

# ДАТУВАННЯ ГРУНТУ РІЗНОВІКОВИХ ПОВЕРХОНЬ ГОРОДИЩА МОХНАЧ ГРУНТОВО-ХРОНОЛОГІЧНИМ МЕТОДОМ\*

Ф. М. Лисецький, П. В. Голєусов

*Белгородский государственный университет*

Определение возраста почв является обязательной процедурой при проведении почвенно-генетических исследований. Сравнение морфолого-функциональных особенностей разновозрастных почв позволяет получить представление о развитии во времени важнейших, ресурсно-значимых почвенных характеристик. К методам «прямой» датировки почв относится радиоуглеродный метод, основанный на установлении возраста наиболее консервативных форм органического вещества почвы посредством определения концентрации изотопа  $^{14}\text{C}$ . Однако в большинстве случаев этот метод дает представление лишь об «относительном возрасте почв» (Чичагова, 1986). Пожалуй, наиболее просто и точно (вплоть до дня) может быть датирован нуль-момент почвообразования для почв, развивающихся на поверхностях с исторически документированным нарушением почвенно-растительного покрова. Менее точным, но также доступным является метод археологического датирования почв, сопряженных с различными земляными сооружениями (курганами, валами и т.п.). Иногда этот метод становился основным при проведении почвенно-генетических исследований (Александровский, 1983; Геннадиев, 1990; Иванов, 1992). Но даже в относительно хорошо изученных археологических памятниках зачастую присутствуют объекты, не содержащие археологического материала, а потому «немые» для датировки указанным методом. Для таких объектов перспективным способом датировки может стать расшифровка «памяти» (Таргульян, 1982) образовавшихся на них почв. Этот способ подразумевает использование функциональной зависимости почвенных свойств от времени почвообразования. В данной статье обсуждаются результаты использования почвенно-хронологического метода для датировки почв и поверхностей Мохначского археологического комплекса (Змиевский район Харьковской области).

Городище Мохнач занимает вершинную часть мыса правого берега р. Северский Донец, имеет общую протяженность около 0,7 км, ориентацию СЗ-ЮВ. Почвообразование на территории городища происходит преимущественно по степному типу, за исключением северной облесенной части мыса. Основными типами почвообразующих пород являются древнеаллювиальные супеси и суглинки, а также лессовидные суглинки, на которых за период голоцена сформировались выщелоченные черноземы. Биоклиматические условия почвообразования в целом характерны для южной лесостепи. Археологические исследования различных лет, проведенные Б. Рыбаковым, С.А. Плетневой, В.В. Колодой, сви-

---

\*Работа подготовлена при финансовой поддержке РФФИ (грант 01-05-97404).

детельствуют о существовании на территории данного городища по меньшей мере трех культурно-исторических общностей, относящихся к скифскому времени (VI – III вв. до н. э.), средним векам (сер. VIII – сер. X вв.) и новому времени (XVI-XVIII вв.). Объектами наших исследований являлись почвы, сформировавшиеся на фортификационных сооружениях городища (эскарпы, валы, стены), в том числе и на тех, для которых к настоящему времени не была произведена достаточно обоснованная археологическая датировка.

Почвы изучали в разрезах и серии прикопок в автоморфных позициях антропогенных поверхностей. При этом стремились создать статистически обоснованное представление о морфологии почв. Одновременно производили отбор образцов для последующего анализа физико-химических свойств почв и материнских пород (всего проанализировано 130 образцов). Цвет почвы определяли во влажном и сухом состояниях по шкале Манселла, плотность сложения – термостатным методом с отбором образцов режущими кольцами. Используются общепринятые методы химического анализа почв: метод Тюрина – для определения содержания общего углерода, метод Кьельдаля – для определения общего азота, ацидиметрический метод – для определения содержания  $\text{CO}_2$  карбонатов.

