

# ТРЕНДЫ ПРИРОДНОЙ И АНТРОПОГЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ СЕРЫХ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЧВ В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ: ЮГ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ\*

Ю.Г. ЧЕНДЕВ, доктор географических наук, зав. кафедрой (e-mail: Chendev@bsu.edu.ru)

Белгородский государственный национальный исследовательский университет (НИУ «БелГУ») ул. Победы, 85, корп. 14, Белгород, 308015, Российская Федерация

**Резюме.** Изучены особенности природной (биоклиматической) и антропогенной (агрогенной) эволюции автоморфных серых лесных почв на юге лесостепи Среднерусской возвышенности. Под валами шести изученных городищ раннего железного века, сооруженными в начале субатлантического периода голоцена (2800-2030 л.н.), на водоразделах погребены темноокрашенные почвы с признаками среднеголоценовой степной стадии развития. Это черноземы без морфологически определяемых признаков лесного почвообразования, либо на начальной стадии деградации под лесной растительностью. Одним из доказательств степного прошлого погребенных почв выступает наличие в их профилях включений нор степных землероев – слепышей, заполненных хорошо структурированным гумусированным суглинком черноземов. Позднеголоценовое увлажнение климата способствовало экспансии широколиственных лесов на луговые степи. Оказавшись под лесами, черноземные почвы начали эволюционировать в серые лесные через промежуточное звено эволюции – черноземы оподзоленные. Составными частями этого процесса стали рост коэффициента текстурной дифференциации почвенных профилей, выщелачивание и подкисление почв, повышение доли фульвокислот в групповом составе гумуса. Агрогенная эволюция автоморфных серых лесостепных почв в условиях экстенсивной агротехники (при низких дозах внесения органических удобрений) на протяжении длительного периода их распашки (150-230 лет) сопровождалась возвратными изменениями этих почв в черноземы. Процессам черноземливания способствовали рост зоогенной переработки и оструктурирование почв, развитие мощности гумусоаккумулятивных профилей, увеличение запасов гумуса в метровой толще почв, повышение гуматности почвенного органического вещества, рост емкости поглощения почв. Таким образом, обнаружена дивергенция биоклиматической и агрогенной эволюции серых лесных почв, раскрывающая сочетание сложного комплекса свойств и процессов естественного и антропогенно обусловленного генезиса в почвенном пространстве изучаемой территории.

**Ключевые слова:** серые лесостепные почвы, юг Среднерусской возвышенности, эволюция почв, голоцен, изменения климата, распашка.

**Для цитирования:** Чендев Ю.Г. Тренды природной и антропогенной эволюции серых лесостепных почв в позднем голоцене: юг Среднерусской возвышенности // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №7. С. 14-19.

Проблеме генезиса и эволюции серых лесных почв Восточно-Европейской равнины обсуждают более 100 лет. Дискуссии развернулись относительно ряда гипотез, наиболее обсуждаемыми из них были следующие:

о надвигании леса на степь как саморазвивающегося явления, и обусловленном этим эволюционным преобразованием черноземов в серые лесные и подзолистые почвы [1, 2];

о самобытности серых лесных почв лесостепи, формирование которых под островными широколиственными лесами началось одновременно с черноземами под луговыми степями в раннем голоцене [3, 4];

о климатически обусловленной эволюции черноземов в серые лесные почвы в результате похолодания, увлажнения климата и надвигания лесов на степи в позднем голоцене [5-7 и др.];

об антропогенно обусловленном происхождении черноземов из серых лесных почв в южной части распространения широколиственных лесов как следствие вырубкой лесной растительности и ее замещения сельскохозяйственными угодьями [2, 8].

В свете проведенных в течение последних лет исследований, мы получили новые результаты, уточняющие существующие представления о происхождении и эволюции серых лесных почв лесостепной зоны под влиянием как естественных, так и антропогенных факторов.

Цель работы заключается в сопряженном анализе природной (биоклиматической) и антропогенной (агрогенной) эволюции автоморфных серых лесных почв, формирование которых происходило на юге лесостепи Среднерусской возвышенности в позднем голоцене.

В задачи исследования входили:

выявление закономерностей биоклиматической эволюции серых лесных почв в позднем голоцене;

оценка трендов антропогенной трансформации серых лесных почв изучаемой территории под влиянием длительного (на протяжении столетий) богарного земледелия;

обоснование направленности эволюционных изменений этих почв, обусловленных естественными факторами (изменением биоклиматических обстановок) и длительной распашкой.

**Условия, материалы и методы.** Объект исследования – автоморфные серые лесные почвы южной части лесостепи Среднерусской возвышенности. Вслед за Б.П. Ахтырцевым [3] мы называем их серыми лесостепными почвами, тем самым обособляя от типа севернее расположенных серых лесных почв в зоне широколиственных лесов. На южной половине Среднерусской возвышенности зональными компонентами широколиственно-лесных ландшафтов лесостепи служат два подтипа серых лесных почв: серые лесные и темно-серые лесные почвы. При изучении их естественной эволюции анализировали свойства, как современных серых лесных почв, так и палеоаналогов, погребенных под датированными земляными насыпями археологических памятников. В ходе изучения агрогенной эволюции почв объектами исследования служили естественные серые лесные почвы, формирующиеся под пологом широколиственных лесов, а также их аналоги на пашнях разного возраста.

