

УДК 631.4

DOI 10.18522/0321-3005-2016-3-100-109

ГОЛОЦЕНОВЫЕ СИГНАЛЫ ГУМИДИЗАЦИИ КЛИМАТА В ПРОФИЛЯХ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ ЦЕНТРА ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ*

© 2016 г. Ю.Г. Чендев, А.Н. Петин, В.Д. Березуцкий, А.В. Долгих, В.Г. Белеванцев, Д.И. Дудин

Чендев Юрий Георгиевич – доктор географических наук, доцент, заведующий кафедрой природопользования и земельного кадастра, факультет горного дела и природопользования, Белгородский национальный исследовательский университет, ул. Победы, 15, г. Белгород, 308015, e-mail: Chendev@bsu.edu.ru

Петин Александр Николаевич – доктор географических наук, профессор, декан факультета горного дела и природопользования, Белгородский национальный исследовательский университет, ул. Победы, 15, г. Белгород, 308015, e-mail: Petin@bsu.edu.ru

Березуцкий Валерий Дмитриевич – кандидат исторических наук, доцент, кафедра истории России, Воронежский государственный педагогический университет, ул. Ленина, 86, г. Воронеж, 394043, e-mail: berezyski1@rambler.ru

Долгих Андрей Владимирович – кандидат географических наук, научный сотрудник, отдел географии и эволюции почв, Институт географии РАН, Старомонетный пер., 29, г. Москва, 119017, e-mail: an.dolgikh@gmail.com

Белеванцев Валерий Григорьевич – старший преподаватель, кафедра природопользования и земельного кадастра, факультет горного дела и природопользования, Белгородский национальный исследовательский университет, ул. Победы, 15, г. Белгород, 308015, e-mail: belaral@bk.ru

Дудин Дмитрий Игоревич – магистрант, кафедра природопользования и земельного кадастра, факультет горного дела и природопользования, Белгородский национальный исследовательский университет, ул. Победы, 15, г. Белгород, 308015, e-mail: mityadudin2010@ya.ru

Chendev Yurii Georgievich – Doctor of Geographical Science, Associate Professor, Head of Department of Natural Resources Management and Land Cadaster, Faculty of Natural Resource Management and Mining, Belgorod National Research University, Pobeda St., 15, Belgorod, 308015, Russia, e-mail: Chendev@bsu.edu.ru

Petin Aleksandr Nikolaevich – Doctor of Geographical Science, Professor, Dean of the Faculty of Natural Resource Management and Mining, Belgorod National Research University, Pobeda St., 15, Belgorod, 308015, Russia, e-mail: Petin@bsu.edu.ru

Berezutskii Valerii Dmitrievich – Candidate of Historical Science, Associate Professor, Department of Russian History, Voronezh State Pedagogical University, Lenin St., 86, Voronezh, 394043, Russia, e-mail: berezyski1@rambler.ru

Dolgikh Andrei Vladimirovich – Candidate of Geographical Science, Researcher, Department of Soil Geography and Evolution, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetnyi Lane, 29, Moscow, 119017, Russia, e-mail: an.dolgikh@gmail.com

Belevantsev Valerii Grigor'evich – Senior Lecturer, Department of Natural Resources Management and Land Cadaster, Faculty of Natural Resource Management and Mining, Belgorod National Research University, Pobeda St., 15, Belgorod, 308015, Russia, e-mail: belaral@bk.ru

Dudin Dmitrii Igorevich – Master Student, Department of Natural Resources Management and Land Cadaster, Faculty of Natural Resource Management and Mining, Belgorod National Research University, Pobeda St., 15, Belgorod, 308015, Russia, e-mail: mityadudin2010@ya.ru

Изучены современные и подкурганые черноземы, формировавшиеся 3500–3700 и 4300–4600 лет назад на территории юго-востока Среднерусской возвышенности. По комплексу признаков установлены более влажные климатические условия формирования палеочерноземов по сравнению с современными обстановками. При близких к современным характеристиках карбонатных профилей содержание и запасы гумуса в палеочерноземах превосходили современные природные аналоги в 1,6–2,6 раза. Учитывая разделение рассматриваемых хроноинтервалов фазой резкой аридизации климата 4000–4200 лет назад, амплитуда природно-климатических изменений, происходивших на юго-востоке Среднерусской возвышенности в интервале времени 3500–4600 лет назад (особенно 3700–4300 лет назад), могла быть самой высокой на протяжении голоцена.

Ключевые слова: голоцен, эволюция почв, черноземы, Среднерусская возвышенность.

Modern and buried under mounds chernosem soils, developed 3500–3700 and 4300–4600 years ago have been studied within South-Eastern part of Central Russian Upland. According to the buried soils properties, more humid climatic conditions took place in the study periods on comparison with modern climatic state. Carbonate profiles of buried and modern soils have about similar parameters, but according to reconstruction of organic matter, soil organic carbon stocks in the past were in 1,6–2,6 times more than contemporary indexes. Taking into account separation of the study periods by extremely dry climatic episode 4000–4200 years ago, variability of climatic conditions in the South-East of Central Russian Upland during interval 3500–4600 years ago (especially 3700–4300 years ago) could be the highest for all Holocene.

Keywords: holocene, evolution of soils, chernozems, Central Russian Upland.

*Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект №14-17-00171) на тему «Региональные отклики компонентов окружающей среды на изменения климата разной периодичности: юг лесостепи Среднерусской возвышенности».

