что данные территории представляют собой особый тип геосистем, в пределах которых происходит процесс экологической ренатурации. Процесс ренатурации антропогенно нарушенных геосистем рассмотрен в работе [3], где описаны результаты исследования воспроизводства почв в антропогенно нарушенных ландшафтах в различных биоклиматических условиях лесостепной зоны. Показаны перспективы применения оценок воспроизводства почв при осуществлении эколого-реабилитационных мероприятий и системы мониторинга ресурсовоспроизводства в сельскохозяйственных и посттехногенных ландшафтах.

В статье [4] описаны результаты почвенных и эколого-геохимических обследований территорий бывших населённых пунктов Белгородской области. В работе

указывается, что после прекращения активного функционирования сельских селитебных ландшафтов на постселитебных землях начинают протекать ренатурационные процессы, которые сопровождаются регенерационными сукцессиями биоты и новым почвообразованием с вовлечением в биологический круговорот макро- и микроэлементов культурных слоёв.

Исследование воспроизводства почв на территории постселитебных земель является актуальной проблемой в связи с необходимостью прогнозирования восстановительных процессов на территории данных геосистем, а также для оценки траекторий их экологической реабилитации. Кроме этого, актуальность исследования обусловлена возможным повторным использованием постселитебных территорий в качестве пашни, что порождает опасность загрязнения сельскохозяйственной продукции.

Цель данного исследования – анализ новообразованных почв и оценка химических свойств генетических горизонтов почв постселитебных геосистем.

#### **Материалы и методы исследования**

Объектом исследования выступают постселитебные геосистемы Центрально-Чернозёмного района.

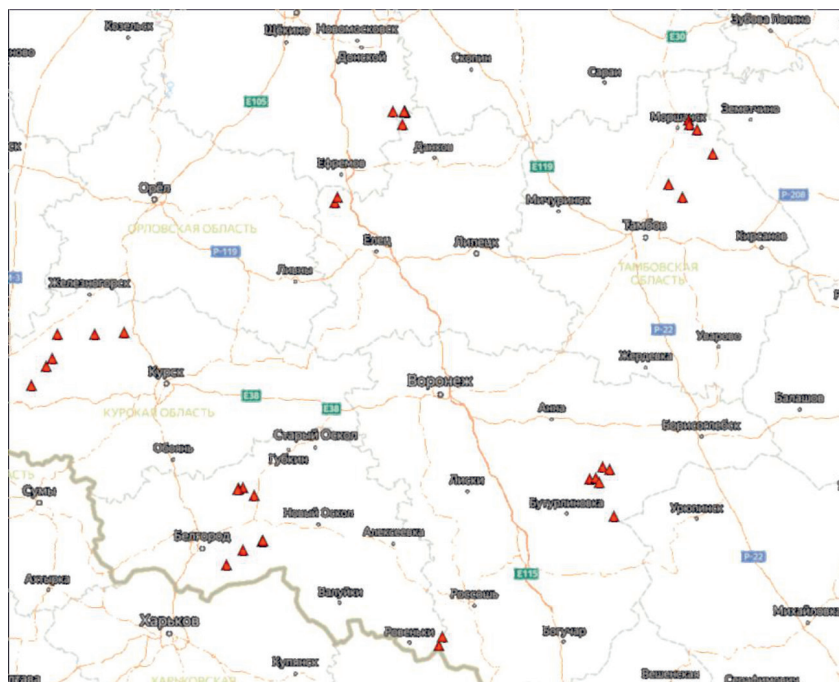
Предметом исследования являются свойства новообразованных почв на заброшенных землях бывших сельских населённых пунктов ЦЧР.

Для выявления эмпирических закономерностей педогенеза были использованы методы:

- 1) экспедиционные (полевые);
- 2) лабораторно-аналитические:
  - определение органического вещества по методу И.В. Тюрина;
  - потенциометрический метод определения водородного показателя (рН) водной суспензии;
  - ацидиметрический метод определения углекислоты карбонатов;
- 3) статистического анализа и математического моделирования с использованием программы MS Excel.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

В ходе экспедиционных исследований нами были отобраны пробы на 96 объектах, расположенных в ЦЧР (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская области) (рисунок).