Естественную и антропогенную эволюцию почв изучали с помощью широкого комплекса методов исследования.

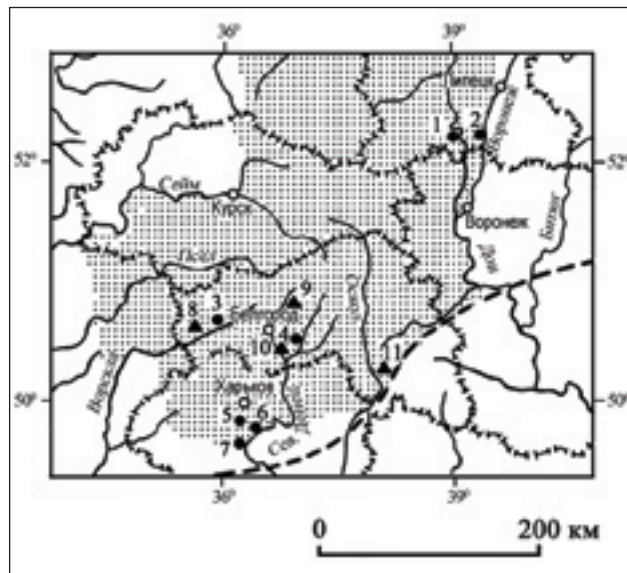
Естественную эволюцию почв исследовали с использованием почвенно-археологического метода или метода почвенных хронорядов на археологических памятниках раннего железного века и раннего

\*Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 09-05-97513-р\_центр\_а, использованной при изучении агрогенной эволюции серых лесостепных почв; остальные результаты получены при поддержке гранта РНФ № 14-17-00171

средневековья (на городищах, представленных одной или несколькими разновозрастными линиями обороны в виде земляных валов с погребенными под ними почвами). Его используют многие авторы [4, 6, 7 и др.], изучающие естественную эволюцию почв. Метод почвенных хронорядов заключается в сравнительном исследовании почв, сопряженных с земляными археологическими памятниками (курганами, валами, культурными слоями древних поселений), и естественных почв природного окружения рядом с памятниками. Почвы взаимодействуют с растительностью и атмосферой, записывая информацию о биоклиматической обстановке, в которой происходит их развитие. При перекрытии искусственным наносом почва «выключается» из сферы активного почвообразования и долгое время (тысячелетия) сохраняет в своих свойствах ту комбинацию факторов среды, которая существовала до погребения. Поэтому сравнение ее признаков с признаками современной (фоновой) почвы, которая продолжала развиваться и изменяться, дает возможность выявить направленность и скорость эволюционного развития почвы. Чем больше имеется разновозрастных земляных насыпей (и погребенных под ними почв), тем более детальную информацию об изменении во времени природной среды можно получить, сравнивая между собой компоненты почвенного хроноряда.

Городища, расположенные на высоких платообразных водораздельных участках, контактирующих с крутобережными частями речных долин и / или глубоких балочных систем, изучали археологи совместно с почвоведом. Почвообразующими породами были лессовидные суглинки разной мощности, которые залегают на древнеаллювиальных песках раннечетвертичного возраста – неогена.

Агрогенную эволюцию серых лесных почв лесостепи Среднерусской возвышенности исследовали с использованием метода почвенных агрохронорядов (название предложено Ф.И. Козловским [9]). Суть его заключается в сравнительном анализе строения и свойств почвенных профилей на фоновых угодьях с естественной растительностью (0-момент агротехногенного почвообразования) и на пашнях, возникших в разное время на месте произрастания в прошлом растительности, сохранившейся на фоновых угодьях. Поиск ключевых участков исследования осуществляли при соблюдении ряда условий: до начала земледельческого освоения вся территория была покрыта широколиственным лесом; сравниваемые угодья (сохранившийся фрагмент широколиственного леса и примыкающие к нему пашни разной длительности освоения) должны располагаться компактно одно по отношению к другому на одной форме рельефа (ровный водораздел); пашни разной длительности освоения, по возможности, должны находиться на поле одного севооборота; на всем исследуемом пространстве (лес и пашня) должна быть распространена однообразная почвообразующая порода (покровный лессовидный суглинок); участок должен быть приурочен к территории применения традиционной агротехники выращивания сельскохозяйственных культур. Поиск разновозрастных пашен осуществляли с использованием историко-картографического метода исследований, что предполагало работу в Российском государственном архиве древних актов (г. Москва). Проводили поиск крупномасштабных планов, созданных в разное время (период Генерального межевания в 1780-е – 1790-е гг., период Специального межевания в 1860-е – 1870-е гг.), их сопоставление с современными топографическими



**Рис. 1.** Схема местоположения ключевых участков исследования. – административные границы областей; – граница лесостепи и степи; – территория Среднерусской возвышенности в границах лесостепной зоны; – ключевые участки исследования природной эволюции серых лесостепных почв: 1 – Мухино, 2 – Подгорное, 3 – Борисовка, 4 – Дмитриевка, 5 – Водяное, 6 – Мохнач, 7 – Коробовы хутора; – ключевые участки исследования антропогенной эволюции серых лесостепных почв: 8 – Казачья Лисица; 9 – Мелихово; 10 – Поляна; 11 – Самарино.