Изменчивость климата является одним из определяющих факторов эволюции почв в голоцене [1–5]. В существующих схемах-реконструкциях голоценовых изменений природной среды и почв черноземной зоны Восточной Европы до последнего времени доминировали выводы, согласно которым черноземы среднего и начала позднего голоцена формировались в более засушливых биоклиматических обстановках по сравнению с современными условиями, и главным трендом их современного развития было увеличение мощности гумусовых профилей и выщелачивание в ответ на увлажнение климата, начавшееся после 4000 лет назад, которое к 2800–2500 лет назад привело к формированию черноземов, по мощности близко соответствовавших современным аналогам [1–4]. В свете последних данных указанные представления могут показаться слишком общими, так как учитывают лишь трендовые изменения черноземов на достаточно длинной временной шкале.

Применительно к лесным ландшафтам лесостепи центра Восточной Европы уже рассматривалось влияние эпизодических аридизаций климата на почвы и растительность в субатлантический период голоцена [6]. За последние годы на ряде объектов,

изученных на территории лугово-степных ландшафтов лесостепной и степной зон Среднерусской возвышенности, были получены новые сведения, которые могут быть использованы для уточнения и детализации существующих хроносхем развития почв и природной среды рассматриваемой территории в голоцене.

Цель настоящего исследования заключается в анализе палеоклиматических сигналов, «записанных» в признаках разновозрастных черноземов центра Восточной Европы, отражающих более влажные по сравнению с современными условия климата в различные хроносрезы второй половины голоцена.

Объекты и методы исследований

В ходе проведения комплексных почвенно-археологических исследований на территории юго-востока Среднерусской возвышенности на ряде ключевых участков были изучены современные и погребенные под курганами бронзового века черноземы (рис. 1). Все ключевые участки исследования относятся к территории бассейна р. Дон.

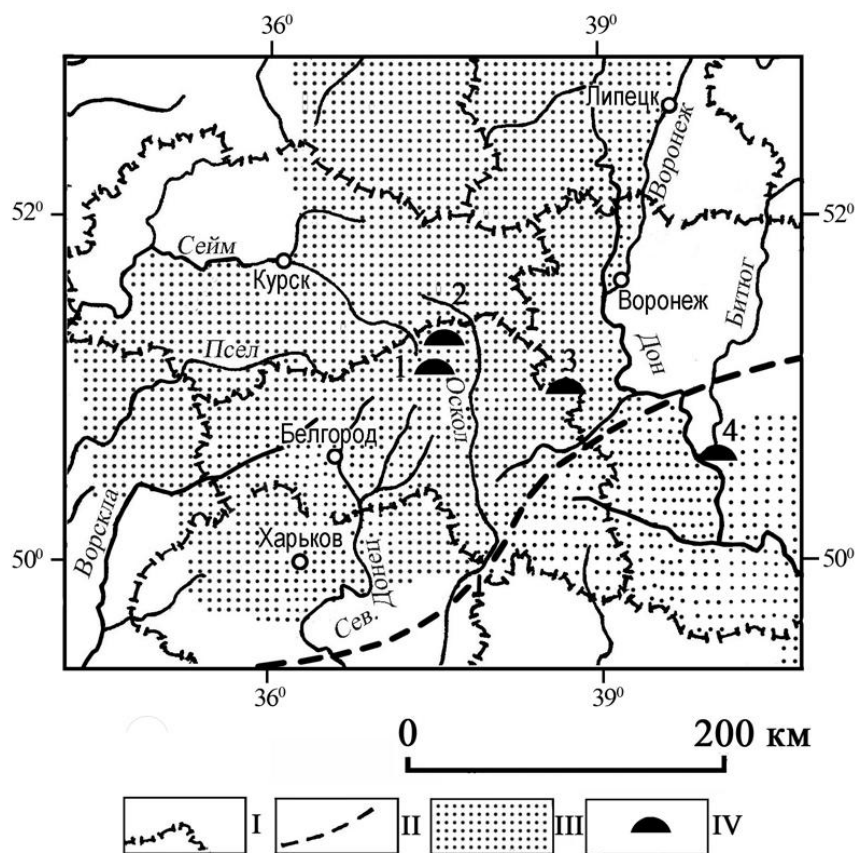


Рис. 1. Местоположение участков исследования: I – административные границы областей; II – граница лесостепи и степи; III – лесостепная и степная части Среднерусской возвышенности; IV – ключевые участки исследования: 1 – Ямская степь; 2 – Губкинский; 3 – Горки; 4 – Крицкий

На участке Ямская степь в центре лесостепной зоны (Губкинский район Белгородской области) на ровном водоразделе был исследован однослойный курган, сооруженный населением среднедонской катакомбной культуры бронзового века (охранные раскопки проводились археологом Е.Н. Мельниковым в 2012 г.; подробная информация о результатах исследования почв кургана и смежных с ним объектов палеоэкологических реконструкций содержится в работе [7]). На основании радиоуглеродной даты нагара на стенке керамического сосу-

да из основного погребения возраст кургана оценен в 4630 ± 180 некалиброванных лет (Ki-17867, табл. 1). Под насыпью кургана были исследованы профиль погребенного чернозема, а на удалении $25 \div 30$ м от основания кургана – в идентичных литолого-геоморфологических условиях профиль фонового (современного) чернозема. На указанном участке почвообразующими породами являются маломощные средние карбонатные лессовидные суглинки, подстилаемые легкими суглинками и супесями древнеаллювиального происхождения.