*Расположение объектов исследования (<http://yandex.ru>)*

Пробы отобраны в различных генетических горизонтах почв, образовавшихся на развалинах, культурном слое, на залежах заброшенных деревень, и условно разделены на 3 группы:

- горизонт А (гумусово-аккумулятивный);
- переходные горизонты В, АВ, преимущественно – АС;
- горизонты материнской породы С, реже – ВС, D.

Исследуемые регенерационные почвы образуются на нарушенном почвенном покрове исчезающих сельских поселений. После забрасывания на изучаемых постселитебных геосистемах стали реализовываться процессы естественного воспроизводства почв. Регенерация почв на территории изучаемых геосистем происходит:

- на субстратах, не затронутых предшествующим почвообразованием (первичная регенерация);
- на субстратах, выполнявших ранее почвенные функции в составе какого-либо почвенного горизонта, но не сохранивших морфологического строения (рецентная (квазипервичная) регенерация);
- на антропогенно-нарушенных почвах (вторичная регенерация).

Регенерационные почвы и культурные слои постселитебных геосистем в новой классификации почв определяются как один

из этапов естественно-антропогенного развития почв, который сопровождается генетически обусловленным изменением режимов, процессов, строения и свойств на всех стадиях преобразований. Регенерационные почвы, профиль которых под влиянием целенаправленных антропогенных или антропогенно спровоцированных воздействий приобретает новую систему горизонтов, не имеющую аналогов среди естественных почв, группируются в особые «антропогенные» отделы с новыми названиями (стратозёмы, хемодегразёмы, агроаброзёмы и др.). В.А. Андроханов в работе «Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка» регенерационные почвы и культурные слои постселитебных геосистем отнес к эмбриозёмам (молодые слабо развитые почвы с профилем АС). Используя подход В.А. Андроханова, педогенетическую специфику почвенного покрова постселитебного ландшафта можно было бы определить соотношением четырех типов эмбриозёмов [5]: инициальных, органоаккумулятивных, дерновых и гумусово-аккумулятивных. Но сельтёба как вид воздействия на почвенный покров и фактор его формирования в постселитебных геосистемах всё же имеет особенности, более сходные с почвами урбогеосистем – урбанозёмами [6], особенностью которых

является наличие специфического горизонта, так называемого урбика. Наиболее часто почвенный профиль урбанозёмов представляет собой совокупность урбиковых подгоризонтов, которые образованы из пылеватого-гумусового субстрата, а также включают в себя примеси мусора от жизнедеятельности населенного пункта. Таким образом, классификационное положение и таксономия почв постселитебных геосистем ещё представляет собой дискуссионный вопрос.

В ходе лабораторных исследований была проведена оценка содержания органического вещества в регенерационном гумусовом горизонте почв постселитебных геосистем.

Анализируя содержание органического вещества в первой группе проб (горизонт А), по степени гумусированности их можно разделить на 4 подгруппы:

1. Слабогумусные (от 1,34 до 3,92%) – 40 проб.
2. Малогумусные (от 4,13 до 5,95%) – 44 пробы.
3. Среднегумусные (от 6,11 до 8,29%) – 16 проб.
4. Высокогумусные (тучные, от 9,08 до 14,06%) – 8 проб.

Таким образом, наиболее распространенной подгруппой являются малогумусные почвы, что можно объяснить сравнительно молодым возрастом почвы (20–40 лет). Диапазон содержания гумуса в исследуемых почвах составил от 1,34 до 14,05%.

Оценивая результаты второй подгруппы проб (горизонты В, АВ, АС) все результаты разделили на 3 подгруппы:

1. Слабогумусные (от 0,71 до 3,96%) – 40 проб.
2. Малогумусные (от 4,16 до 5,82%) – 68 проб.
3. Среднегумусные (от 7,03 до 7,73%) – 2 пробы.

Диапазон значений от 0,63 до 7,73%.

Анализируя распределение проб нижних горизонтов почв по степени гумусированности, установили максимальное значение 7,59%, минимальное – 0,16%, выделили 3 группы:

1. Слабогумусные (от 0,16 до 3,96%) – 71 проба.
2. Малогумусные (от 4,05 до 5,96%) – 6 проб.
3. Среднегумусные (7,59%) – 1 проба.

