

НОВЫЕ ФОРМЫ КАРБОНАТНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ – УПЛОЩЕННЫЕ КОНКРЕЦИИ В ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ПОЧВАХ АЛЕКСАНДРОВСКОГО КАРЬЕРА

Институт географии РАН, Россия

Приводятся морфологические, микроморфологические и химические характеристики, а также результаты радиоуглеродного датирования новой формы твердых конкреций – уплощенных вертикально вытянутых заполнений макротрещин. Приуроченность этих уплощенных конкреций к уровню позднеплейстоценовых почв, особенности их строения, состав и значительный радиоуглеродный возраст дают основания полагать, что это реликтовые конкреции, не имеющие современных аналогов и не формирующиеся в настоящее время.

Ключевые слова: карбонатные новообразования, конкреции, радиоуглеродное датирование.

I. V. Kovda, S. A. Sycheva

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences

НОВІ ФОРМИ КАРБОНАТНИХ НОВОУТВОРЕНЬ – СПЛОЩЕНІ КОНКРЕЦІЇ У ПІЗНЬОПЛЕЙСТОЦЕНОВИХ ҐРУНТАХ ОЛЕКСАНДРІВСЬКОГО КАР'ЄРУ

Наводяться морфологічні, мікрморфологічні та хімічні характеристики, а також результати радіовуглецевого датування нової форми твердих конкрецій – сплоснених вертикально витягнутих заповнень макротріщин. Приуроченість цих сплоснених конкрецій до рівня пізньоплейстоценових ґрунтів, особливості їх будови, склад та значний радіовуглецевий вік дають підставу вважати, що це реліктові конкреції, які не мають сучасних аналогів та не формуються в наш час.

Ключові слова: карбонатні новоутворення, конкреції, радіовуглецеве датування.

I. V. Kovda, S. A. Sycheva

Institute of Geography, Russian Academy of Sciences

NEW FORMS OF CARBONATE PEDOFEATURES – FLAT CONCRETIONS IN THE LATE PLEISTOCENE SOILS OF ALEXANDROV QUARRY

The paper contains the morphological, micromorphological, chemical characteristic and radiocarbon dates for the new form of carbonate pedofeatures – the flat hard infillings in vertical cracks. The position of these flat concretions is at the level of Late Pleistocene paleosols, their characteristics and radiocarbon age proves that they are relict formations, which can not be formed at the present time.

Key words: Pleistocene, paleosol, concretion, radiocarbon, microstructure.

Карбонатные новообразования современных и погребенных почв давно привлекают внимание исследователей возможностью получения информации для палеореконокструкций. Существование более лабильных (прожилки, псевдомицелий) и более консервативных (белоглазка, конкреции) форм карбонатных новообразований регулирует особенности «записи» палеоэкологической информации и возможности ее интерпретации. В целом же с развитием инструментальных методов эти возможности существенно расширяются: морфология и микро- и субмикростроение, соотношение стабильных изотопов углерода и кислорода, радиоуглеродный возраст позволяют более детально восстановить палеоэкологические условия и палеопочвенные процессы. Информационная роль карбонатных новообразований востребована не только почвоведением, но и рядом смежных наук – биогеохимией, геологией, седиментологией, литологией, биологией, палеогеографией и археологией при проведении междисциплинарных исследований.

Одна из наиболее интересных форм карбонатных новообразований – это конкреции – твердые стяжения округлой или вытянутой формы, известные также под

названием журавчики и нодули. Эта группа включает в себя обширный ряд плотных новообразований различного размера и генезиса, от изометричных размером 0,5–1 см до «лессовых кукол» в десятки сантиметров длиной.