Таблица 1

Результаты радиоуглеродного датирования

Образец	Лаб. номер	Радиоуглеродный (^{14}C) возраст	
		Некалиброванный возраст, лет назад (BP)	Калиброванный возраст (1 σ , 68,2%; 2 σ , 95,4%)
Ямская степь, нагар на сосуде	Ki-17867	4630 ± 180	1 σ 3633–3105 до н.э. 2 σ 3764–2904 до н.э.
Крицкий, погребение 2, содержание сосуда	Ki-19106	4590 ± 120	1 σ 3516–3104 до н.э. 2 σ 3636–2942 до н.э.
Крицкий-15, погребение 2, кость	Ki-19105	4150 ± 40	1 σ 2870–2666 до н.э. 2 σ 2880–2620 до н.э.
Крицкий-15, погребение 1, кость	Ki-19104	4060 ± 50	1 σ 2834–2490 до н.э. 2 σ 2861–2472 до н.э.

Участок Губкинский (Губкинский район Белгородской области) находится в 20 км к северу от участка Ямская степь. Здесь на ровном водоразделе был изучен курган, который, судя по обнаруженным на его поверхности фрагментам керамики, был сооружен населением срубной культурно-исторической общности бронзового века около 3500 лет назад (археологическая датировка А.Г. Дьяченко). Раскопки данного кургана не проводились, погребенный чернозем под центральной частью насыпи был изучен в 1991 г. в серии кернов, отобранных специальным тонкоствольным почвенным буром в рамках мониторинга состояния курганов Белгородской области, подвергающихся антропогенным воздействиям [8]. Фоновый чернозем был изучен в 30 м от основания кургана в почвенном разрезе. На данном участке почвообразующими породами являются средние карбонатные лессовидные суглинки.

Участок Горки находится на юге лесостепи Среднерусской возвышенности (Красненский район Белгородской области). Курган расположен на высокой платообразной поверхности водораздела, имеющей слабый ($2\text{--}3^\circ$) уклон к северу, рядом с крутобережной частью долины р. Потудань. Курган изучался Донской археологической экспедицией под руководством В.И. Гуляева в 2005 г. Курган создавался в 2 этапа: первичная насыпь была создана населением среднедонской катакомбной куль-

туры в интервале 3600–3700 лет назад, а верхняя досыпка была создана в финальный этап существования данной культуры – в интервале 3500–3600 лет назад (археологические датировки В.И. Гуляева) [9]. Профиль погребенного чернозема был изучен под центральной частью первичной насыпи кургана, а профиль фонового чернозема изучался в разрезе, заложенном в 30 м от основания кургана в идентичных литолого-геоморфологических условиях. На участке исследования почвообразующими породами являются тяжелые карбонатные моренные суглинки периода донского оледенения, содержащие окатанные рыхлые обломки меломергельной породы.

Участок Крицкий находится на севере степной зоны (Павловский район Воронежской области). Здесь, на абсолютно ровной поверхности второй надпойменной террасы р. Битюг (с глубиной залегания грунтовых вод более 5 м), в 3,5 км от места ее впадения в р. Дон, археологической экспедицией «Возвращение к истокам» под руководством В.Д. Березуцкого в 2015 г. был изучен однослойный курган среднедонской катакомбной культуры [10]. По костям двух впускных погребений в курган были получены некалиброванные датировки этих погребений: 4060 ± 50 лет назад (Ki-19104) и 4150 ± 40 лет назад (Ki-19105), а возраст остатков органики, отобранных с внутренней стенки сосуда более древнего из двух рассматриваемых погребе-

ний, оказался равным 4590 ± 120 лет назад (Ki-19106) (табл. 1). Эта последняя датировка имеет большое стандартное отклонение возраста и, по нашему мнению, является «удревненной» (рис. 2), так как, вероятно, налет органического происхождения на внутренней стенке изученного сосуда был загрязнен углеродом почвенных карбонатов, миграция которых могла происходить в почвенном

заполнении впускного захоронения. Основное, более древнее погребение изучить не удалось из-за его сильной нарушенности землероями. На основании полученных данных (с учетом датировки кости и остатков органики с внутренней стенки сосуда наиболее древнего изученного погребения) примерное время создания кургана нами было принято равным 4200–4300 лет назад (рис. 2).