планами, выявление участков на плакорях с сохранившимися фрагментами естественных почв и расположенными в непосредственной близости от них почвами разных сроков земледельческого освоения. Этот метод впервые применил А.В. Гедымин с соавторами в 1964 г. [10, 11]. Агрогенная эволюция серых лесных почв была изучена на 4-х ключевых участках, располагающихся на территории Белгородской области (рис. 1).

Важными дополняющими методами исследований были метод морфологического описания почвенных профилей, сравнительный метод исследования, методы лабораторного анализа физических, физико-химических и химических признаков почв, микроморфологическая диагностика почв, метод радиоуглеродного датирования почвенного гумуса и органического углерода артефактов (угля, костей и др.).

**Результаты и обсуждение.** Как известно, главной причиной естественной эволюции почв в разных регионах Восточно-Европейской равнины в голоцене были климатические изменения разной длительности и интенсивности [6, 12, 13 и др.]. Серые лесные почвы Центральной лесостепи не исключение, о чем свидетельствуют результаты почвенно-археологического исследования городищ.

Ранний и средний голоцен на территории южной части лесостепи Среднерусской возвышенности в целом был более засушливым, чем поздний голоцен, на что указывают полученные рядом исследователей результаты палинологического анализа болотных и пойменных отложений изучаемой территории [14-16]. Интенсивное облесение юга лесостепной зоны Среднерусской возвышенности происходило в субатлантическом периоде голоцена – на протяжении последних 2800 лет [17].

По результатам проведенных указанными авторами исследований напрашивается вывод о вторичности широколиственно-лесных ландшафтов как зонального компонента лесостепи на юге Среднерусской

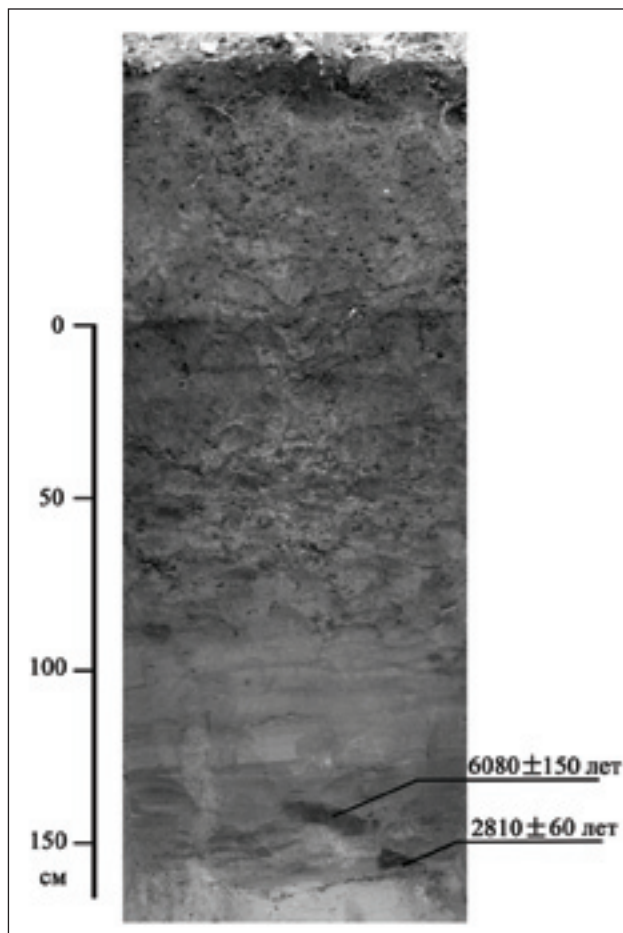
возвышенности по отношению к лугово-степным ландшафтам.

Под валами раннего железного века, сооруженными в первой четверти субатлантического периода голоцена (2800-2030 л.н.), на водоразделах, в непосредственной близости от долинно-балочной сети погребены темноокрашенные почвы с признаками среднеголоценовой степной стадии развития. Это черноземы либо без морфологически определяемых признаков лесного почвообразования (на городищах Мохнач и Борисовка), либо на начальной стадии деградации под лесной растительностью (с элементами ореховатой структуры гор. [В] и с глянцевыми пленками иллювиирования на гранях ореховатых агрегатов – на городищах Коробовы хутора, Водяное, Дмитриевка, Подгорное). Лишь в более прохладной обстановке Центральной лесостепи на городище Мухино в Липецкой области (платообразный водораздел между разделяющимися верховьями балки), почва, погребенная под валом возраста  $2170 \pm 90$  лет (ИГРАН – 4159) (датировка по углю), была идентифицирована как темно-серая лесная. Ярким доказательством степного прошлого погребенных под валами изученных городищ почв выступает наличие в их профилях включений нор степных землероев – слепышей, заполненных хорошо оструктуренным гумусированным суглинком черноземов. Один из примеров указанных включений – гумусированные палеослепышины, обнаруженные в профиле почвы, погребенной под валом второй линии обороны городища Подгорное возраста  $1150 \pm 110$  лет (Кі-19108) (датировка по углю). Радиоуглеродный возраст гумуса заполнения одной из слепышин –  $2810 \pm 60$  лет (Кі-19110) (рубеж суббореального и субатлантического периодов голоцена), а другой слепышины –  $6080 \pm 150$  лет (Кі-19109) (атлантический период голоцена) (рис. 2).

