

## РАЗРАСТАЮЩИЕСЯ ЛЕСОПОЛОСЫ КАК МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИОННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ПОД ЛЕСОМ

**Чендев Юрий Георгиевич**, доктор географических наук, ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», *Россия*, г. Белгород, [Chendev@bsu.edu.ru](mailto:Chendev@bsu.edu.ru),

**Геннадиев Александр Николаевич**, доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», *Россия*, г. Москва,

**Смирнова Мария Андреевна**, кандидат географических наук, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», *Россия*, г. Москва

На юге Среднерусской возвышенности (Губкинский район Белгородской области) изучен хроноряд черноземов выщелоченных, состоящий из фонового чернозема на лугово-степной залежи и его близко расположенных аналогов под лесной растительностью разного возраста (30 и 60 лет) в месте разрастания в сторону залежи полезащитной кленово-ясеновой лесополосы. Установлены особенности трансформации во времени черноземов под древесной растительностью благодаря развитию или стадийным изменениям таких процессов, как текстурная дифференциация профилей, выщелачивание и окарбонирование, подкисление и подщелачивание, гумусонакопление и дегумификация.

*Ключевые слова:* лесостепь, Среднерусская возвышенность, лесополосы, черноземы, почвенные хроноряды, эволюция почв.

## EXTENDING SHELTERBELTS AS MODELS OF EVOLUTIONAL CHANGE OF CHERNOZEMS UNDER FOREST

**Chendev Yu. G., Gennadiev A. N., Smirnova M. A.**

A chronosequence of 3 Luvic Chernozems (south of the Central Russian Upland Gubkinsky district of the Belgorod oblast) closely located to each other in the meadow steppe and in the maple ash shelterbelt with 30 and 60 ages of trees is the focus of this study. We indicate the features of the time transformation of Chernozems under tree vegetation due to the development or staged changes of soil-forming processes such as texture differentiation, leaching and calcification, acidification and alkalization, humus accumulation and dehumification.

*Keywords:* forest-steppe, Central Russian Upland, forest belts, Chernozems, soil chronosequence, soil evolution.

На юге Среднерусской возвышенности на протяжении последних десятилетий во многих местах наблюдается увеличение лесистости – в том числе благодаря разрастанию полезащитных и противоэрозионных лесополос в сторону сенокосных и пастбищных угодий [3]. Разрастающиеся лесополосы можно использовать для выявления и анализа направленности, интенсивности и стадийности эволюционных преобразований черноземов под лесной растительностью. Новизна такого рода исследований определяется дефицитом сведений о начальных стадиях преобразования черноземов под лесом, тогда как длительные (многовековые) эффекты данного процесса, приводящего к эволюции черноземов в серые лесные почвы, изучены более детально [1].

Объектом нашего исследования послужила широкая (30 м) многорядная кленово-ясеновая лесополоса, посаженная 60 лет назад на границе между старозалежным лугово-степным угодьем (высадка производилась на краю этого угодья) и прилегающим к нему с востока пахотным полем (рисунок 1). Участок исследования находится на юге Губкинского района Белгородской области в зоне лесостепи. Лесополоса ориентирована с юга на север, позиция в рельефе – почти ровный водораздел с небольшим уклоном к западу. При сравнении современного космоснимка с топографической картой 1981 г. выявляются зоны пророста лесополосы в сторону залежи (рисунок 1). Это послужило основанием для закладки полевого эксперимента по изучению почвенного хроноряда (термин предложен А. Н. Геннадиевым [2]) под разновозрастными лесными насаждениями и сравнения их свойств с фоновой почвой на рядом расположенной лугово-степной залежи.