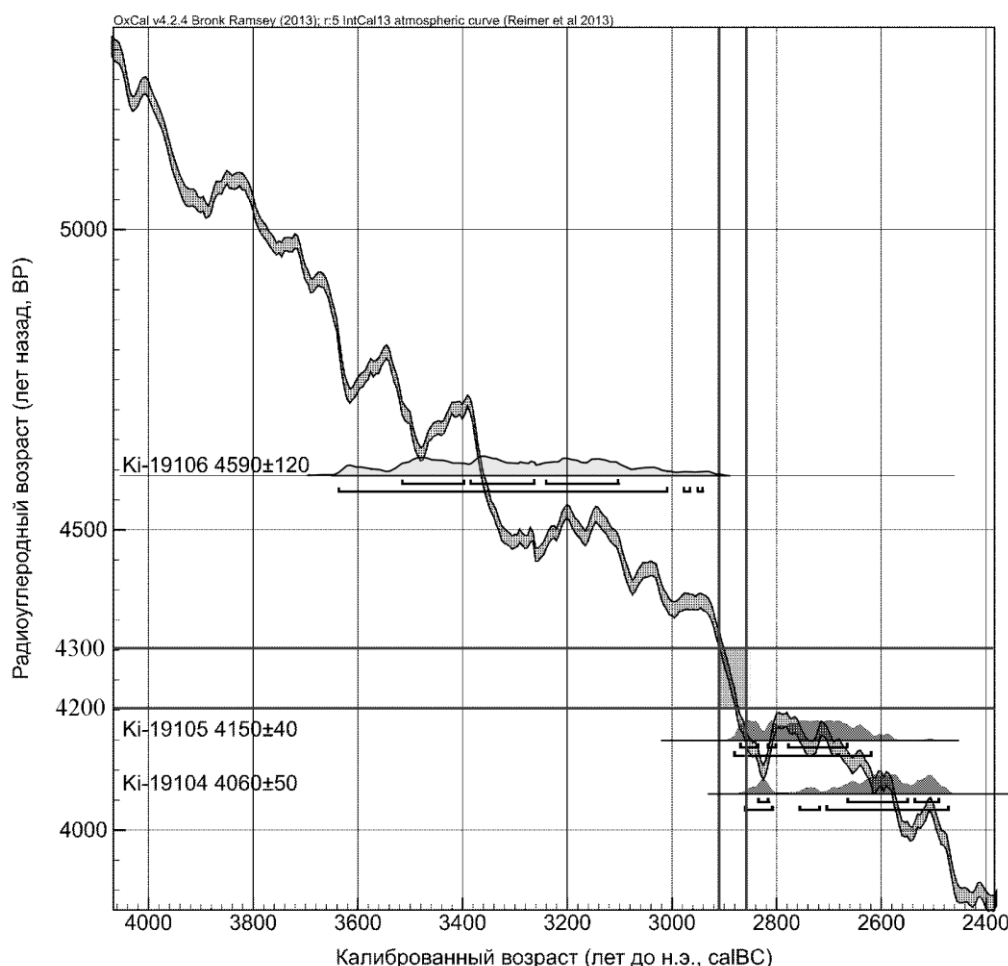


Рис. 2. Положение калибровочных интервалов радиоуглеродных дат на калибровочной кривой IntCal 13. Курган участка Крицкий. Показаны калибровочные интервалы радиоуглеродных дат по костям из погребений, интервал для радиоуглеродной даты по органическим остаткам внутренней стенки керамического сосуда, область соприкосновения калибровочных интервалов радиоуглеродных дат по органическим остаткам и кости

Профиль погребенного чернозема был изучен под центральной частью курганной насыпи, а профиль фонового чернозема – в 25 м от основания кургана. Почвообразующими породами являются средние карбонатные лессовидные суглинки.

В качестве примера сравниваемых пар почв «под-курганный – фоновый черноземы» на рис. 3 представлен общий вид профилей погребенного и фонового черноземов, изученных на участке Крицкий.

Фоновыми почвами на участках Ямская степь и Губкинский являются черноземы типичные, на участке Горки (вблизи границы лесостепи и степи) – черноземы обыкновенные, на участке Крицкий (север степной зоны) – черноземы обыкновенные.

Основными методами исследования были почвенно-археологический, или метод почвенных хронологий, метод морфологического анализа почвенного профиля, сравнительный метод исследования,

методы химического анализа почвенных свойств (содержание CO_2 -карбонатов и Сорг.).

Датирование курганов и погребенных под ними почв производилось археологическим методом (ме-

тодом аналогий), а также методом радиоуглеродного анализа органических остатков (угля, костей, органического вещества, снятого со стенок глиняной посуды, нагара органики на глиняной посуде).

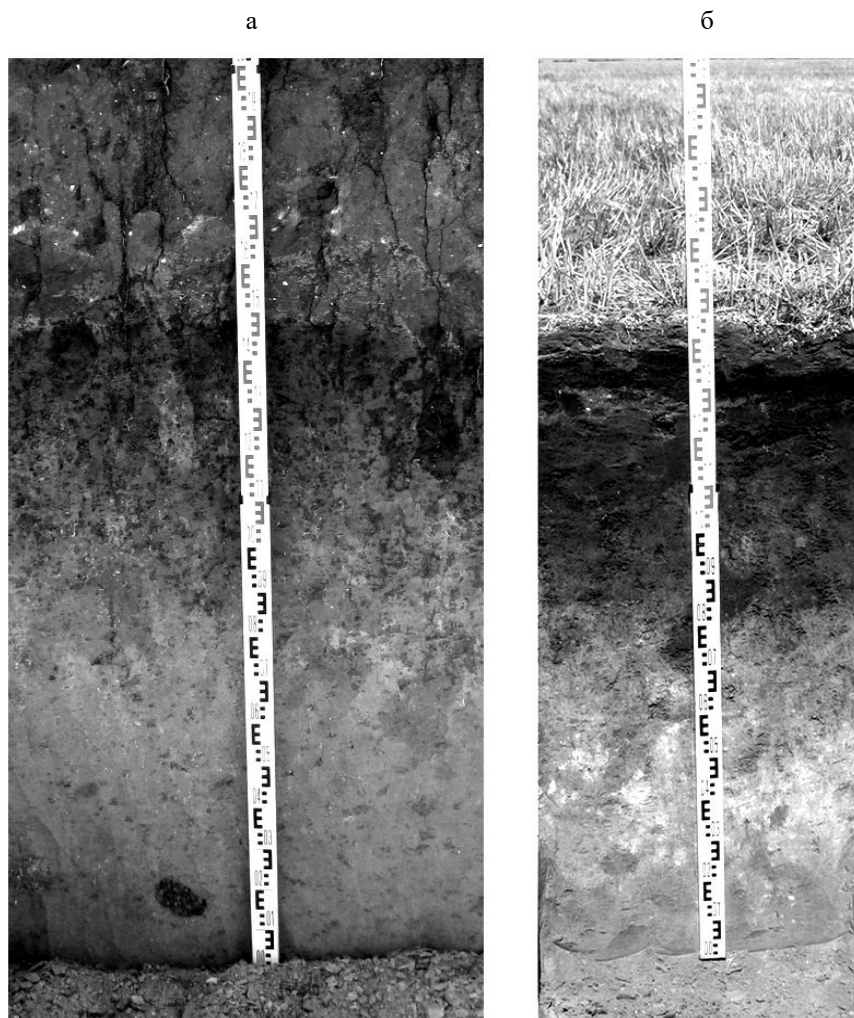


Рис. 3. Профиль чернозема типичного, погребенного под курганом возраста около 4 300 лет (а), и профиль фонового чернозема обыкновенного (б). Павловский район Воронежской области, участок Крицкий

Все радиоуглеродные датировки были получены в Киевской радиоуглеродной лаборатории. Калибровка радиоуглеродных дат проводилась А.В. Долгих в программе OxCal v4.2.4 [11] на основе калибровочной кривой IntCal 13 [12].