Фоновые (современные) аналоги скифских палеочерноземов во всех случаях – серые лесные почвы, свидетельствующие о длительном почвообразовании под лесом. Более поздние (после скифского времени) свидетельства почвообразования относятся к периоду появления представителей раннесредневековых археологических культур (в том числе роменской и салтово-маяцкой) на городищах Дмитриевское, Мохнач, Водяное и, вероятно, Подгорное. Погребенные под валами этого периода почвы уже отражают достаточно длительную стадию лесного почвообразования на водоразделах. Они были идентифицированы как черноземы оподзоленные, а в некоторых случаях как переходные от черноземов оподзоленных к серым лесным почвам (табл. 1).

Один из главных процессов эволюционной трансформации черноземов в серые лесные почвы – усиление во времени их текстурной дифференциации (табл. 2) в результате протекания лессиважа в прохладном микроклимате под пологом широколиственного леса. В более прохладных, севернее расположенных районах лесостепи (городища Мухино и Подгорное), отмечена тенденция увеличения интенсивности текстурной дифференциации профилей среднесуглинистых почв, по сравнению с более южными территориями (городище Борисовка); в более легких по гранулометрическому составу почвах также отмечено усиление интенсивности текстурной дифференциации профилей (городище Водяное), по сравнению с почвами более тяжелого гранулометрического состава (городище Борисовка).

Формирование вследствие лессиважа элювиально-иллювиальной дифференциации профиля обусловило



**Рис. 2.** Профиль темно-серой лесной почвы по чернозему, погребенной под оборонительным валом раннесредневекового времени на городище Подгорное. Перерывность палеослепышинами хорошо заметна в слое 50-90 см погребенной почвы. В нижней части профиля погребенной почвы – две темноцветные палеослепышины с указанием радиоуглеродного возраста гумуса их черноземного заполнения (датировки выполнены в Киевской радиоуглеродной лаборатории НАН Украины).

возникновение генетически сопряженных между собой горизонтов элювиирования – иллювиирования веществ серых лесных почв: А1А2 – А2В – Вt. Эволюционные переходы морфогенетических горизонтов черноземов в таковые серых лесных почв наглядно демонстрирует почвенный хроноряд, изученный на городище Подгорное (рис. 3).

**Таблица 1. Классификационный статус почв в хронорядах, изученных на придолинных участках водоразделов городищ раннего железного века (лесостепь Среднерусской возвышенности)**

Городище	Погребенные почвы		Фоновые почвы
	VIII-I вв. до н.э.	VIII-XI вв. н.э.	
Мухино	ЛЗ*	нет	Л2
Подгорное	Ч <sup>в</sup> по Ч <sup>оп</sup>	ЛЗ по Ч	Л3
Борисовка	Ч <sup>т</sup>	нет	Л3
Дмитриевка	Ч <sup>в</sup>	ЛЗ по Ч	Л2
Водяное	Ч <sup>т</sup> по Ч <sup>оп</sup>	Ч <sup>оп</sup> -ЛЗ	Л3
Мохнач	Ч <sup>в</sup>	Ч <sup>оп</sup>	Л3
Коробовы Хутора	Ч <sup>в</sup>	нет	Л3

\* почвы: Л2 – серая лесная; Л3 – темно-серая лесная; ЛЗ по Ч – темно-серая лесная по чернозему; Ч<sup>оп</sup> – чернозем оподзоленный, Ч<sup>оп</sup>-ЛЗ – чернозем оподзоленный, переходный к темно-серой лесной почве; Ч<sup>в</sup> по Ч<sup>оп</sup> – чернозем выщелоченный по чернозему оподзоленному; Ч<sup>в</sup> – чернозем выщелоченный; Ч<sup>т</sup> по Ч<sup>оп</sup> – чернозем типичный по чернозему оподзоленному; Ч<sup>т</sup> – чернозем типичный.