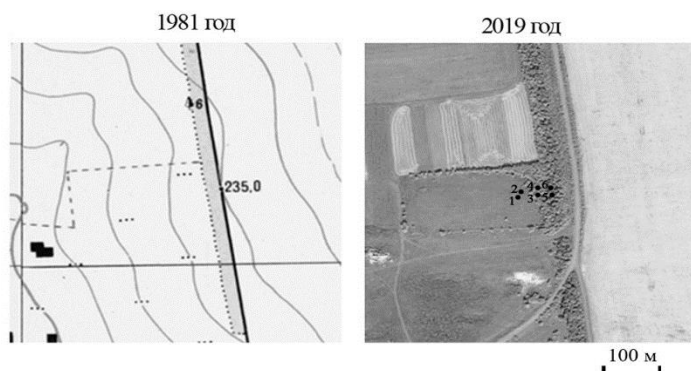


Рисунок 1 – Участок изучения черноземов в зоне разрастания лесополосы.

Слева – фрагмент крупномасштабной топографической карты 1981 г., справа – современный спутниковый снимок этой же территории с обозначением мест полевого исследования почв с номерами разрезов.

Возраст деревьев определялся путем подсчета годичных колец в кернях, экстрагированных с помощью бура Naglof и отбираемых в 3–4-кратной повторности.

В пределах каждого элемента почвенного хроноряда (на фоновом старозалежном уголье и под древесной растительностью возраста 30 и 60 лет) на удалении 10 м друг от друга закладывалось по 2 дублирующих почвенных разреза. Расстояние между сравниваемыми парами почвенных профилей составляло 30–35 м (крайние члены хроноряда удалены друг от друга на 63 м), что снижало вероятность пространственной вариабельности литологического состава почв и почвообразующих пород.

Как показали признаки почв в разрезах, главным компонентом в структуре почвенного покрова выступают черноземы выщелоченные среднemosные тяжелосуглинистые, сформированные на маломощных покровных лессовидных карбонатных суглинках, подстилаемых с глубины 1.2–1.4 м средне- и легкосуглинистыми опесчаненными породами древнеаллювиального генезиса.

На фоновом участке в разрезе 1 был исследован чернозем типичный, заметно перерытый степными землероями – слепышами, что привело к гомогенизации почвенного профиля и к высокому залеганию карбонатов (на глубинах 35–45 см). В других местах (в разрезе 2 и в кернях нескольких буровых скважин) были идентифицированы черноземы выщелоченные с близким набором морфометрических свойств. Поэтому при послойном анализе почвенных признаков в качестве фона сравнения с лесными аналогами были использованы характеристики профиля чернозема из разреза 2. В остальных случаях (под лесонасаждениями возраста 30 и 60 лет) на каждом участке рассчитывались средние характеристики парных почвенных профилей.

Как вытекает из результатов полевых исследований, на ранней стадии поселения леса на лугово-степных черноземах (десятки лет) в их профилях уже происходят заметные изменения морфологических признаков. Горизонт A1 подразделяется на два подгоризонта – A1<sup>I</sup> A1<sup>II</sup>, отличающихся по структуре (верхний подгоризонт комковато-зернистый, а нижний – зернисто-комковатый с элементами угловатости) и плотности (верхний подгоризонт становится рыхлым из-за густого распространения в нем мелких корешков трав и деревьев, а нижний подгоризонт остается уплотненным). В черноземах под 30- и 60-летними древостоями направленно и достоверно возрастает мощность гумусовых горизонтов и гумусовых профилей (таблица 1). При этом прирост гумусированной части профилей происходил за счет ассимиляции верхней части горизонта B, мощность которого закономерно снижалась во времени (таблица 1). В верхней и средней частях профилей черноземов под лесом возникли признаки вертикального перемещения веществ, что привело к возникновению гляцевых пленок иллювиирования на поверхности агрегатов в горизонтах A1B, BA1 и B. Кроме того, в почвах изученного хроноряда складываются предпосылки к понижению глубины залегания карбонатов (таблица 2).

Дополнительную информацию дали результаты анализа ряда физических, физико-химических и химических свойств почв (таблицы 3, 4).