Результаты и их обсуждение

Судя по морфометрическим признакам гумусовых профилей (A1+A1B) современных и подкурганых черноземов (табл. 2), во всех случаях они показывают небольшие различия, находящиеся в пределах 10–19 % от мощности погребенных почв. Так как именно мощность гумусовых гори-

зонтов и гумусовых профилей черноземов Восточной Европы часто привлекается для обоснования выразительных трендов их позднеголоценовой эволюции [1, 3–5 и др.], следует полагать, что природные условия периодов захоронения почв при создании курганных насыпей были близки к современным. Различия по глубине вскипания между фоновыми и подкурганскими черноземами показали большие отличия по сравнению с гумусовыми профилями, причем в пользу более высокой линии залегания карбонатов в палеочерноземах – в трех случаях из четырех (табл. 2). Принимая во внимание более высокую чувствительность карбонатных профилей почв на изменения клима-

та по сравнению с их гумусовыми профилями [4 и др.], можно предположить, что повышенная линия вскипания в палеочерноземах по сравнению с современными почвами отражает начало аридных

климатических фаз после фаз гумидного климата, на которые уже успели отреагировать карбонатные профили палеочерноземов и пока не успели их гумусовые профили.

Таблица 2

Морфометрические характеристики изученных фоновых и подкурганых черноземов бронзового века

Название участка	Абсолютная высота местности, м	Высота кургана и время создания	Почва	Мощность верхних горизонтов и гумусового профиля, см			Глубина вскипания, см
				A1	A1B	A1+A1B	
Ямская степь	226	0,7 м, 4630±180 лет назад	Фоновая	23	42	65	65
			Погребенная	20	60	80	49
			Разность	+3	-18	-15	+16
Крицкий	100	0,8 м, около 4300 лет назад	Фоновая	31	25	56	54
			Погребенная	28	23	51	29≈
			Разность	+3	+2	+5	+25
Губкинский	210	1,2 м, около 3500 лет назад	Фоновая	55	10	65	60
			Погребенная	30	25	55	25
			Разность	+25	-15	+10	+35
Горки	165	1,6 м, 3600–3700 лет назад	Фоновая	30	20	50	42
			Погребенная	27	17	44	50
			Разность	+3	+3	+6	-8

Повышенные уровни вскипания в палеочерноземах обусловлены формами карбонатов, которые визуально не были выражены (очевидно, это наиболее мобильные карбонаты, которые иногда диагностируются под микроскопом в форме игольчатого кальцита или люблинита). Визуальные формы

карбонатных новообразований, изученные в более глубоких слоях профилей подкурганых черноземов, указывают на более влажные условия их формирования по сравнению с карбонатными новообразованиями, присутствующими в фоновых черноземах (табл. 3).

Таблица 3

Формы карбонатных новообразований в профилях фоновых и подкурганых черноземов бронзового века

Участок	Характеристика карбонатных новообразований	
	Погребенные черноземы	Фоновые черноземы
Ямская степь	Белесые трубочки, редко рассеянные в почвенной массе	Белесовато-желтая пропитка всей почвенной массы, желто-белесые трубочки, белесоватые пятна плесени
Крицкий	Белесый мицелий, на гранях некоторых структурных агрегатов – белесые пятна плесени	Белесовато-желтая белоглазка
Губкинский	Белесый мицелий и редкие грязно-желтые журавчики	Белесый мицелий и грязно-желтые журавчики
Горки	Редкие белесые пятна белоглазки	Обильные белесые пятна белоглазки

В Ямской степи современные черноземы имеют однородную белесовато-желтую пропитку карбонатами, тогда как подкурганый чернозем характеризуется редко встречающимися белесыми прожилками карбонатов. На участке Крицкий фоновые черно-

земы содержат белоглазку, что позволяет их отнести к подтипу обыкновенных, тогда как подкурганый чернозем характеризуется карбонатным мицелием и выцветами плесени, что послужило основанием для его идентификации как чернозема типичного. На

участке Горки в иллювиально-карбонатном горизонте Вк встречается редкая белоглазка, тогда как в фоновом черноземе обилие белоглазки возрастает более чем в 3 раза (судя по частоте встречаемости данного признака на единицу площади).

Весьма важную дополнительную информацию дает сравнительный анализ особенностей профильного распределения содержания органического углерода и CO_2 -карбонатов в изучаемых палеочерноземах и их современных аналогах (рис. 4).