Таблица 2. Коэффициенты текстурной дифференциации по илу почв раннего железного века и современного периода в хронорядках, изученных на придолинных участках водоразделов некоторых городищ лесостепи Среднерусской возвышенности

Городище, возраст, гранулометрический состав почв	Погребенные почвы ранне-го железного века	Фоновые почвы
Мухино, 2170±90 лет (ИГРАН – 4159), сс*	1,43	2,86
Подгорное, 2030 ± 50 лет (К1-19107), сс	1,83	2,85
Борисовка, 2450 ± 40 лет (К1-18174), сс	1,03	1,55
Водяное, 2450-2400 лет (археологическая датировка), лс	1,97	3,74
Средние значения для среднесуглинистых почв	1,43	2,42

\*гранулометрический состав почв: сс – среднесуглинистый; лс – легкосуглинистый.

Развитию текстурной дифференциации профилей черноземов под лесами в результате их эволюционной трансформации в серые лесостепные почвы сопутствовали другие почвообразовательные процессы. В

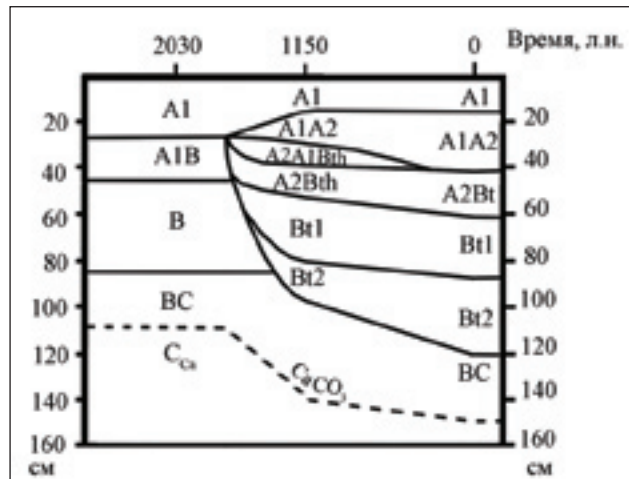


Рис. 3. Хроноряд почвенных профилей, отражающий эволюцию среднесуглинистых черноземов выщелоченных в темно-серые лесные почвы в центральной части лесостепи Среднерусской возвышенности (ключевой участок Подгорное). Пунктиром показана глубина вспахивания.

Таблица 3. Некоторые физические, физико-химические и химические свойства почв, изученных на городище Борисовка

Горизонт, глубина, см	Гран. фракции, %		рН		CO <sub>2</sub> карб. абс. %	C <sub>орг.з</sub> абс. %	C <sub>зк</sub> отн. %	C <sub>фк</sub> отн. %	C <sub>зк</sub> /C <sub>фк</sub>
	< 0,01 мм	< 0,001 мм	H <sub>2</sub> O	KCl					
<b>Современная (фоновая) почва</b>									
0-20	34,19	20,72	6,62	5,44	0	2,47	34,32	27,22	1,26
20-40	36,65	26,57	6,23	4,78	0	1,00	23,32	17,94	1,30
40-60	41,86	31,19	6,06	4,29	0	0,51	36,45	26,33	1,38
60-80	42,34	31,06	5,99	3,91	0	0,25	23,85	30,33	0,79
80-100	41,54	29,82	5,90	3,86	0	0,20	15,22	33,96	0,45
100-120	47,12	30,58	7,04	5,51	0,98	0,19	не опр.	не опр.	не опр.
120-140	51,70	28,68	8,31	7,11	5,78	0,17	–	–	–
140-160	47,63	24,85	8,38	7,07	3,69	0,27	–	–	–
<b>Почва, погребенная под валом возраста 2450±40 лет</b>									
0-20	41,96	25,94	8,34	7,19	0,97	0,80	49,83	27,14	1,84
20-40	42,08	29,07	8,50	7,22	0,96	0,49	36,23	17,02	2,13
40-60	40,64	29,07	8,35	7,22	1,14	0,23	29,67	18,37	1,62
60-80	41,13	26,33	8,36	7,22	1,13	0,19	23,86	31,35	0,76
80-100	47,82	30,14	8,36	7,28	3,00	0,21	17,66	28,11	0,63
100-120	50,48	34,55	8,46	7,31	4,88	0,26	не опр.	не опр.	не опр.
120-140	52,50	31,36	8,40	7,32	4,00	0,31	–	–	–

качестве примера, иллюстрирующего выщелачивание и подкисление профилей палеочерноземов, а также сужение отношения C<sub>зк</sub>:C<sub>фк</sub> в групповом составе их гумуса в процессе эволюционного перехода в серые лесные почвы можно привести результаты лабораторного анализа почв, изученных на городище Борисовка (табл. 3).

Таким образом, естественная эволюция почв широколиственно-лесных зональных участков лесостепи в субатлантическом периоде голоцена заключалась в направленной трансформации черноземных почв в серые лесные как следствие позднеголоценового увлажнения климата и надвигания лесов на степи.

Вторым важным аспектом проведенного исследования стал анализ трендов агрогенной эволюции автоморфных серых лесостепных почв.

Изучали агрохроноряды экстенсивно осваиваемых серых и темно-серых лесных почв на территориях с исторически сложившейся и достаточно широко распространенной в регионе агротехникой (плужная обработка почв отвальным способом, внесение подстилочного навоза в низких дозах, никогда не превышавших 6 т/га ежегодно).