Таким образом, рассмотрев результаты лабораторных исследований почв по содержанию гумуса, можно заметить закономерность: чем выше содержание гумуса в подпочвенных и материнских породах, тем

выше содержание гумуса в поверхностной почве. Данную закономерность можно объяснить тем, что данные поверхностные горизонты образовались не на чистой материнской породе, а на субстратах, представляющих собой смесь строительных материалов и почвенного материала фоновых почв.

Кроме этого, нами был определен водородный показатель водной суспензии почв – рН. Диапазон показателей рН в поверхностном горизонте от 5,31 до 8,24. Таким образом, все пробы по реакции среды (рН) этого горизонта относятся к слабокислым от 5,10 до 5,85 (4 пробы), нейтральным от 6,17 до 7,40 (43 пробы) и к слабощелочным от 7,41 до 8,50 (61 проба).

В горизонтах АС, АВ, и В интервал значений рН составил от 5,98 до 8,29 (от слабокислых до слабощелочных).

В третьей группе проб (материнские породы) показатель рН варьирует в пределах от 4,15 до 8,53 (от сильнокислых до слабощелочных).

Большинство исследуемых почв относят к слабощелочным, т.к. они образуются при избытке зольных элементов, лишь лесные условия и состав материнских пород (песчаных) может способствовать снижению рН. Так, все пробы с низким показателем рН географически относятся к территории Тамбовской области, так как они отобраны в ареале песчаных лесных почв.

Анализируя содержание  $\text{CO}_2$  карбонатов в исследуемых почвах, мы определили диапазоны для 3 групп проб:

- 1-я группа (горизонт А) – от 0 до 25,82%.
- 2-я группа (горизонты В, АВ, АС) – от 0 до 30,47%.
- 3-я группа (горизонты С, ВС, D) – от 0 до 27,93%.

Высокую степень карбонатности поверхностных горизонтов можно объяснить тем, что на территории Центрально-Черноземного района в сельской местности были распространены карбонатосодержащие строительные материалы (известь в качестве вяжущего материала строительных растворов, мел в составе побелки и др.), а также накоплением золы от сжигания угольного топлива. Кроме этого, высокое содержание карбонатов в почвах заброшенных поселений объясняется расположением населенных пунктов в долинах рек с карбонатными фоновыми почвами (характерно для Белгородской и Воронежской областей). Также стоит отметить, что  $\text{CO}_2$  карбонаты накапливаются в почвах, в том числе биоген-



ным путем. Накопление карбонатов может осуществляться как высшими организмами, так и почвенными микроорганизмами.

В подповерхностных и материнских горизонтах содержание  $\text{CO}_2$  карбонатов можно объяснить двумя причинами: первая причина (экзогенная) – объясняется поступлением из выше расположенных генетических горизонтов, в результате вымывания атмосферными осадками или в результате перемешивания горизонтов (антропогенное воздействие), вторая причина (эндогенная) заключается в том, что данные горизонты образованы из карбонатсодержащих почвообразующих пород. Данные породы включают в себя перемешанные почвенные горизонты, а также смесь строительных материалов и почвогрунтов, золы каменного угля, мусора и прочих материалов от жизнедеятельности поселения.

Статистический анализ полученных результатов в исследуемых пробах представлен в таблице.

Сопоставив статистические характеристики выборок по 3 свойствам (гумус, pH,  $\text{CO}_2$  карбонаты) новообразованных почв, мы обнаружили, что максимальное варьирование свойств характерно для горизонтов почвообразующих пород, а наименьшее – для гумусово-аккумулятивных горизонтов, что свидетельствует об организации, упорядочении профиля и «выравнивании» свойств в новообразованных почвах, снижении хаоса в почвенных системах. Почвообразовательный процесс в постселитеб-

ных геосистемах сопровождается выносом карбонатов из поверхностных горизонтов почв, что приводит к большей вариабельности данного показателя в почвах по сравнению с почвообразующими породами.