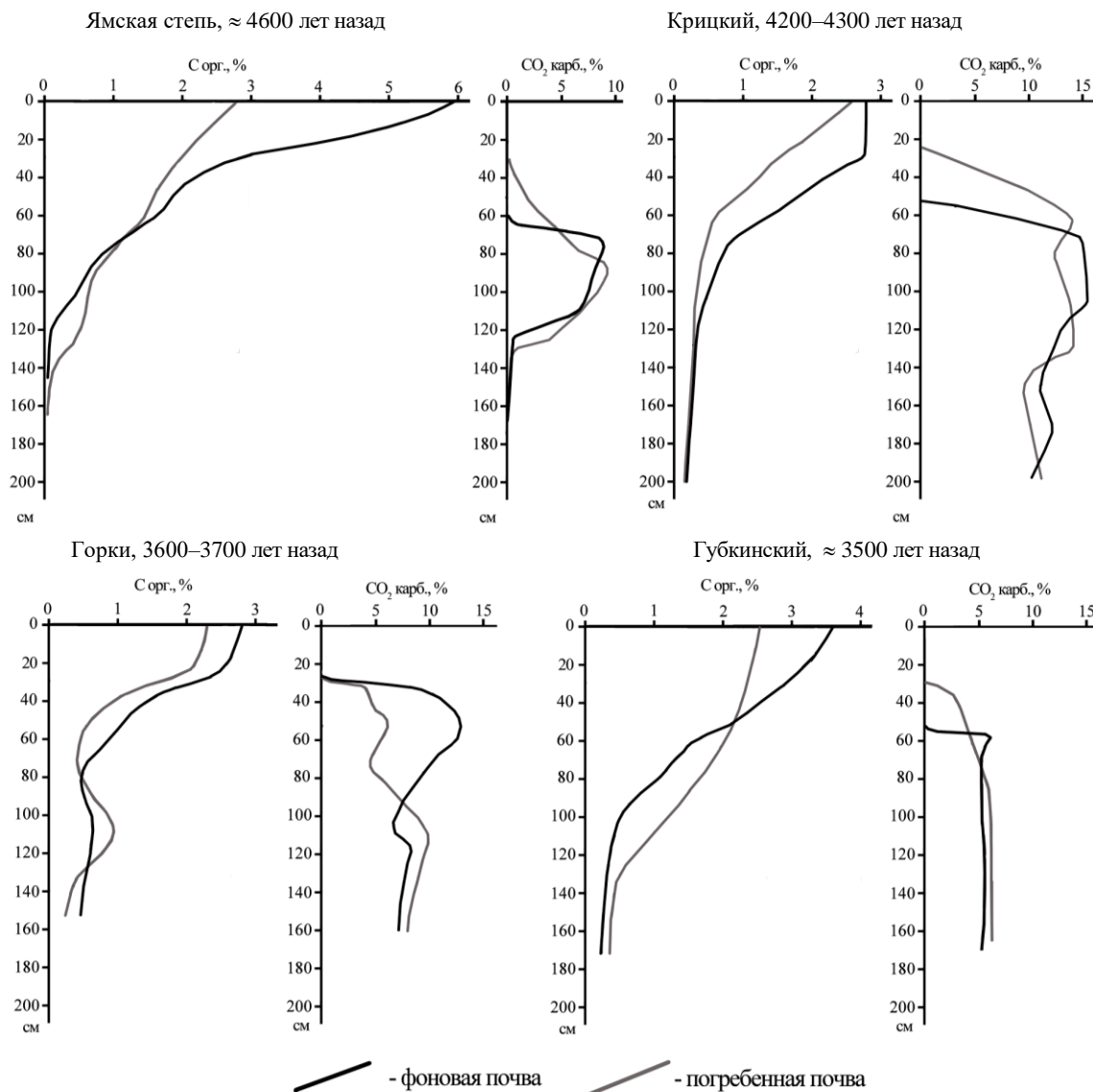


Рис. 4. Профильное распределение содержания углерода гумуса и CO_2 -карбонатов в современных и подкурганых черноземах ключевых участков исследования

В профилях фоновых черноземов максимумы содержания карбонатов находятся на глубинах 60–80 см, причем эти максимумы выражены более резко по сравнению с таковыми в подкурганых черноземах. В целом по содержанию и запасам карбонатов фоновые и подкурганые черноземы отличаются несущественно, за исключением участка Горки, где фоновый чернозем характеризуется заметно большей окарбоначенностью по сравнению с подкурганым аналогом (рис. 4).

В погребенных черноземах углерод органического вещества, особенно в верхней части профилей, согласно существующим представлениям [3, 4 и др.], был подвержен диагенетическим изменениям, а именно снижению содержания и запасов в результате минерализации под воздействием деятельности микроорганизмов. Далее мы будем придерживаться следующих значений диагенетических потерь гумуса в верхних (0–20 см) слоях подкурганых черноземов: фиксируемое в наши дни ко-

личество органического вещества в палеопочвах эпохи бронзы составляет 30 % от первоначального, в палеопочвах раннего железного века – 40 %, в палеопочвах средневековья – примерно 50 % от современных значений [3].

Палеочернозем Ямской степи в слое 0–20 см содержит 2,5 % абсолютного содержания углерода гумуса. Учитывая, что это, согласно вышеуказанным представлениям, составляет 30 % от первоначального содержания, исходная величина рассматриваемого показателя могла быть около 8,3 % углерода гумуса. В слое 0–20 см фонового чернозема содержится только 5,3 % углерода гумуса. Аналогичная тенденция выявляется для сравниваемых черноземов на участке Горки (согласно реконструкции 7,3 % углерода гумуса в палеочерноземе и 2,8 % – в фоновом черноземе). Для участков Крицкий и Губкинский произвести указанные расчеты оказалось затруднительно в связи с тем, что фоновыми черноземами на данных участках выступают не целинные почвы (как в Ямской степи и на участке Горки), а почвы пашни, резерв гумуса в которых был уменьшен в результате земледельческого освоения.

На трех изученных ключевых участках (Ямская степь, Горки, Губкинский), несмотря на длительный период диагенеза гумуса в погребенных под курганами черноземах, в нижней половине их профилей (глубже 60–80 см) содержание гумуса превышает фоновые значения (рис. 4). Данное обстоятельство в совокупности с реконструированным количеством углерода органического вещества в верхних частях изученных палеочерноземов свидетельствует о том, что во время, предшествовавшее погребению черноземов, они характеризовались большими запасами органического углерода по сравнению с современными аналогами.