Дискуссионность по вопросу происхождения карбонатных конкреций сохранялась до последнего времени. Их формирование объясняли трансформацией мучнистой белоглазки (Добровольский, 1956) или пропитки (Лебедева, Овечкин, 1975). Большинство исследователей считают, что их образование связано с грунтовыми водами. Плотные, часто окремненные конкреции объясняют образованием из истинных или коллоидных растворов (Добровольский, 1956; Македонов, 1966; Парфенова, Ярилова, 1977; Guo and Fedoroff, 1990) с обязательным участием жестких гидрокарбонатно-кальциевых грунтовых вод и частой сменой режимов обводнения и иссушения почвенных горизонтов (Зайдельман, Никифорова, 2001). Присутствие конкреций в почвах с близко расположенными грунтовыми водами или верховодкой свидетельствует в пользу этих гипотез (Самойлова, 1983; Соколова и др., 1986; Ковда, 2004). Лебедева и Овечкин (1975) отмечали, что в почвах с наличием добавочного увлажнения появляются мелкие журавчики и переходная к ним форма – белоглазка с ядрами. Однородность количественного и качественного состава нодулей в разных почвах (например, черноземах и серых лесных) подтверждает однотипность путей их образования (Попазов, 1956).

В. А. Ковда (1940) указывал, что отверждение конкреций связано с их окремнением под воздействием вод, обогащенных кремнием, и считал, что большинство твердых конкреций в почвах в той или иной степени окремнены. Македонов (1966) поддерживал идею возможности вторичного окремнения известковых конкреций в почвах степной зоны, а также предлагал механизм их прямого формирования начиная с образования шаровидных гелевых сгустков и последующего слияния близлежащих сгустков с образованием конкреционных стяжений. Дальнейший рост конкреций происходит по периметру окружности. Подобный линейно-концентрический рост отличает их от других новообразований.

Приведенные гипотезы не исчерпывают все разнообразие механизмов образования карбонатных конкреций, о чем свидетельствует широкий спектр их морфологических форм. В задачи данной статьи входило морфогенетическое представление нового типа конкреций, обнаруженного нами при проведении комплексных палеогеографических и палеогеоморфологических исследований позднеплейстоценового лессово-почвенного комплекса, вскрытого в палеобалке в центральной части Среднерусской возвышенности.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Район исследований расположен ~ 10 км южнее г. Курска (рис. 1). Современные условия характеризуются умеренно-континентальным климатом со среднегодовой температурой 5,2 °С, средней температурой января –8,3 °С и июля + 18,9 °С, среднегодовым количеством осадков 580 мм, развитием лесостепной растительности и сочетанием выщелоченных и типичных черноземов.

В Александровском карьере вскрыты Микулинская погребенная балка и позднеплейстоценовая почвенно-седиментационная серия, получившие статус охраняемого памятника природы регионального значения (Сычева, 2003). С 1986 г. там под руководством С. А. Сычевой проводятся комплексные исследования Института географии РАН. Общие сведения о результатах изучения лессово-почвенного комплекса опубликованы ранее (Сычева, 1998, 2003).

В карьере представлены пять погребенных почв, формировавшихся в микулинское межледниковье, и интерстадиалы позднего плейстоцена (рис. 2). Почвы чередуются с лессовидными и делювиально-солифлюкционными суглинками. Кроме самой нижней микулинской, все палеопочвы в той или иной степени карбонатны и содержат разнообразные карбонатные новообразования (рис. 2). Однако, как мы установили ранее (Ковда, 2007), карбонатность данных почв преимущественно вторичная, и распределение новообразований часто приурочено к криогенным палеотрещинам и бывшим уровням мерзлоты.



Рис. 1. Местоположение Александровского карьера (черный кружок), Курская обл.

