

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И МАТЕРИНСКОЙ ПОРОДЫ

Лисецкий Ф. Н., Половинко В. В.

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия (308015, г. Белгород, ул. Победы, 85), e-mail: polovinko@bsu.edu.ru*

Изучены почвы в разных субстратно-фитоценологических условиях лесостепной зоны на трех поселениях различных археологических культур, что позволило сформировать хронологический ряд почв возрастом:  $n \cdot 1000$  лет, где  $n=1, 2, 4$ . Используя продолжительность времени, которое необходимо физико-химическим свойствам почв для приближения к зональным значениям, определен ранжированный ряд показателей (от наиболее быстро воспроизводимым к более консервативным):  $C:N > pH > P_2O_5 >$  сумма поглощенных оснований  $>$  содержание гумуса  $>$  валовый азот. Такие показатели почвенных свойств, как содержание гумуса, азота и фосфора, сумма поглощенных оснований, соотношение  $C:N$ , приближаются к зональным условиям уже при возрасте почв 1000–1500 лет. Зависимость содержания органического углерода, доли его лабильной части от времени характеризуется закономерным увеличением значений этих показателей вплоть до 2300 лет. В лесостепных условиях тип растительности, под которым развивается почва, имеет не меньшее значение, чем ее возраст.

Ключевые слова: археологическое почвоведение, почвы и время, развитие почв, хронология почв, лесостепные почвы.

## PECULIARITIES OF SOIL FORMATION IN FOREST-STEPPE ZONE DEPENDING ON THE AGE AND MOTHER ROCK

Lisetskii F. N., Polovinko V. V.

*Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia (Pobeda 85, Belgorod, 308015), e-mail:*

Soils in different conditions of the substrates and coenoses of a forest-steppe zone on three settlements of various archaeological cultures have been studied that has allowed to generate a chronological number of soils age:  $n \cdot 1000$  years, where  $n=1, 2, 4$ . Using duration of time which is necessary for physical and chemical properties of soils for approach to zone values, ranked a number of indicators (from most quickly reproduced to more conservative) has been defined:  $C:N > pH > P_2O_5 >$  the sum of the absorbed bases  $>$  the humus content  $>$  total nitrogen. Such indicators of soil properties come nearer to zone conditions already at age of soils of 1000-1500, as the humus content, nitrogen and phosphorus, the sum of the absorbed bases, parity  $C:N$ . Dependence of the content of organic carbon, a share of its labile part on time is characterized by natural increase in values of these indicators up to 2300. In forest-steppe conditions the vegetation type under which the soil develops, has not smaller value, than its age.

Key words: archaeological soil science, soils and time, development of soils, chronological rows of soils, forest-steppe soils.

Привлечение естественнонаучных методов в практику археологических исследований, организация междисциплинарных экспедиций, увязка концепций и методов, разработанных в почвоведении и археологии, обеспечили значительный прирост количества эмпирических данных по проблеме «почвы и время», формирование представлений об особенностях почвообразовательного процесса на разных этапах голоценовой истории и в различных почвенно-географических условиях [11]. Следующим этапом должно стать обобщение накопленных почвенно-хронологических данных, структурно-генетический анализ и синтез, а также использование системы математических соотношений, описывающих изучаемые процессы. Однако пока достигнутый уровень моделирования преимущественно связан с применением теоретических и графических моделей [1]. Очевидно, что этап накопления и систематизации

почвенно-хронологических данных и качественного описания процессов формирования почв во времени должен перейти на новый уровень – количественных описаний, разработки региональных хронофункций изменения параметров почвенного плодородия во времени [6]. Последующий анализ математических функций, с помощью которых удастся аппроксимировать тренд (направленность) формирования генетических признаков почвы, позволяет выявить особенности изменения почвообразовательных процессов во времени, чего нельзя добиться исследованием одних только профилей разновозрастных почв. В частности, как было убедительно показано ранее [10], большие перспективы открывают подходы к моделированию с использованием класса S-образных кривых. Так, ценную в педогенетическом отношении информацию дает анализ функции Гомпертца, особенностью которой является наличие трех критических точек, обозначающих «переломные» моменты в динамике ростовых процессов. Их определение основано на вычислении первой и второй производных функций (соответственно скорости и ускорения процесса роста).