Таким образом, проведенный комплексный анализ карбонатных и гумусовых профилей современных и древних черноземов, изученных на юго-востоке Среднерусской возвышенности, позволяет считать, что в интервалы времени их естественной эволюции 3500–3700 и 4300–4600 лет назад природно-климатические обстановки в большей степени способствовали формированию плодородия черноземов по сравнению с современными условиями. С достаточно высокой степенью вероятности можно говорить о более влажном климате рассматриваемых хроноинтервалов, чем в наше время.

Существует ли подтверждение полученным нами результатам в работах других авторов? На этот вопрос можно ответить утвердительно. Так, по данным палинологических исследований, проведенных Е.А. Спиридоновой [13], период 4300–4600 лет назад для бассейна Среднего Дона реконструи-

руется как прохладная и влажная эпоха, в течение которой лесная зона смещалась далеко к югу.

На севере степной зоны Воронежской области были изучены реликтовые, так называемые Елизаветовские почвы, радиоуглеродный возраст которых составляет около 3500 лет [14]. В это время, согласно результатам палинологических исследований, на изучаемой территории формировались ландшафты лесостепной зоны. Рассматриваемые почвы лугового генезиса, несмотря на длительный период диагенеза под толщей позднее накопившихся аллювиальных наносов (мощностью 1 метр), при проведении агрономического опыта оказались в 2 раза более продуктивными по сравнению с черноземом обыкновенным заповедной залежи [15].

Согласно проведенным ранее исследованиям [13, 16, 17], изученные нами хроноинтервалы с более влажным, чем в наше время, климатом были разделены резко аридным климатическим этапом, хронологические рамки которого соответствуют 4170±100 – 3 970±160 лет назад, согласно исследованиям Е.А. Спиридоновой [13]. Данный эпизод для территории бассейна Среднего Дона являлся одним из самых засушливых в голоцене; он сопровождался обезлесением лесостепных ландшафтов и формированием зоны полупустынь на юго-востоке Воронежской области [13]. Почвы, погребенные под курганами возраста 3 700–4 200 лет, изученные юго-восточнее Воронежа [16], на северных отрогах Калачской возвышенности (участок Еланский), а также на юго-востоке Среднерусской возвышенности в Губкинском р-не Белгородской области [17], в своих свойствах отразили данный аридный климатический эпизод. По сравнению с современными черноземами они характеризуются повышенной карбонатностью и укороченностью гумусовых горизонтов и профилей.

Выводы

Из проведенного исследования вытекают следующие главные выводы:

1. Автоморфные палеочерноземы, формировавшиеся на территории юго-востока Среднерусской возвышенности (лесостепь и север степной зоны) в интервале 3500–3700 и 4300–4600 лет назад, в своих свойствах отразили более влажные климатические условия почвообразования по сравнению с современными обстановками. На это, в частности, указывают формы и обилие карбонатных новообразований в профилях подкурганых черноземов по сравнению с фоновыми почвами. Мощность гумусовых профилей подкурганых черноземов данных хроноинтервалов близко соответствует фоновым черноземам, однако по реконструированным

содержанию и запасам органического вещества древние черноземы превосходили современные аналоги в 1,6–2,6 раза.

2. Учитывая, что выявленные хроноинтервалы относительно влажного климата были разделены эпизодом резкого усиления засушливости климата 4000–4200 лет назад, амплитуда природно-климатических изменений, происходивших на юго-востоке Среднерусской возвышенности в интервале 3500–4600 лет назад (особенно 3700–4300 лет назад), могла быть самой высокой на протяжении голоцена.

Литература

1. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. М., 2005. 223 с.
2. Геннадиев А.Н. Изменчивость во времени свойств черноземов и эволюция природной среды (Ставропольская возвышенность) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5: География. 1984. № 5. С. 10–16.
3. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении природы и общества. Пушино, 1997. 212 с.
4. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М., 1992. 143 с.
5. Lisetskii F.N., Goleusov P.V., Chepelev O.A. The Development of Chernozems on the Dniester–Prut Interfluvium in the Holocene // Eurasian Soil Science. 2013. Vol. 46, № 5. P. 491–504.
6. Александровский А.Л., Чендев Ю.Г., Трубицын М.А. Палеопочвенные индикаторы изменчивости экологических условий Центральной лесостепи в позднем голоцене // Изв. РАН. География. 2011. № 6. С. 87–99.
7. Чендев Ю.Г., Ершова Е.Г., Александровский А.Л., Пономаренко Е.В., Гольева А.А., Хохлова О.С., Русаков А.В., Шаповалов А.С. Почвенные и ботанические записи изменения природной среды Ямской степи в голоцене // Изв. РАН. География. 2016. № 2. С. 75–89.
8. Дьяченко А.Г., Михеев В.К., Чендев Ю.Г., Рыполов В.М. Археологические памятники Белгородской области. Вып. 2. Государственный список № 1: регистрационный № 456-680 / Управление культуры администрации Белгородской области. Белгород, 1993. 25 с.
9. Гуляев В.И. Отчет о работе Потуданской археологической экспедиции ИА РАН в 2005 г. // Архив ИА РАН.
10. Березуцкий В.Д. Отчет об охранных раскопках курганов в Воронежской области в 2015 г. // Архив ИА РАН.
11. Bronk Ramsey C., Lee S. Recent and Planned Developments of the Program OxCal // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, № 2–3. P. 720–730.
12. Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hafliðason H., Hajdas I., Hatt C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S.M., van der Plicht J. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, № 4.