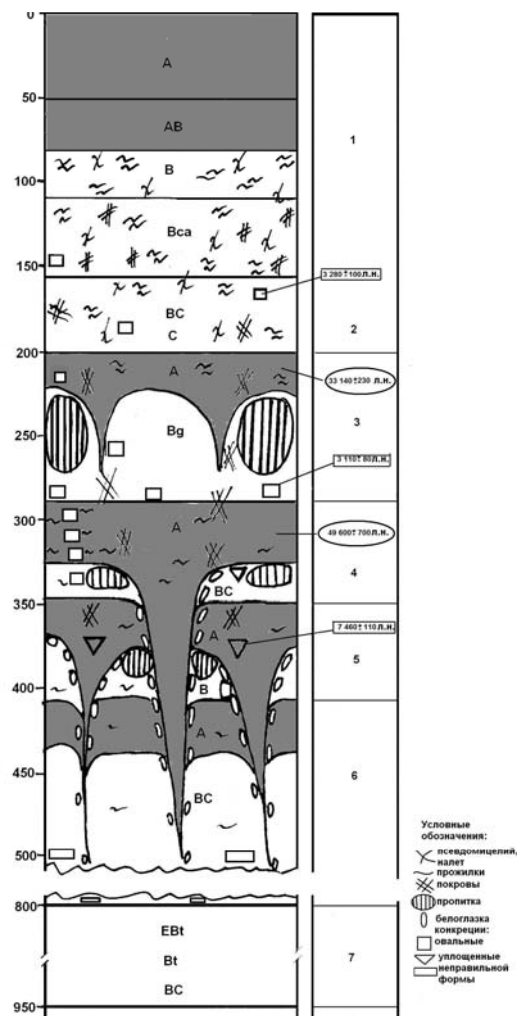


Рис. 2. Строение лессово-почвенной серии палеобалки в Александровском карьере
 Номера слоев: 1 – голоценовая почва (выщелоченный чернозем), 2 – поздневалдайский лесс.
 Погребенные почвы: 3 – брянская, 4 – александровская, 5 – стрелецкая, 6 – кукуевская,
 7 – микулинская. В прямоугольниках указан ^{14}C -возраст конкреций (лет назад), в овалах –
 ^{14}C -возраст органического вещества (лет назад).

Изучение карбонатных новообразований включало детальное описание их морфологии и расположения во время полевых исследований. Затем интересующие макроформы карбонатных новообразований отбирались для дальнейших исследований в лабораторных условиях, которые включали микроморфологическое изучение в шлифах под поляризационным микроскопом при увеличениях от 20 до 200; субмикроскопическое изучение на сканирующем электронном микроскопе JEOL jsm 6060A при 20 кВ и увеличениях до 20 000, а также определение элементного состава с помощью энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализатора «Респект». Радиоуглеродный возраст конкреций определен по методике вакуумного пиролиза, разработанной и применяемой в Киевской радиоуглеродной лаборатории (Ковалюх, Скрипкин, 2004).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Морфология, распространение и состав уплощенных конкреций

Среди разнообразных форм карбонатных новообразований, включая псевдомицелий, прожилки, пропитку, белоглазку, луговой мергель, округлые конкреции, нами были обнаружены твердые образования своеобразного облика. Вертикально вытянутые плоские твердые заполнения располагались в крупных межблочных трещинах стенок карьера и достигали более 20 см в длину (рис. 3, а, б). Мы назвали эти образования уплощенными конкрециями. Они имеют уплощенные шероховатые слабоволнистые боковые поверхности шириной 4–7 см. Максимальная толщина достигает 0,5–1 см, что соответствует размеру трещины, с более узкими краевыми частями и максимальной шириной в середине горизонтального сечения (рис. 3, в). Окончание конкреции иногда сопровождается «хвостиком» (мягким заполнением узкой трещины) белесого цвета, состоящим из мягкого материала типа белоглазки или сильной пропитки. Длина такого «хвоста», в свою очередь, может достигать десятков сантиметров.

Уплощенные образования встречались в толще от ~200 до ~400 см, начиная с нижней части первой палеопочвы – брянской (33 140 ± 230 л.н., Ki-8211) и заканчивая второй палеопочвой – александровской (49 600 ± 700 л.н., Ki-15275) (рис.2). Именно на этом уровне на глубине около 400 см оканчиваются крупные межблочные вертикальные трещины и находится местный водоупор. Максимум уплощенных карбонатных конкреций приурочен к лессовидному суглинку, разделяющему эти почвы. Непосредственно над днищем полузаполненной Микулинской балки мощность суглинка существенно увеличивается, он становится более оглеенным, фиксируя неглубокую депрессию – западину. Радиоуглеродный возраст суглинка был датирован по костному коллагену остатков шерстистого носорога (40 200 ± 420, Ki -10868).

Валовой состав описываемых конкреций приведен в табл. 1. Для сравнения показан также валовой состав обычных конкреций (журавчиков) из погребенной брянской почвы, а также современного чернозема. Как видно, состав описываемых уплощенных конкреций отличается от обычных округлых конкреций как современной, так и погребенной почв. Предположение об карбонатно-кремнистом составе уплощенных конкреций подтвердилось. Действительно, содержание оксида кремния в них заметно выше, чем в округлых – 29,32 % и 12,89–16,5 % соответственно. Также можно отметить повышенное содержание оксидов железа и марганца, хрома, калия, алюминия и магния. Такой состав указывает на более высокое участие силикатной части в составе уплощенных конкреций. Вероятно, высокое содержание валового кремния связано также с окремнением уплощенных конкреций под воздействием щелочных грунтовых вод.