Различия в особенностях строения и свойствах новообразованных почв городища Мохнач (табл. 1) в некоторой степени могут быть объяснены различием типов материнских пород. Так, почвы на древнеаллювиальных супесях бескарбонатны, менее гумусированы, имеют более узкое отношение  $\text{C/N}$ , более высокую плотность сложения по сравнению с почвами на суглинистом субстрате. Почва, образовавшаяся на стене детинца городища (достоверно датированного сер. VIII – сер. X вв.), имеет «сжатый», но относительно гумусированный профиль, рыхлое сложение (см. в табл. 1 объект 1М31), что объясняется ее развитием на плотном субстрате, выполняющем «барьерную» функцию. В профиле почвы, образовавшейся на уступе эскарпа (1М34), прослойка щебнистого материала также способствует усилению гумусированности верхней части горизонта А, в то время как горизонт АВ имеет низкое содержание гумуса. Резкоубывающее распределение гумуса по профилю почвы на эскарпе в лесной части городища (1М43) обусловлено влиянием древесной растительности. Обращает на себя внимание особенность строения профиля почвы, сформировавшейся на вершине «напольного» вала городища (1М22/1). С глубины 22,4 см наблюдается повышение содержания гумуса и расширение отношения  $\text{C/N}$ . Эта граница маркируется также большим количеством включений щебня и дресвы песчаника. Косвенно это свидетельствует о наличии антропогенного вмешательства в ход развития почвы. Верхняя часть профиля в таком случае характеризует почвообразование после данного события, и нижняя часть профиля, имеет, соответственно, больший возраст. Следует от-

метить, что почва, описанная на этом же валу (1М22/II), не имеет признаков нарушения и отличается от предыдущей более развитым гумусовым профилем. Только различием возраста могут быть обусловлены различия морфологии и свойств суглинистых почв объектов 1М28, 1М33, 1М38, 1М42 и 1М43, что говорит о принадлежности данных объектов к разным историческим эпохам.

Таблица 1.

Некоторые физические и химические свойства почв городища Мохнач

№ объекта	Горизонт	Глубина, см	Цвет сухого образца почвы по шкале Манселла	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Общий гумус	Общий азот	C/N	СО <sub>2</sub> карбонатов, %
					%			
1М22/I	A	0-14,6	10 YR 3/2	1,42	1,58	0,140	6,5	нет
	AB	14,6-22,4	10 YR 3/2,5	1,52	1,05	0,140	4,4	нет
	[A]	22,4-30,5	10 YR 3,5/2	1,52	1,72	0,187	5,3	нет
	[AB]	30,5-39,4	10 YR 3/2,5	1,55	1,08	0,187	3,3	нет
	BC	>39,4	10 YR 6/5	-	0,25	0,093	1,6	нет
C	Древнеаллювиальная супесь							
1М22/II	A	0-30,4	10 YR 3/2,5	1,43	1,35	0,187	4,2	нет
	AB	30,4-45,3	10 YR 3/2,5	1,56	1,08	0,140	4,4	нет
	BC	>45,3	10 YR 6/5	-	0,25	0,093	1,6	нет
	C	Древнеаллювиальная супесь						
1М28	A	0-11,3	10 YR 3/3	1,20	3,21	0,280	6,6	0,66
	AB	11,3-20,0	10 YR 3/2,5	1,24	3,17	0,257	7,2	0,99
	BC	>20,0	10 YR 4/3,5	-	1,82	0,187	5,7	2,53
	C	Лессовидный суглинок						
1М31	A	0-11,5	10 YR 4/2	0,97	6,29	0,280	13,0	нет
	AB	11,5-17,4	10 YR 4,5/2,5	0,98	3,33	0,327	5,9	нет
	BC	>17,4	2,5 Y 5/3	-	2,88	0,187	8,9	нет
	C	Супесчано-щебнистый материал (стена)						
1М33	A	0-9,9	10 YR 3/3	1,21	3,67	0,327	6,5	0,99
	AB	9,9-17,1	10 YR 3/3	1,28	2,17	0,257	4,9	0,88
	BC	>17,1	10 YR 4/4	-	0,79	0,164	2,8	1,54
	C	Опесчаненный карбонатный суглинок						
1М34	A <sup>I</sup>	0-28,0	10 YR 4/2		7,62	0,467	9,5	нет
	A <sup>II</sup>	28,0-46,0	10 YR 4/2		3,94	0,327	7,0	нет
	AB	>46,0	10 YR 4,5/4		0,95	0,187	2,9	нет
	C	Бескарбонатный лессовидный суглинок						
1М38	A	0-8,8	10 YR 3,5/2	1,25	2,63	0,280	5,4	0,44
	AB	8,8-17,3	10 YR 3,5/2	1,50	1,36	0,257	3,1	0,44
	BC	>17,3	10 YR 4/4	-	0,56	0,187	1,8	0,66
	C	Опесчаненный делювиальный суглинок						
1М42	A	0-21,9	10 YR 3,5/1,5	1,25	2,32	0,280	4,8	нет
	AB	21,9-36,7	10 YR 3,5/2	1,27	1,35	0,210	3,7	нет
	BC	>36,7	10 YR 4,5/2,5	-	0,80	0,093	4,9	нет
	C	Делювиальный суглинок						
1М43	A <sub>1</sub>		10 YR 3/1,5		5,69	0,374	8,8	нет
	A <sub>2</sub> B		10 YR 3,5/2		2,00	0,140	8,3	нет