13. Спиридонова Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене – голоцене. М., 1991. 221 с.
14. Гугалинская Л.А. Морфолитопедогенез центра Русской равнины : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Пушино, 1997. 44 с.
15. Шевырев Л.Т., Горлов М.Д., Спиридонова Е.А., Тихомиров С.В., Гугалинская Л.А., Алексеева Л.И., Туровский А.И., Поротиков И.Ф. Погребенные почвы Калачской возвышенности // Почвоведение. 1988. № 4. С. 5–18.
16. Ахтырцев Б.П., Ахтырцев А.Б. Изменение гумусного состояния лесостепных и степных черноземов под курганами и при длительной распашке // Почвоведение. 2002. № 2. С. 140–149.
17. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. М., 2008. 212 с.

References

1. Aleksandrovskii A.L., Aleksandrovskaya E.I. *Evolutsia pochv i geograficheskaya sreda* [Evolution of soil and the geographical environment]. Moscow, 2005, 223 p.
2. Gennadiev A.N. *Izmenchivost' vo vremeni svoistv chernozemov i evolyutsiya prirodnoi sredy* (Stavropol'skaya vozvysheennost') [Variability in the time of chernozem soils properties and evolution of natural environment (Stavropol Upland)]. *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5: Geografiya*, 1984, no 5, pp. 55-62.
3. Demkin V.A. *Paleopochvovedenie i archeologia: integratsia v izuchenii prirody i obshestva* [Paleosol science and archeology: integration in study of environment and humanity]. Pushchino, 1997, 212 p.
4. Ivanov I.V. *Evolutsia pochv stepnoi zony v golotsene* [Evolution of soils of the steppe zone during the holocene]. Moscow, 1992, 143 p.
5. Lisetskii F.N., Goleusov P.V., Chepelev O.A. The Development of Chernozems on the Dniester-Prut Interfluvium in the Holocene. *Eurasian Soil Science*, 2013, vol. 46, no 5, pp. 491-504.
6. Aleksandrovskii A.L. Chendev Yu.G., Trubitsin M.A. *Paleopochvennye indikatory izmenchivosti ekologicheskikh uslovii Tsentral'noi lesostepi v pozdnem golotsene* [Paleo soil indicators of changes in ecological conditions in the central forest-steppe in late holocene]. *Izv. RAN. Geografiya*, 2011, no 6, pp. 87-99.
7. Chendev Yu.G., Ershova E.G., Aleksandrovskii A.L., Ponomarenko E.V., Gol'eva A.A., Khokhlova O.S., Rusakov A.V., Shapovalov A.S. *Pochvennye i botanicheskie zapisi izmeneniya prirodnoi sredy Yamskoi stepi v golotsene* [Pedological and botanical records of environment changes of Yamsk Steppe in Holocene]. *Izv. RAN. Geografiya*, 2016, no 2, pp. 75-89.
8. D'yachenko A.G., Mikheev V.K., Chendev Yu.G., Ryapolov V.M. *Arkheologicheskie pamyatniki Belgorodskoi oblasti* [Archaeological Monuments of Belgorod Region]. Vol. 2. Belgorod, 1993, 25 p.
9. Gulyaev V.I. *Отчет о работе Потуданской археологической экспедиции Института археологии Российской академии наук в 2005 году* [Report about work of Potudan Archaeological Expedition of the Institute of Archaeology RAS in 2005]. *Архив Института археологии Российской академии наук* [Archive of Institute of Archaeology, RAS].
10. Berezutskii V.D. *Отчет об охранных раскопках курганов в Воронежской области в 2015 году* [Report

- about protected excavations of mounds in Voronezh Region in 2015]. *Arkhiv Instituta arkheologii Rossiiskoi akademii nauk* [Archive of Institute of Archaeology, RAS].
11. Bronk Ramsey C., Lee S. Recent and Planned Developments of the Program OxCal. *Radiocarbon*, 2013, vol. 55, no 2-3, pp. 720-730.
 12. Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hafliðason H., Hajdas I., Hatt C., Heaton T.J., Hoffmann D.L., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., Manning S.W., Niu M., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Staff R.A., Turney C.S.M., van der Plicht J. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 2013, vol. 55, no 4.
 13. Spiridonova E.A. *Evolutsiya rastitel'nogo pokrova basseina Dona v verkhnem pleistotsene-golotsene* [Evolution of the plant cover in the Don River Basin in the late pleistocene-holocene]. Moscow, 1991, 221 p.
 14. Gugalinskaya L.A. *Morfolitopedogenez tsentra Russkoi ravniny* : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk [Morpholithopedogenesis in the Russian plain]. Pushchino, 1997, 44 p.
 15. Shevyrev L.T., Gorlov M.D., Spiridonova E.A., Tikhomirov S.V., Gugalinskaya L.A., Alekseeva L.I., Turovskii A.I., Porotikov I.F. *Pogrebennye pochvy Kalachskoi vozvyshennosti* [Buried Soils of the Kalach Upland]. *Pochvovedenie*, 1988, no 4, pp. 5-18.
 16. Akhtyrtsev B.P., Akhtyrtsev A.B. *Izmenenie gumusnogo sostoyaniya lesostepnykh i stepnykh chernozemov pod kurganami i pri dlitel'noi raspashke* [Changes in the humus state of forest-steppe and steppe chernozems resulting from their long-term plowing and sealing under burial mounds]. *Pochvovedenie*, 2002, no 2, pp. 140-149.
 17. Chendev Yu.G. *Evolutsia lesostepnykh pochv Srednerusskoi vozvyshennosti v golotsene* [Evolution of forest-steppe soils in the Central Russian Upland during the holocene]. Moscow, 2008, 212 p.