Микростроение уплощенных конкреций

Мезо- и микроморфологическое изучение показало плотное сложение конкреций, наличие редких округлых и щелевидных пор, небольшие более темные пятна, вероятно, обогащенные марганцем. Внешняя часть конкреций иногда ограничена тонкой щелевидной порой (рис. 4, а).



Рис. 3. Положение в почве и макростроение уплощенной карбонатно-кремнистой конкреции (а–б); поперечный срез уплощенной конкреции (в)

Валовой химический состав уплощенной и округлых конкреций
(% на непрокаленную навеску)

Образец	Глубина, см	ППП, %	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	$\frac{Fe}{Mn}$
Уплощенная из трещины	~350	26,3	0,71	4,12	29,3	0,10	0,80	35,2	0,27	0,009	0,04	2,21	51
Округлая из по-временной почвы-гребенной почвы	~250	36,4	0,35	2,38	16,6	0,05	0,45	43,3	0,13	0,004	0,04	1,29	35
Округлая из со-временной почвы	140–160	35,9	0,7	2,48	12,9	0,06	0,43	46,0	0,11	0,002	0,01	1,04	130

При более крупных увеличениях карбонатно-кремнистые заполнения макротрещин имеют плотное скрытокристаллическое или коллоидное микростроение со значительным участием силикатной составляющей и включением пылеватых зерен. Внутренние полости и поры выстилаются крупными ромбическими кристаллами изометричной формы со сглаженными ребрами и следами травления (рис. 4).

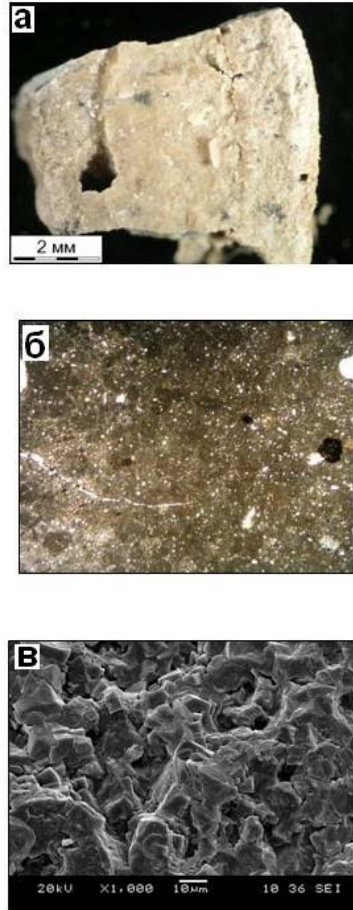


Рис. 4. Мезо- (а), микро- (б) и субмикростроение (в) уплощенной карбонатно-кремнистой конкреции

Таким образом, микростроение карбонатно-кремнистых образований сходно с журавчиками, однако в них отсутствуют признаки линейно-концентрического роста, описанного для конкреций А. В. Македоновым (1966).

Радиоуглеродный возраст уплощенных конкреций

Определение радиоуглеродного возраста уплощенных конкреций изменило наше представление о времени образования вертикальных макротрещин между лессовыми блоками. Радиоуглеродный возраст уплощенной конкреции составил 7460 ± 110 лет (Ki-14385). Таким образом, по полученному радиоуглеродному возрасту, хотя эти образования и не соответствуют возрасту вмещающих их почв (около 40000 л. н.), однако они и не современные и, видимо, могли образоваться в первой половине голоцена. С другой стороны, существуют представления о том, что радиоуглеродное датирование карбонатов особенно сложно интерпретируется, так как получаемый радиоуглеродный возраст указывает интегральный состав углерода и, кроме того, может отражать вторичные изменения карбонатов (Ковда, 1973). Так, известно, что в открытых системах радиоуглеродный возраст органического вещества может омола-

живаться (Чичагова, 2008). Также известно о возможности удревления ^{14}C -возраста карбонатов за счет примесей более древних терригенных карбонатов или возникновения вторичных карбонатов за счет разложения органического вещества древних погребенных почв (Добродеев, 1982). О возможном омоложении и удревлении радиоуглеродного возраста карбонатных новообразований писала также Хохлова с соавт. (2004), связывая омоложение с периодами гумидизации, а удревление – с аридизацией климата.