Учитывая то обстоятельство, что доминирующие площади почв представлены не на плакорах, а на склонах, большое значение приобретает дополнение представлений об автоморфном развитии почв более сложными моделями с учетом сингенетичного почвообразованию развития склоново-денудационных процессов. Требуемое единство понятий почва-профиль и почва-покров позволяет осуществить концепция катены, под которой в почвоведении понимают последовательность почвенных разновидностей, сформировавшихся на идентичных материнских породах, но при отличиях в уровнях высотного положения почв, уклона рельефа и различных характеристиках поверхностного стока воды. Результаты изучения хронорядов педотопокатен в зонах лесостепи и степи представлены в ряде работ отечественных ученых [5, 8 и др.].

Формирование адекватных представлений о темпах почвообразования (прежде всего, о процессах формирования мощности гумусового горизонта и гумусонакопления) и временных закономерностях этих процессов имеет прикладное значение для планирования и контроля почвозащитных и почвовосстанавливающих мероприятий. Эмпирически обоснованные оценки скорости природного и антропогенного почвообразования с выходом на математическое описание этих процессов позволяет разработать методики расчета нормативных показателей почвозащитного проектирования, включая допустимые эрозионные потери почвы, в целях почвоводоохранного обустройства агроландшафтов [2, 9].

#### **Объекты исследования**

Полевые исследования проводили в Борисовском и Шебекинском р-нах Белгородской области: на пойме и правом берегу р. Ворскла, а также на высоком берегу р. Северский Донец.

Изучены разновозрастные почвы, которые сформировались на трех поселениях различных археологических культур.

Поселение 1 расположено в 1,4 км к северу от жд. ст. Новоборисовка, на пойме Ворсклы (в 23 м от уреза воды). Черноземовидная супесчаная почва имеет мощность горизонта А 23 см, гумусового (А+АВ) – 38 см. Керамика в культурном слое поселения (выше 42 см) преимущественно пеньковской культуры (V-VII вв.) датирована к.и.н. В. А. Сарапулкиным и В. В. Колодой. Поселение 2 расположено в 7 км к востоку от поселения 1. Это так называемое «Скифское городище», датированное V–III вв. до н. э. Почва, сформированная на вершине оборонительного вала в лесной обстановке, отличается возрастом и тем, что образована на суглинке.

Поселение 3 (известно как урочище «Городище») расположено в 760 м от устья р. Нежеголь, на правом берегу Северского Донца. На узком стреловидном мысу заложен почвенный разрез (№ 81) с дерново-карбонатной почвой на элювии мела, а в 38 м к западу от него (в глубине мыса) – второй разрез (№ 82) с черноземной легкосуглинистой почвой, подстилаемой мелом. Если у почвы разр. 81 мощность гор. А+АВ составляет 18 см, то у почвы разр. 82 – 72 см. На городище артефактов не встречено за исключением кости животного в разр. 82, в гор. АВ (35–72 см).

### **Методика**

Химико-аналитические исследования почв проводили по следующим методикам: общий углерод по методу Тюрина, рН по ГОСТ 26483-85, обменные катионы по ГОСТ 27821-88, азот валовый по Кьельдалю, СО<sub>2</sub> – ацидиметрическим методом, лабильное органическое вещество по М. А. Егорову в модификации Б. А. Никитина, групповой анализ гумуса по В. В. Пономаревой и Т. А. Плотниковой. Окраска почв представлена в символах шкалы Манселла (Munsell Soil Color Charts). Датировка кости животного, найденной в разр. 82, проведена по <sup>14</sup>С в ИГ РАН (г. Москва). Радиоуглеродный возраст по коллагену кости животного (лаб. № 3860 ИГ РАН) оценивается в 4100±180 лет назад, наиболее вероятный интервал калиброванного возраста (4520–4656 лет назад).

### **Результаты**

В лесостепной зоне зональные почвы формируются не только на доминирующем субстрате – лессовидном суглинке, для которых закономерности временного развития были изучены ранее [3, 10 и др.], но и на семи других типах почвообразующих пород, включая элювий карбонатных пород и аллювиальные пески. Для сопоставления указанных почв, включая изученные нами в данном исследовании, рассмотрим изменение их физико-химических свойств во времени. Такие возможности предоставляют аналитические данные по почвам, которые вошли в региональную Красную книгу почв [3]. В качестве эталонных (т.е. полноголоценовых)

почв выбраны два их наиболее контрастных семейства на рыхлых и плотных материнских породах: чернозем типичный мощный тучный («Ямская степь», разр. 6) и перегнойно-карбонатная лесная почва на элювии мела («Стенки Изгорья», разр. 32) соответственно. Новообразованные почвы на суглинках отличались по возрасту: 360 лет (разр. 27) и 2300 лет (разр. 25), а дерново-карбонатные почвы возрастом 1000 лет формировались как в степной (разр. 29), так и в лесной обстановке (разр. 28).