	BC	>41,0	10 YR 3/3,5		0,73	0,093	4,5	нет
	C	Бескарбонатный лессовидный суглинок						

Почвенно-хронологический метод датировки поверхностей и образующихся на них почв основан на использовании зависимости мощности гумусированной части почвенного профиля (горизонты А и АВ – Н, мм) от времени почвообразования. Математическая модель трендовой составляющей процесса формирования гумусового горизонта разработана Ф. Н. Лисецким (1990) на основе функции Гомпертца, относящейся к семейству S-образных кривых, которые используются для описания процессов роста в биологических и экологических системах. Модель имеет следующий общий вид:

$$H(t) = H_{\infty} \cdot \exp(-\exp(a + \lambda t)), \quad (1)$$

где  $H_{\infty}$  – максимальная мощность гумусового горизонта данного типа почвы (мм), достигаемая на протяжении голоцена;  $t$  – возраст почвы, годы;  $\lambda$  – коэффициент, отражающий интенсивность почвообразования в данных условиях;  $a$  – коэффициент, характеризующий особенности «стартовых» условий почвообразования (преимущественно обусловленные типом материнской породы).

К настоящему времени банк почвенно-хронологических данных, характеризующих автоморфное формирование гумусового горизонта лесостепных черноземных почв на рыхлых субстратах, насчитывает 221 хроноточку. Наилучшей обеспеченностью данными отличаются хроноинтервалы 50-60, 200-400, 800-1200, 2200-2400 лет почвообразования (рис. 1).

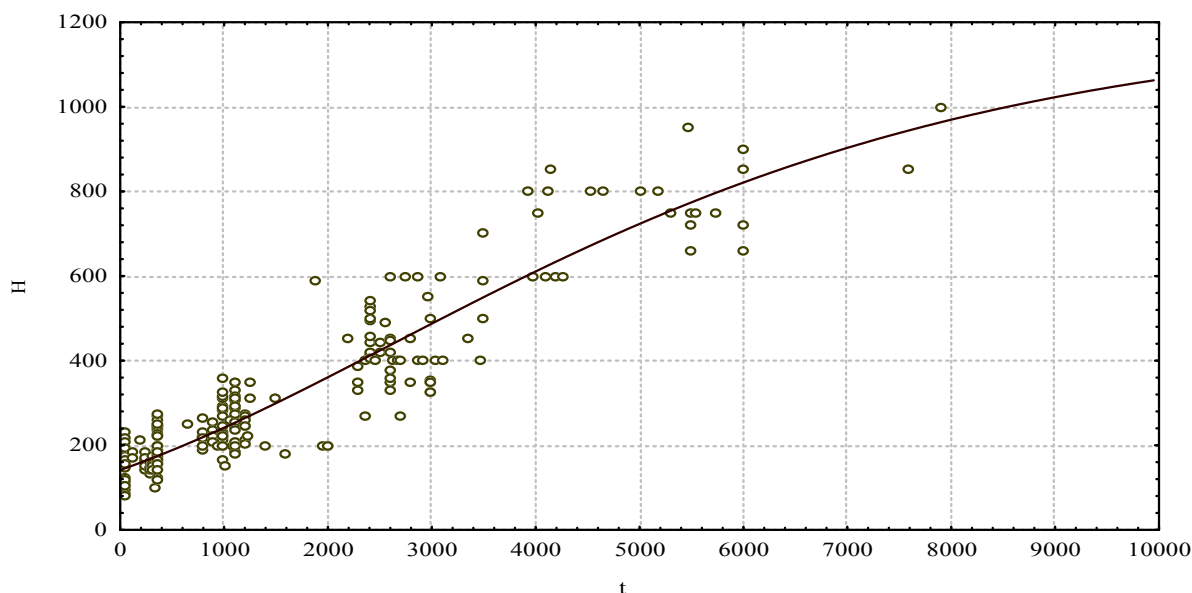


Рис. 1. Изменение мощности гумусового горизонта (H, мм) черноземных почв лесостепи в зависимости от возраста (t, годы).