Пока мы не имеем достаточного количества данных для более уверенной интерпретации истинного времени формирования уплотненных карбонатных новообразований. Карбонатно-кремнистое заполнение трещин между блоками на уровне какой-либо из погребенных почв может отражать описанные в литературе процессы удревления радиоуглеродного возраста. Такое предположение можно допустить, если формирование карбонатно-кремнистых образований является вторичным современным процессом, начавшимся после начала разработки карьера и появления макротрещин между отошедшими блоками. Если же эти макротрещины не связаны с разработкой карьера, а являются естественными образованиями, то ^{14}C -возраст уплотненных карбонатно-кремнистых конкреций действительно среднеголоценовый, или, возможно, даже омоложен, так как палеобалка могла испытывать некоторое переувлажнение и влияние грунтовых вод, что приводит к омоложению радиоуглеродного возраста.

Формирование уплотненных конкреций

Нам представляется, что подобные карбонатно-кремнистые конкреции ранее не описывались в почвенной литературе. Однако некоторые аналогии можно обнаружить между ними и детально описанными Македоновым (1966) и Зайдельманом и Никифоровой (2001) известково-глинистыми кольчатыми конкрециями, распространенными в почвах лесной зоны на ленточных глинах, или «иматровыми камнями». Впервые иматровые камни были описаны в конце XIX в. В частности, в обеих названных монографиях с описанием иматровых камней цитируется работа Венюкова (1881). Зайдельман и Никифорова (2001) приводят гипотезу Венюкова о движении насыщенной углекислотой воды по трещинам до окончания трещины или до осаждения углекислой извести на другом механическом барьере. Образование горизонтально расположенных известково-кольчатых конкреций в ленточных глинах представляет собой сильную пропитку карбонатами глинистой породы. Эти конкреции описываются ими как овальные плоские образования размером до 1,5–3 см и толщиной 3–7 мм со сквозным округлым отверстием от корня в центральной части. Иногда образуются спайно-кольчатые известково-глинистые конкреции, соединяющие несколько вышеописанных мелких кольчатых конкреций. В этом случае они достигают размеров 5–12 см × 2–3 см. Македонов (1966), приводя обширную сводку русских и зарубежных публикаций, относит к этой группе несколько разных по генезису типов конкреций: озерные, ископаемые почвенные и мелководно-морские. Считается, что это субсовременные четвертичные конкреции раннеголоценового возраста, формирование которых связано со временем отступления последнего оледенения. Считается, что современных аналогов иматровым камням не существует, но они наиболее близки конкрециям озер «переходной зоны» между лесом и степью. Македонов указывает, что, несмотря на слабую изученность, имеющийся материал указывает на их образование в условиях климата конца отступления ледника, т. е. прохладно умеренного, но континентального, с резко выраженными сухими и теплыми сезонами (субарктическая степь) (Македонов, 1966).

Мы полагаем, что встреченные нами уплотненные карбонатно-кремнистые конкреции, не являясь полными аналогами иматровых камней, имеют сходный с ними механизм и время образования. Вероятно, они сформировались путем, описанным в работе Венюкова (цит. по Зайдельману и Никифоровой, 2001), в засушливых условиях первой половины голоцена. Об этом свидетельствует их радиоуглеродный возраст и положение в концевых частях крупных вертикальных трещин. Отсутствие информации о подобных образованиях в других известных по литературе опорных разрезах четвертичных отложений предполагает, что они приурочены не к типичным автоморфным

позициям, а формировались в аккумулятивных условиях мелких замкнутых депрессий – западин, оставшихся в рельефе на месте полузаполненной Микулинской балки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, представлена морфологическая, микроморфологическая и химическая характеристика нового типа конкреций. Их формирование, вероятно, происходило в специфических локальных условиях, не имеющих аналогов в современной лесостепной зоне, и отражает более засушливые условия ландшафтов первой половины голоцена.