Для выбора показателей почвенных свойств, диагностирующих их зависимость от возраста, использованы данные по свойствам почв, включенных в Красную книгу [3], и характеристика гумусного состояния разновозрастных почв в трендах степного и лесного типов почвообразования [10]. Путем соотнесения характеристик новообразованных почв на суглинках (разр. 25 и 27) и элювии известняков (разр. 28 и 29) с соответствующими зональными голоценовыми эталонами (чернозем типичный, разр. 6) и перегнойно-карбонатная лесная почва на элювии мела (разр. 32) определены наиболее информативные почвенные свойства, существенно меняющиеся за время почвообразования (рис. 1).

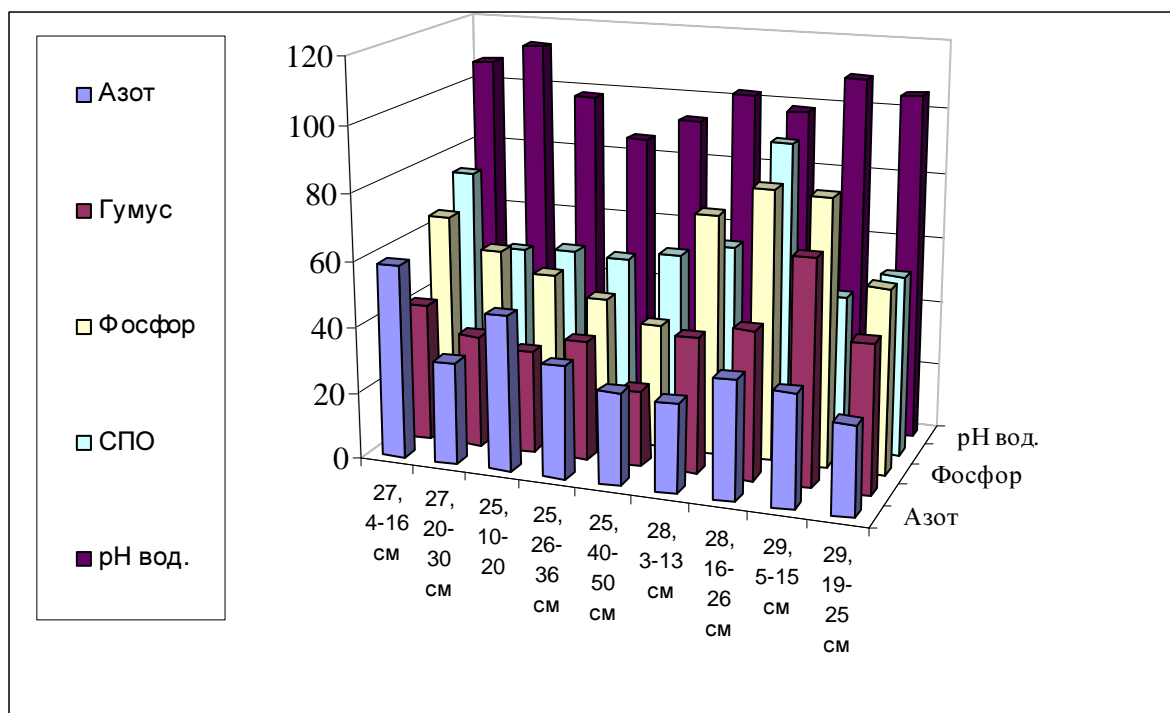


Рис. 1. Изменение относительных характеристик химических свойств новообразованных почв на суглинках (разр. 25 и 27) и элювии известняков (разр. 28 и 29)

За наиболее короткий срок и в полном соответствии с местными биоклиматическими условиями восстанавливается в почвах их кислотность. Уже через три века в среднем на 60 % зрелости выходит сумма поглощенных оснований (СПО) и содержание валового фосфора, причем фосфор более активно накапливается в перегнойно-карбонатных почвах по сравнению с черноземными почвами на суглинках. Наиболее консервативными в воспроизводстве

оказываются гумус и азот, хотя соотношение С:N быстро (уже через первые сотни лет) приближается к зональным значениям. Примечательно, что помимо рН другие показатели (содержание гумуса, азота и фосфора, СПО, соотношение С:N) в относительном выражении показывают максимум приближения к зональным условиям не при максимальном возрасте почв, а в области 1000–1500 лет.