На обследованных ключевых участках были установлены эволюционные изменения профилей на протяжении 230-летнего периода их распашки. Полученные результаты указывают на происходящее во времени наращивание мощности гумусовых профилей пахотных серых лесных почв. Отмечено однонаправленное усиление во времени признаков зоогенной переработки (слепышами и червями) профилей пахотных почв. Структурно-агрегатный анализ почв всех исследованных агрохронорядов выявил тенденцию идущую во времени уменьшения размеров агрегатов и повышения коэффициента структурности, особенно заметного в слое 30-60 см. Этот процесс по мере увеличения возраста распашки захватывает все более глубокие слои профилей пахотных почв. При этом коэффициент водопрочности почвенной структуры слабо изменяется в верхней части почвенных профилей (слой 0-40 см); за 200 лет распашки и более в горизонте A<sub>пак</sub> происходит снижение величины этого показателя с 0,9-1,0 до 0,7-0,8. Вместе с тем в пахотных почвах продолжается перераспределение ила, что становится особенно выраженным, при сравнении свойств фоновых и старопахотных почв. В старопахотных почвах на всех ключевых



Таблица 4. Радиоуглеродный возраст гумуса почв изученных агрохроно-рядов (данные Киевской радиоуглеродной лаборатории НАН Украины)

Угодье, горизонт, глубина	Лабораторный номер образца	Возраст гумуса, лет
<b>Казачья Лисица</b>		
Лес, А1А2, 20-30 см	Ki -17346	2570 ± 90
Лес, А1А2Вth, 32-46 см	Ki -17347	5810 ± 120
Пашня 230 лет, А <sub>пах</sub> <sup>г</sup> , 0-10 см	Ki -17352	1270 ± 80
Пашня 230 лет, А <sub>пах</sub> <sup>г</sup> , 20-30 см	Ki -17353	1810 ± 80
Пашня 230 лет, А1В, 40-50 см	Ki -17354	2220 ± 380
<b>Поляна</b>		
Лес, А1, 15-27 см	Ki -13876	1920 ± 70
Пашня 100 лет, А <sub>пах</sub> <sup>г</sup> , 18-23 см	Ki -13879	1430 ± 50
Пашня 150 лет, А <sub>пах</sub> <sup>г</sup> , 18-29 см	Ki -13883	1410 ± 60
<b>Самарино</b>		
Лес, А1А2, 20-30 см	Ki -17338	830 ± 60
Лес, ВtА2, 40-50 см	Ki -17339	2360 ± 140
Пашня 150 лет, А <sub>пах</sub> <sup>г</sup> , 0-10 см	Ki -17340	630 ± 60
Пашня 150 лет, А1В, 20-30 см	Ki -17341	1050 ± 60
Пашня 150 лет, ВА1, 40-50 см	Ki -17342	890 ± 180

участках обнаружены «новые» (отсутствующие в фоновых почвах) иллювиальные максимумы содержания ила непосредственно ниже пахотных горизонтов. Общей закономерностью выступает направленное подщелачивание почвенных профилей и увеличение емкости катионного обмена почв в пашнях все более давних сроков освоения. Фронт подщелачивания растянут по глубине в почвах агрохронорядов типичной лесостепи («Казачья Лисица», «Мелихово», «Поляна») и сжат в почвах агрохроноряда на границе лесостепной и степной зон («Самарино»). Групповой состав гумуса изменяется от фульватно-гуматного ( $C_{гк}:C_{фк} = 1,3-1,7$ ) в естественных серых лесных почвах до гуматного в их старопашотных вариантах ( $C_{гк}:C_{фк} = 2,5-4,0$ ). Изменение качественного состава органического вещества по мере увеличения возраста земледельческого освоения серых лесных почв свидетельствует о смене направленности процесса гумификации в сторону усиления гуматности гумуса, что в большей степени свойственно черноземам. Эта особенность также подтверждается результатами морфогенетического и микроморфологического анализа почвенных профилей – по мере увеличения длительности распашки окраска пахотных и гумусовых горизонтов почв становится все более темной, в гумусово-глинистой плазме появляются сгустки темно-бурого и черного органического вещества (гумоны), которые можно рассматривать как агрегаты первого порядка черноземов. На всех изученных ключевых участках в метровой толще пахотных серых лесных почв мы не выявили снижения во времени запасов гумуса. На участке «Мелихово» в почве под лесом запасы гумуса составляют 255 т/га, тогда как в почве с возрастом распашки 230 лет – 307 т/га. Аналогичная тенденция выявлена на участке «Казачья Лисица – 191 и 212 т/га, соответственно. В почве под лесом на участке «Поляна» запасы гумуса составляют 268 т/га, тогда как в почве с возрастом распашки 150 лет – 287 т/га. На участке «Самарино» почвы идентичных угодий характеризуются запасами гумуса в метровой толще, равными 176 и 203 т/га, соответственно. За всю историю земледельческого освоения изученных почв средняя по четырем ключевым участкам скорость роста запасов гумуса в метровой толще составила  $1,6 \pm 0,3$  т/га в 10 лет, а в слое 0-30 см –  $1,57 \pm 0,5$  т/га в 10 лет. Радиоуглеродное датирование демонстрирует омоложение гумуса верхних горизонтов пахотных почв, по сравнению с фоновыми значениями, благодаря пополнению гумусового фонда свежим органическим веществом,

образовавшимся в период распашки почв (табл. 4). Учитывая то обстоятельство, что все изученные почвы осваивались при низких ежегодных дозах внесения органических удобрений (менее 6 т/га), установленный рост гумусированности пахотных серых лесных почв нельзя объяснить с точки зрения применявшихся на полях агрохимических мелиораций.