* * *

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты № 06-05-65203 и № 07-04-01146.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Венюков П. М.** Иматра и иматровские камни // Тр. СПб. о-ва естествоиспыт., 1881. – Т. 12, вып. 1. – С. 103-129.
- Добровольский В. В.** Карбонатные стяжения в почвах и почвообразующих породах Центрально-черноземной области // Почвоведение. – 1956. – № 5. – С. 31-42.
- Добродеев О. П.** Особенности почвообразования во внеледниковой области Русской равнины в эпохи плейстоценовых оледенений // Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. К 11-му Междунар. конгрессу ИНКВА. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – С. 45-54.
- Зайдельман Ф. Р.** Генезис и диагностическое значение новообразований почв лесной и лесостепной зон / Ф. Р. Зайдельман, А. М. Никифорова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. – 215 с.
- Ковалюх Н. Н.** Метод вакуумного пиролиза (^{14}C -датирование малых проб с применением ускорителя) / Н. Н. Ковалюх, В. В. Скрипкин // Естественно-научные методы исследования культурных слоев древних поселений. – М.: НИИ-ПРИРОДА, 2004. – С. 37-46.
- Ковда В. А.** К вопросу о движении и накоплении кремнезема в засоленных почвах // Тр. Почв. ин-та АН СССР. – 1940. – Т. 22, вып. 1.
- Ковда В. А.** Основы учения о почвах. – М.: Наука, 1973. – Т.1. – 447 с.
- Ковда И. В.** Карбонатные новообразования в почвах: старые и новые проблемы изучения // Почвы, биогеохимические циклы и биосфера / Отв. ред. Н. Ф. Глазовский. – М.: Изд-во КМК, 2004. – С. 115-136.
- Ковда И. В.** Морфология и свойства карбонатных новообразований как индикаторы возраста и условий почвообразования / И. В. Ковда, С. А. Сычева // Организация почвенных систем: Материалы 2-й Нац. конф. «Проблемы истории, методологии и философии почвоведения», 5–9 ноября 2007 г., Пушкино, 2007. – Т. 1. – С. 191-194.
- Лебедева И. И.** Карбонатные новообразования в черноземах Левобережной Украины / И. И. Лебедева, С. В. Овечкин // Почвоведение. – 1975. – № 11. – С. 14-31.
- Македонов А. В.** Современные конкреции в осадках и почвах. – М.: Наука, 1966. – 284 с.
- Парфенова Е. И.** Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении / Е. И. Парфенова, Е. А. Ярилова. – М.: Наука, 1977. – 198 с.
- Попазов Д. И.** О генезисе известковых скоплений – журавчиков в различных почвах // Докл. ТСХА. – 1956. – Вып. 22. – С. 276-283.
- Самойлова Е. М.** Почвообразующие породы. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. – 173 с.
- Соколова Т. А.** Карбонатные новообразования в почвах солонцовых комплексов Тургая / Т. А. Соколова, В. В. Царевский, В. А. Павлов и др. // Генезис и мелиоративное освоение почв солонцовых территорий / Науч. тр. Почв. ин-та. – М., 1986. – С. 66-76.
- Сычева С. А.** Новые данные о строении и эволюции мезинского лессово-почвенного комплекса Русской равнины // Почвоведение. – 1998. – № 10. – С. 1177-1189.
- Сычева С. А.** Эволюция погребенных балочных ландшафтов лесостепи Русской равнины // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2003. – № 1. – С. 1-11.
- Хохлова О. С.** Радиоуглеродное датирование карбонатных аккумуляций в почвах голоценового хронорядя степного Приуралья / О. С. Хохлова, А. А. Хохлов, О. А. Чичагова и др. // Почвоведение. – 2004. – № 10. – С. 1163-1178.
- Чичагова О. А.** Радиоуглеродный анализ и проблемы памяти почв / О. А. Чичагова, О. С. Хохлова, Э. П. Зазовская и др. // Память почв / Отв. ред. В. О. Таргульян и С. В. Горячкин. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – С. 182-203.
- Guo Z. T. and N. Fedoroff.** Genesis of calcium carbonate in loess and in paleosols in Central China. In: Douglas L.A. (Ed.) Soil micromorphology: a basic and applied science. Developments in Soil Science 19. Elsevier. – 1990. – P. 355-360.

Надійшла до редколегії 20.01.09