Что касается гумусного состояния почв, то зависимость содержания органического углерода, доли лабильной его части от времени (от 140 до 2300 лет) характеризуется закономерным увеличением значений этих показателей. А соотношение ГК:ФК и общее содержание гуминовых кислот очень выразительно отличают растительные условия, в которых формировались почвы (лес или степь).

Пространственное разнообразие почв дополняется и различиями траекторий почвообразовательного процесса во времени, что показывает изучение развития почв на нетипичных материнских породах, таких как элювий карбонатных пород и аллювиальные пески (табл.).

Особенность полноголоценовых дерново-карбонатных почв – высокая гумусированность и обогащенность азотом гумусово-аккумулятивного горизонта и резкое снижение содержания органического вещества в переходном горизонте. Из-за механического барьера (известняковых плит ниже почвенного профиля) гумусонакопление происходит довольно быстро (за 1500 лет) [7]. Развитие почв в кальциевых ландшафтах Среднерусской возвышенности [4] отличается тем, что карбо-литоземы уже за первые 10 веков становятся в онтогенетическом отношении достаточно зрелыми почвами, хотя и развиваются со скоростью несколько (на 12 %) медленнее, по сравнению с более сложными зональными черноземами лесостепи на су-глинистых материнских породах.

Таблица. Физико-химические свойства разновозрастных почв, сформировавшихся в автоморфных позициях рельефа

Горизонт; глубина, см	Цвет почвы (по Манселлу)		рН водное	Гумус	N валовый	CO <sub>2</sub>	Водораствори- мый гумус	Сгк / Сфк	Обменные катионы	
	сухой	влажной							Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
<i>Черноземовидная супесчаная почва возрастом 1300 лет (степь)</i>										
А, 0-23	Очень темно-серый 10YR 3/1	Черный 7.5YR 2/0	8,2	5,9	0,51	0,5	0,02	1,7	7,25	1,25
АВ, 23-38	Очень темно-серовато-коричневый 10YR 3/2	Черный 10 YR 2/1	8,2	2,1	0,16	0,3	0,01	1,7	3,00	0,75

B <sub>1</sub> , 38-51	Темно серовато-коричневый 10YR 4/2	Очень темно-коричневый 10YR 2/2	8,1	1,5	0,21	0,4	0,02	2,4	4,75	0,88
<i>Серая лесная суглинистая почва возрастом 2300 лет (лес)</i>										
A, 0-10	Темно-коричневый 10YR 4/3	Черный 10YR 2/1	6,1	6,3	0,41	-	-	0,27	-	-
A, 10-20	Коричневый 10YR 4/3	Очень темно-коричневый 10YR 2/2	5,5	3,5	0,24	-	-	0,19	-	-
<i>Дерново-карбонатная почва на элювии мела возрастом 4100 лет (степь)</i>										
A, 0-8	Светло-серый 10YR 6/1	Очень темно-серовато-коричневый 10YR 3/2	8,2	11,8	0,32	43,8	0,07	2,0	17,50	2,00
AB, 8-18,3	Черный 2,5Y 2,5/0	Серовато-коричневый 10 YR 5/2	8,4	4,4	0,23	56,9	0,05	1,1	11,13	1,75
B, >18,3	Белый 5YR 8/1	Светло-серый 10YR 7/2	8,5	2,3	0,23	73,9	0,04	0,4	8,25	-
<i>Черноземная суглинистая почва возрастом 4100 лет (степь)</i>										
Ad, 0-7	Темно-серовато-коричневый 2,5Y 4/2	Очень темно-коричневый 10YR 2/2	8,4	3,4	0,34	12,5	0,03	1,3	11,75	1,25
A', 7-18,5	Серый 10YR 5/1	Очень темно-серовато-коричневый 10YR 3/2	8,5	3,6	0,32	12,5	0,05	1	11,75	1,13
A'', 18,5-33	Темно-серовато-коричневый 2,5Y 4/2	Очень темно-коричневый 10YR 2/2	8,6	1,8	0,25	11,9	0,03	1,1	10,25	1,25
AB, 33-72	Светловато-коричневый 2,5Y 5/2	Очень темно-серовато-коричневый 10YR 3/2	8,6	1,9	0,20	9,1	0,04	1,3	10,00	1,13
B, 72-102	Светло коричневато-серый 2,5Y 6/2	Темно-коричневый 10YR 3/3	8,6	1,2	0,22	8,4	0,03	1,2	9,75	2,00