Выявляются как направленные, так и стадийные изменения почвообразовательных процессов. К направленным относятся: подщелачивание почвенного раствора в слое 0–20 см, рост запасов гумуса в слое 0–30 см (фон – 208 т/га; под 30-летним лесонасаждением – 221, под 60-летним лесонасаждением – 227), развитие процесса текстурной дифференциации профиля и снижение запасов ила в слое 0–20 см (фон – 932 т/га; под 30-летним лесонасаждением – 806, под 60-летним лесонасаждением – 697).

Таблица 1 – Анализ мощности генетических горизонтов (см) фонового чернозема и его аналогов, покрытых лесной растительностью в разное время

Участок почвенного хроноряд с номерами разрезов	Горизонт	n	Lim	$X \pm \delta_x$	$\delta$	V, %
Старая залежь, фон. Разр. 2	<i>Al</i>	10	29–36	$32.4 \pm 0.7$	2.37	7.3
	<i>A1B+BA1</i>	10	28–35	$31.6 \pm 0.7$	2.32	7.3
	<i>Al+A1B+BA1</i>	10	60–68	$64.0 \pm 0.9$	2.83	4.4
	<i>B</i>	10	20–38	$28.9 \pm 1.8$	5.80	20.1
Лесонасаждение возраста 30 лет. Разр. 3, 4.	<i>Al</i>	20	33–49	$40.1 \pm 0.9$	4.16	10.4
	<i>A1B+BA1</i>	20	27–40	$31.4 \pm 0.9$	4.10	13.1
	<i>Al+A1B+BA1</i>	20	61–84	$71.5 \pm 1.5$	6.60	9.2
	<i>B</i>	20	10–36	$22.4 \pm 1.8$	8.13	36.3
Лесонасаждение возраста 60 лет. Разр. 5, 6.	<i>Al</i>	20	30–52	$42.0 \pm 1.2$	5.29	12.6
	<i>A1B+BA1</i>	20	28–47	$39.4 \pm 0.9$	4.19	10.6
	<i>Al+A1B+BA1</i>	20	77–89	$81.4 \pm 0.9$	3.89	4.8
	<i>B</i>	20	8–25	$17.7 \pm 1.1$	4.78	27.0

Таблица 2 – Статистические показатели глубины вскипания (см) фонового чернозема и его аналогов, покрытых лесной растительностью в разное время

Участок почвенного хроноряд с номерами разрезов	n	Lim	$X \pm \delta_x$	$\delta$	V, %
Старая залежь, фон. Разр. 2	10	85–97	$91.3 \pm 1.4$	4.27	4.7
Лесонасаждение возраста 30 лет. Разр. 3, 4.	15	72–123	$94.6 \pm 4.7$	18.07	19.8
Лесонасаждение возраста 60 лет. Разр. 5, 6.	20	79–129	$99.8 \pm 3.8$	17.19	17.2

К стадийным относятся изменения процессов, характерных для более глубоких частей почвенных профилей: в слое 20–100 см – подкисление в первые 30 лет нахождения чернозема под лесом, а затем подщелачивание (таблица 3); в слое 30–100 см – первоначальная стадия дегумификации сменяется стадией гумусонакопления (таблица 3); в слое 80–120 см первоначальная стадия окарбонирования сменяется стадией выщелачивания, а в слое 120–200 см выявляется обратная последовательность смен – сначала выщелачивание, а затем окарбонирование (таблица 4).

Таблица 3 – Профильное распределение pH, содержания и запасов ила и гумуса в почвах изученного хроноряд

Слой, см	pH водный			Фракция ила (<0.001 мм)			Гумус		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0–10	6.6	7.1	7.3	43.5/461	30.3/338	33.6/349	7.0/72.4	6.85/76.7	8.25/85.7
10–20	6.4	6.8	6.8	41.3/471	37.1/468	30.0/348	6.0/68.4	5.55/70.3	6.05/70.5
20–30	6.7	6.3	6.7	39.6/479	35.8/492	35.3/439	5.4/65.3	5.4/74.3	5.65/70.4
30–40	6.8	6.3	6.7	38.0/486	34.6/488	34.5/443	4.4/69.1	4.45/63.1	5.1/65.6
40–60	6.8	6.4	6.9	36.1/988	35.3/994	37.2/971	3.4/93.2	3.05/85.7	4.3/112.5
60–80	6.9	6.7	7.0	34.7/1007	36.2/1016	38.1/1002	2.4/69.6	1.95/54.1	3.15/82.9
80–100	8.3	7.4	7.7	42.3/1202	36.0/1041	39.0/1042	2.0/56.8	1.15/33.0	1.7/45.6