Разнообразие условий почвообразования, в первую очередь, эдафических (связанных с типом почвообразующих пород и геоморфологическим положением) обуславливает необходимость разработки спектра уравнений модели для разных состояний (комбинаций) почвообразовательных факторов. В наиболее общем виде такая дифференциация возможна для трех типов условий: средних, оптимальных и пессимальных (рис. 2).

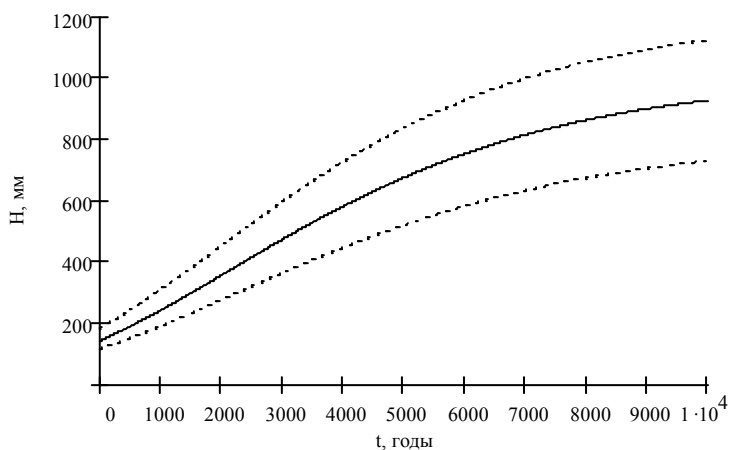


Рис. 2. Экологическое варьирование трендов формирования гумусового горизонта лесостепных черноземов. Положение верхней и нижней пунктирных линий обозначает изменение интенсивности процесса соответственно при улучшении и ухудшении условий почвообразования.

В структуре модели изменение условий почвообразования выражается в варьировании ее параметров (табл. 2).

Таблица 2.

Параметры моделей формирования гумусового горизонта почв в различных условиях почвообразования лесостепной зоны

Условия почвообразования	Вид модели	Параметры модели общего вида $H(t)=H_{\infty} \cdot \exp(-\exp(a+\lambda t))$		
		$H_{\infty}$	$a$	$\lambda$
Благоприятные	1	1200	0,643	0,00033
Средние	2	1000	0,683	0,00032
Неблагоприятные	3	800	0,678	0,00030

В определении вида модели, которую следует использовать для датировки почв, важную роль играет диагностика условий почвообразования: первоначально – в полевых условиях, более точно – после проведения лабораторных анализов по установлению типа

субстрата, свойств почв и т.д. Погрешность в определении возраста почв и датировке поверхностей зависит от естественного варьирования мощности гумусового горизонта (Н), которое необходимо определить путем создания большой выборки значений Н (более 30 замеров). В среднем погрешность метода можно оценить в  $\pm 100$  лет. При прочих равных условиях более точная датировка возможна для почвообразования на рыхлом субстрате (песок, лессовидный суглинок) по сравнению с более плотным (плотные суглинки, глины, щебень). Следует подчеркнуть, что описанный почвенно-хронологический метод датировки применим только при условии автоморфности почвообразования (на субгоризонтальной поверхности, исключающей возможность смыва или намыва почвенного материала) и при отсутствии нарушающих габитус почвы воздействий (распашки и т.п.).

Формула для определения возраста почвы, исходя из мощности гумусированной части ее профиля (см. уравнение 1), имеет следующий общий вид:

$$t = a \cdot \ln(-\ln(H/H_{\infty})/\lambda) \quad (2)$$

Результаты датировки почв городища Мохнач представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Мощность гумусового горизонта новообразованной почвы (Н) и ее возраст, определенный почвенно-хронологическим методом (городище Мохнач, 2001 г.)