Сопоставление одновозрастных почв, которые четыре тысячелетия развивались в сходных условиях почвообразования кроме типа материнской породы, показывает весомую роль этого фактора. Скорость формирования гумусового горизонта почвы на легком суглинке, подстилаемым мелом, в 3,9 раз больше, чем у почвы на элювии мела, но процесс накопления углерода уступает в 3,2 раза дерново-карбонатной почве. У почв, 13 веков развивавшихся на песках, наиболее существенные результаты почвообразования определяются особенностями гор. А (накопление углерода и азота, формирование поглощающего комплекса), но глубже 23–24 см отмеченные процессы значительно ослабевают. Увеличение возраста почв на 10 веков не приводит к существенному увеличению гумусированности, но, если почва развивается под лесом, качество гумуса и кислотность хорошо диагностируют эти условия.

Таким образом, по длительности времени, необходимому для приближения к зональным значениям физико-химических свойств почв лесостепной зоны, можно сформировать ранжированный ряд их показателей (от наиболее быстро воспроизводимым к более консервативным): C:N > рН > P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> > сумма поглощенных оснований > содержание гумуса > валовый азот. Для группы показателей почвенных свойств (содержание гумуса, азота, фосфора, СПО, C:N) максимум приближения к зональным условиям отмечается уже при возрасте почв 1000-1500 лет. Зависимость от времени содержания органического углерода, доли лабильной его части характеризуется закономерным увеличением значений этих показателей вплоть до 2300 лет. В лесостепных условиях тип растительности, под которым развивается почва, имеет не меньшее значение, чем ее возраст.

### Список литературы

1. Геннадиев А. Н. Почвы и время: модели развития. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. – 232 с.
2. Ергина Е. И., Лисецкий Ф. Н. Оценка скорости воспроизводства почв в экологически сбалансированных ландшафтах // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «География». – 2008. – Т. 21(60). – № 2. – С. 183-192.
3. Красная книга почв Белгородской области / Соловиченко В. Д., Лукин С. В., Лисецкий Ф. Н., Голеусов П. В. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2007. – 139 с.
4. Лисецкий Ф. Н. Особенности и развитие почв в кальциевых ландшафтах Среднерусской возвышенности // Вестник Воронежского гос. университета. Серия Географии и геоэкологии. – 2009. – № 1. – С.41-48.
5. Лисецкий Ф. Н. Почвенные катены в археологических ландшафтах // Почвоведение. – 1999. – № 10. – С. 1213-1223.
6. Лисецкий Ф. Н. Пространственно-временные особенности развития почвенного покрова степной зоны // География и природные ресурсы. – 1993. – №4. – С. 150-151.
7. Лисецкий Ф. Н., Ергина Е. И. Формирование разновозрастных почв на карбонатных породах в условиях лесостепи и степи // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «География». – 2011. – Т. 24(63). – № 3. – С. 3-10.
8. Лисецкий Ф. Н., Половинко В. В. Эрозионные катены на земляных фортификационных сооружениях // Геоморфология. – 2012. – № 2. – С. 65-77.

9. Светличный А. А., Черный С. Г., Лисецкий Ф. Н. Проблема эрозии почв в научном наследии Г. И. Швобса и основные направления его развития // Вестник Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина. – 2009. – № 849. – С. 8-15.
10. Goleusov P., Lisetskii F. Soil development in anthropogenically disturbed forest-steppe landscapes // Eurasian Soil Science. – 2008. – Vol. 41. – № 13. – P. 1480-1486.
11. Ivanov I. V., Demkin V. A. Soil science and archaeology // Eurasian Soil Science. – 1999. – Vol. 32. – № 1. – P. 91–98.

*Авторы выражают благодарность П. В. Голесову и О. А. Чепелеву, оказавшим помощь в проведении полевых исследований и обсуждении полученных результатов.*

**Рецензенты:**

Смирнова Л. Г., доктор биологических наук, профессор, зав. лабораторией Белгородского НИИ сельского хозяйства (Россельхозакадемия), г. Белгород.

Чернявских В. И., доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора Ботанического сада Белгородского государственного национального исследовательского университета, г. Белгород.