Примечание: 1 – старозалежный участок (разр. 2); 2 – 30-летнее лесонасаждение (разр. 3, 4); 3 – 60-летнее лесонасаждение (разр. 5, 6). Для фракции ила и гумуса в числителе – содержание, %, в знаменателе – запасы, т/га.

Для уточнения выявленных изменений требуется проведение дополнительных исследований. На данном этапе можно лишь констатировать близкие к известным по другим объектам расчетные величины интенсивности протекания ряда процессов.

Таблица 4 – Послойное распределение запасов CaCO<sub>3</sub> (т/га) в почвах изученного хроноряда

Слой, см	Старая залежь, фон. Разр. 2	Лесонасаждение возраста 30 лет. Разр. 3, 4.	Лесонасаждение возраста 60 лет. Разр. 5, 6.
80–100	91	294	164
100–120	344	348	227
120–140	206	206	309
140–160	162	75	238
160–180	216	23	129
180–200	35	24	124
0–200	1054	970	1191

В случае нашего исследования средняя скорость выноса ила из слоя 0–20 см черноземов за 60 лет пребывания под лесной растительностью составила 3.9 кг/м<sup>2</sup> за 10 лет, тогда как сравнительный анализ черноземов под пологом защитной 50-летней дубовой лесополосой с черноземами прилегающих пашен выявил среднюю интенсивность выноса ила из слоя 0–20 см, равную 3.1 кг/м<sup>2</sup> за 10 лет [5]. В метровой толще черноземов под лесополосами 55-летнего возраста на территории агролесомелиоративных ландшафтов Среднерусской возвышенности рассчитанные среднегодовые темпы накопления углерода гумуса находятся в пределах 0.7–1.5 т/га [4], или в пересчете на запасы гумуса – 1.0–2.1 т/га. В нашем исследовании различия между запасами гумуса в слое 0–100 см черноземов под старовозрастным лесонасаждением (среднее между разр. 5 и 6) и фоновыми черноземами (среднее между разр. 1 и 2) составили 534–447=87 т/га, что эквивалентно среднегодовому пополнению резервов гумуса в черноземе под лесополосой на 1.5 т/га.

*Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ, проект № 19–17–00056.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александровский А. Л. Эволюция почв и географическая среда [Текст] / А. Л. Александровский, Е. И. Александровская. – М. : Наука, 2005. – 223 с.
2. Геннадиев А. Н. Изучение почвообразования методом хронорядов (на примере почв Приэльбрусья) [Текст] / А. Н. Геннадиев // Почвоведение. – 1978. – № 12. – С. 33–43.
3. Терехин Э. А. Оценка изменения лесистости в современный период на юге Среднерусской возвышенности с использованием материалов разновременных космических съёмок [Текст] / Э. А. Терехин, Ю. Г. Чендев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 3. – С. 114–126.
4. Чендев Ю. Г. Накопление органического углерода в черноземах (Моллисолях) под пологом защитными лесными насаждениями в России и США [Текст] / Ю. Г. Чендев, Т. Д. Соэр, А. Н. Геннадиев [и др.] // Почвоведение. – 2015. – № 1. – С. 49–60.
5. Чендев Ю. Г. Пространственная дифференциация почвенных свойств в зоне влияния пологом защитных лесополос [Текст] / Ю. Г. Чендев, А. Н. Геннадиев, С. В. Лукин, Т. Д. Соэр // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях: материалы VIII Междунар. науч. конф. Белгород, 22–25 октября 2019 г. – Белгород : ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2019. – С. 69–82.