Таким образом, по целому набору изменяющихся во времени свойств пахотных серых лесных почв можно констатировать улучшение

их агрономических качеств и трендовую направленность их трансформации в черноземы.

Наряду с трендовыми изменениями пахотных серых лесных почв во времени, в них также отчетливо проявилась стадильность агрогенной эволюции. Стадии определяются по замедлению во времени прироста мощности гумусоаккумулятивной части почвенных профилей, затуханию ряда других процессов (поверхностного оглеения, лессиважа), а также по особенностям преобразования верхней части карбонатного профиля, что было определено при микро- и субмикроморфологическом анализе почв [18]. Переход из начальной стадии агрогенного почвообразования в стадию старопашотного состояния серых лесных почв по большинству почвообразовательных процессов происходит через 100 лет после начала их земледельческого освоения.

Предполагаемой причиной стабильности плодородия длительно распаханых серых лесостепных почв и даже некоторого улучшения во времени их агрономических свойств в условиях применения экстенсивной агротехники служит изменение почвенных климатических режимов при смене леса пашней и в процессе длительной распашки. В новом гидротермическом режиме, формирующемся при культивировании сельскохозяйственных растений, ближе стоящих к степному типу растительности, регулярная перепашка способствует отмиранию корневых систем растений и улучшению благодаря этому гумусового состояния почв не только в пахотном слое, но и на всю глубину распространения корневых систем. Вторая, не менее важная причина – формирование на полях более благоприятных условий для жизнедеятельности почвенной мезофауны, в первую очередь, червей, структурообразующая роль и продукты метаболизма которых также способствуют наращиванию гумусоаккумулятивной части почвенных профилей.

**Выводы.** В ходе проведенного исследования были выявлены основные закономерности природной (биоклиматической) и агрогенной эволюции почв широколиственно-лесных участков южной части лесостепи Среднерусской возвышенности.

Получили подтверждение две гипотезы из списка ранее предлагавшихся концепций формирования и развития почв лесостепи:

гипотеза климатогенно обусловленной экспансии лесов на степи в позднем голоцене и эволюционной трансформации черноземов в серые лесные почвы;

гипотеза проградации серых лесостепных почв в черноземы при смене лесов сельскохозяйственными угодьями (в том числе пашнями).

В результате позднеголоценового увлажнения климата и надвигания лесов на степи на протяжении последних 2800 лет общей закономерностью, характеризующей природную эволюцию почв придолинных участков водоразделов юга лесостепи Среднерусской возвышенности, выступает переход из степной стадии почвообразования в лесную и обусловленная этим трансформация лугово-степных черноземов в серые лесные почвы.

По ряду изменяющихся во времени свойств пахотных автоморфных серых лесостепных почв (зоогенная переработка профилей, степень оструктуренности

почвы, мощность гумусированной части профилей, запасы гумуса, групповой состав гумуса, емкость поглощения и др.) с возрастом распашки происходит улучшение их агрономических качеств. Выявлена трендовая направленность трансформации старопашотных серых лесостепных почв в черноземы.

Обоснована дивергенция биоклиматической и агрогенной эволюции серых лесостепных почв на юге лесостепи Среднерусской возвышенности. В процессе природной (биоклиматической) эволюции черноземы среднего голоцена под широколиственным типом лесной растительности трансформировались в зональные серые лесостепные почвы. В процессе длительной распашки (150-230 лет) зональные серые лесостепные почвы эволюционировали в агрогенные черноземы.