### Заключение

Высокому содержанию органического вещества в исследуемых пробах почв заброшенных поселений способствует локальный характер нарушений почвенного покрова, быстрое формирование экосистем, обеспечивающих высокий уровень поступления органического вещества в почву.

Большинство изученных проб относят к слабощелочному типу, данный тип соответствует наиболее агрономически благоприятной структуре, высокому качеству гумуса и оптимальному водному режиму, что в свою очередь подчеркивает высокую ренатурационную способность почв.

Степень карбонатности в поверхностных генетических горизонтах можно объяснить антропогенным (внешним) влиянием, а в подповерхностных и материнских генетических горизонтах почв постселитебных геосистем можно объяснить как внешними, так и внутренними причинами. В целом ареалы постселитебных почв можно считать кальциевыми геохимическими аномалиями, особенно отчётливо выделяющимися на фоне почв лесного генезиса. Однако почвообразование в постселитебных экосистемах сопряжено с выносом карбонатов из поверхностных горизонтов.

Статистический анализ разных генетических горизонтов почв постселитебных геосистем

	Гумусово-аккумулятивные горизонты (A)	Переходные горизонты (AC, AB, и B)	Горизонты материнской породы (C, BC, D)
Гумусированность			
Среднее	4,82	2,81	2,10
Медиана	4,35	2,60	1,82
Стандартное отклонение	2,26	1,35	1,42
Асимметричность	1,54	1,19	1,49
Коэффициент вариации	46,94%%	48,14%	67,66%
Водородный показатель (pH)			
Среднее	7,50	7,52	7,66
Медиана	7,54	7,58	7,73
Стандартное отклонение	0,43	0,50	0,64
Асимметричность	-1,39	-0,86	-2,42
Коэффициент вариации	5,72%	6,59%	8,37%
Содержание $\text{CO}_2$ карбонатов			
Среднее	3,67	4,63	5,68
Медиана	2,35	2,82	3,35
Стандартное отклонение	4,63	6,08	6,10
Асимметричность	2,72	2,89	1,98
Коэффициент вариации	125,92%	131,27%	107,36%

Новообразованные почвы на территории постселитебных геосистем выполняют все экологические функции и в дальнейшем станут фактором стабилизации успешней растительности.

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-05-00093 «Эколого-экистическое состояние, экологическая реабилитация и стратегии сбалансированного природопользования на постселитебных территориях Центрально-Чернозёмного региона».*

#### Список литературы / References

1. Алексеев А.И. Изменение сельского расселения в России в конце XX – начале XXI века // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2015. № 2. С. 66–76.  
Alekseev A.I. Changes in rural settlement in Russia at the end of the XX-beginning of the XXI century // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya. 2015. № 2. P. 66–76 (in Russian).
2. Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.  
Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G. Dynamics of agricultural land in Russia in the XX century and postagrogenic restoration of vegetation and soils. M.: GEOS, 2010. 416 p. (in Russian).
3. Голёусов П.В. Концепция ренатурации антропогенно нарушенных геосистем: методологические и прикладные аспекты // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–3. С. 556–564.  
Goleusov P.V. Concept of renaturation of anthropogenically disturbed geosystems: methodological and applied aspects // Fundamental research. 2014. № 11–3. P. 556–564 (in Russian).
4. Голёусов П.В., Артищев В.Е., Морабандза К.Б. Эколого-геохимическая характеристика постселитебных геосистем на территории Белгородской области // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2–3. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23288> (дата обращения: 27.04.2020).  
Goleusov P.V., Artishchev V.E., Morabandza K.B. Ecological and geochemical characteristics of post-residential geosystems on the territory of the Belgorod region // Modern problems of science and education. 2015. № 2–3. [Electronic resource]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23288> (date of access: 27.04.2020) (in Russian).
5. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Изд. Сибирского отделения РАН, 2010. 32 с.  
Androkhonov V.A., Kurachev V.M. Soil-ecological state of technogenic landscapes: dynamics and assessment. Novosibirsk: Izd. Sibirskogo otdeleniya RAN, 2010. 32 p. (in Russian).
6. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. Генезис, география, рекультивация. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.  
Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokofieva T.V. Anthropogenic soils. Genesis, geography, and remediation. Smolensk: Oikumena, 2003. 268 p. (in Russian).