№ объекта	Местоположение почвенных разрезов и условия почвообразования	Вид модели (см. табл. 2)	Н, мм*	Возраст почвы, годы	Время начала почвообразования, год
1М22/ I	«Напольный» вал городища. «Наложенное» почвообразование на культурном слое.	1	254±17	1160±155	841±155
1М22/ II	То же. Почвообразование на древнеаллювиальной супеси.	2	514±15	2453±105	452 до н. э. ±105
1М23	Поверхность, предположительно, нарушенная при строительстве «напольного» вала. Почвообразование на нарушенной почве. Данные возраста несколько завышены.	2	530±13	2565±91	564 до н. э. ±91
1М25	Вал над эскарпом с ЮЗ стороны городища. Почвообразование на смеси гумусированного материала и лессовидного суглинка.	1	257±13	1187±118	814±118
1М28	Вал, отрезающий ЮЗ периферию городища с кладбищем. Почвообразование на лессовидном суглинке.	2	212±10	282±83	1719±83
1М31	В стена детинца городища. Почвообразование на щебнистом субстрате.	3	181±15	948±187	1053±187

1М33	Вал, отделяющий «русскую» часть городища. Почвообразование на опесчаненном карбонатном суглинке.	1	174±14	391±145	1610±145
1М38	«Могильная яма» в археологическом раскопе. Почвообразование на песчаном суглинке.	1	173±6	381±63	1620±63
1М39	Внутренний вал над дорогой в овраге. Почвообразование на насыпном гумусированном материале.	1	254±7	1160±64	841±64
1М42	Вал над эскарпом в лесной части городища. Почвообразование на делювиальном суглинке.	1	367±8	2146±69	145 до н. э. ±69
1М43	Эскарп в лесной части городища. Почвообразование на лессовидном суглинке.	1	403	2455	454 до н. э.

\* значения мощности гумусового горизонта пересчитаны с поправкой на равновесную плотность сложения.

Как следует из табл. 3, особенности условий почвообразования накладывают сильный отпечаток на точность датировки почв и археологических объектов почвенно-хронологическим методом. Однако в целом точность данного метода сопоставима с археологическим методом датировки. Например, несмотря на сильное варьирование нижней границы гумусового горизонта почвы объекта 1М31, начало почвообразования на стене городища датируется серединой X в. Это время является «верхним пределом» интервала существования салтово-маяцкой культурной общности (сер. VIII – сер. X вв.), с которой связывается происхождение стен Мохначского городища. На основе произведенной датировки почв, образовавшихся на элементах фортификационных сооружений городища Мохнач, возможно обоснование следующей хронологии произведенных земляных работ.

I этап (VI-V вв. до н. э. – «скифский»). Создание оборонительных сооружений на Мохначском городище было начато в скифское время с постройки «напольного» вала, отрезавшего мыс. Практически одновременно был создан эскарп с восточной стороны мыса, и возможно, несколько позднее – с юго-западной. Вал над эскарпом в лесной части городища, видимо, был насыпан во III-II вв. до н. э.

II этап (IX в. – «салтовский»). К этому периоду относится вал над эскарпом с юго-западной стороны городища, вал в переднем отсеке городища над оврагом с дорогой. Кроме того, «скифский напольный» вал имеет признаки нарушения в салтовское время, которое спровоцировало рецентное (новое) почвообразование.

III этап (XVII-XVIII вв. – «русский»). В это время был построен вал, отрезавший юго-восточную часть городища. Вал, отделяющий юго-западный отсек городища (с кладбищем) насыпан (или досыпан) позднее. «Могильная яма» также датируется XVII веком.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александровский А. Л. Эволюция почв восточно-европейской равнины в голоцене. – М.: Наука, 1983. – 150 с.
2. Геннадиев А. Н. Почвы и время: модели развития. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 232 с.
3. Иванов И. В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. – М.: Наука, 1992. – 142 с.
4. Лисецкий Ф. Н. Закономерности формирования гумусового горизонта зональных почв Русской равнины // Агрохимия и почвоведение. 1990. – Вып. 53. – С. 3-7.
5. Таргульян В. О. Развитие почв во времени // Проблемы почвоведения. – М.: Наука, 1982. – С. 108-112.
6. Чичагова О. А. Радиоуглеродное датирование почв: методика, интерпретация, применение // Эволюция и возраст почв СССР. – Пущино, 1986. – С. 75-93.