#### Литература.

1. Коржинский С.И. Северная граница черноземно-степной области восточной полосы европейской России в ботанико-географическом и почвенном отношении // *Тр. О-ва естествоиспытателей при Императорском Казанском университете*. 1891. Т. XXII. Вып. 6. 175 с.
2. Турин И.В. К вопросу о генезисе и классификации лесостепных и «лесных» почв // *Уч. зап. Казан. ун-та. Казань*, 1930. Кн. 3-4. С. 429–462.
3. Ахтырцев Б.П. Серые лесные почвы Центральной России. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1979. 232 с.
4. Ахтырцев Б.П. К истории формирования серых лесных почв Среднерусской лесостепи // *Почвоведение*. 1992. №3. С. 5–18.
5. Берг Л.С. Климат и жизнь. М.: Огиз-Географгиз, 1947. 356 с.
6. Александровский А.Л. Эволюция почв Восточной Европы на границе между лесом и степью // *Естественная и антропогенная эволюция почв*. Пушчино, 1988. С. 82–94.
7. Чендев Ю.Г., Александровский А.Л. Почвы и природная среда бассейна реки Воронеж во второй половине голоцена // *Почвоведение*. 2002. № 4. С. 389–398.
8. Талиев В.И. Человек как ботанико-географический фактор // *Научное обозрение*. 1902. № 11. С. 42–61.
9. Козловский Ф.И. Эволюция пахотных почв как предмет генетико-географического почвоведения // *Теория и методы изучения почвенного покрова*. М.: ГЕОС, 2003. С. 451–463.
10. Гедымин А.В., Харитоньев А.Т. Использование старых картографических материалов при изучении ландшафтов // *Современные проблемы географии*. М.: Наука, 1964. С. 298–302.
11. Гедымин А.В., Побединцева И.Г. Опыт исследования длительной распашки на свойства обыкновенных черноземов // *Почвоведение*. 1964. № 5. С. 35–46.
12. Lisetskii F.N., Ergina E.I. Soil development on the Crimean peninsula in the late holocene // *Eurasian Soil Science*. 2010. Vol. 43. No. 6. Pp. 601–613.
13. Региональные особенности климатической эволюции почв южной части Восточной Европы во второй половине голоцена // Ю.Г. Чендев, Э.Р. Лупо, М.Г. Лебедева, Д.А. Борбукова // *Почвоведение*. 2015. № 12. С. 1411–1423.
14. Климанов В.А., Серебрянная Т.А. Изменения растительности и климата на Среднерусской возвышенности в голоцене // *Изв. АН СССР. Серия географическая*. 1986. № 1. С. 26–37.
15. Серебрянная Т.А. Динамика границ Центральной лесостепи в голоцене // *Вековая динамика биогеоценозов. Чтения памяти академика В.Н. Сукачева*. Х. М.: Наука, 1992. С. 54–71.
16. Спиридонова Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене – голоцене. М.: Наука, 1991. 221 с.
17. Серебрянная Т.А., Ильвес Э.О. Последний лесной этап в развитии растительности Среднерусской возвышенности // *Изв. АН СССР. Серия географическая*. 1973. № 2. С. 95–102.
18. Радиоуглеродное датирование педогенных карбонатов в глубоких горизонтах лесостепных почв / О.С. Хохлова, А.В. Русаков, А.М. Кузнецова, Т.Н. Мякшина, Ю.Г. Чендев // *Почвоведение*. 2013. № 9. С. 1095–1109.

## TRENDS OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC EVOLUTION OF GRAY FOREST-STEPPE SOILS IN LATE HOLOCENE: THE SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Yu.G. Chendev

Belgorod State National Research University (The National Research University «Belgorod State University» / «BelSU») ul. Pobedy, 85, korp. 14, Belgorod, 308015, Russian Federation

**Summary.** Peculiarities of the natural (bioclimatic) and anthropogenic (agrogenic) evolution of automorphic gray forest soils were studied in the South of the Central Russian Upland. On watersheds, under earth linear fortifications in the six studied Early Iron Age hill forts, built at the beginning of Sub-Atlantic period of the Holocene (2800-2030 years BP) buried dark-colored soils with signs of mid-Holocene steppe stage of development were identified. There were chernozems with no signs of morphologically defined forest soil formation, or chernozems in the initial stages of degradation under forest vegetation. One of proofs of steppe formation in the past for the studied buried soils was the presence in their profiles of burrows, formed by steppe earth animals - mole rats. These burrows were filled with well-structured humus loamy material from the paleochernozems. Late Holocene climatic moistening contributed to an expansion of broad-leaved forests to the meadow steppe areas. Once found under the forests, the chernozems began to evolve into gray forest soils through intermediate link of their evolution – podzolized chernozems. The components of this process were rise in the texture differentiation coefficient in soil profiles, leaching and acidification of soils, increasing the proportion of fulvic acids in the humus composition. Agrogenic evolution of automorphic gray forest-steppe soils under conditions of extensive farming techniques (at low doses of organic fertilizers) for long period of plowing (150-230 years) was accompanied by recurrent changes of these soils into the chernozems. The growth of zoogenic processing and improvement of soil structure, development of morphologically detected humus profile thickness, increase in stocks of humus in the upper meter of soils, formation of more humate soil organic matter, increase in exchangeable capacity contributed to the processes of chernozems formation. Thus, the divergence of bioclimatic and agrogenic evolution of gray forest soils was revealed, which reflects the combination of a complex set of properties and processes of natural and human-caused soil genesis in the soil space of the studied area.

**Key words:** gray forest-steppe soils, south of the Central Russian Upland, evolution of soils, Holocene, climate changes, plowing.

**Author Details:** Yu.G. Chendev, D.Sc. (Geogr.), head of department,

**For citation:** Chendev Yu.G. Trends of Natural and Anthropogenic Evolution of Gray Forest-Steppe Soils in Late Holocene: the South of the Central Russian Upland. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2016. V.30. No. 7. Pp. 14-19 (in Russ.).