

// Pochvovedenie. – 1950. – № 3. – S. 22-39.

9. Shumakov B.C. Tipy lesnykh kul'tur i plodorodie pochvy. – M.: Kolos, 1963. – 183 s.

10. Dudchenko L.V. Effektivnyi biologicheskii sposob podavleniya sornykh rastenii v polezashchitnykh lesnykh nasazhdeniyakh // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2012. – № 7. – S. 37-38.

11. Cheverdin Yu.I., Vavin V.S., Akhtyamov A.G., Voronin D.A. Rol' lesnykh nasazhdenii v

izmenenii svoistv chernozemov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 2. – S. 11-14.

12. Smirnov V.N. Metodika provedeniya polevykh pochvennykh issledovaniy v lesu dlya sel'skokhozyaistvennykh tselei. – Ioshkar-Ola, 1958. – 165 s.

13. Vadyunina A.F., Korchagina Z.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svoistv pochv. – M.: Agropromizdat, 1986. – 416 s.



УДК 631.4

**З.Н. Тюгай, А.В. Дембовецкий, Е.Ю. Милановский**  
**Z.N. Tyugay, A.V. Dembovetskiy, Ye.Yu. Milanovskiy**

### ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ КАРБОНАТОВ В ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ МОЩНОМ СТРЕЛЕЦКОЙ СТЕПИ

#### VARIABILITY OF CARBONATES IN TYPICAL THICK CHERNOZEM OF THE STRELETSKAYA STEPPE

**Ключевые слова:** карбонаты, микрорельеф, влажность, чернозем типичный, чернозем выщелоченный.

**Keywords:** carbonates, microrelief, moisture content, typical chernozem, leached chernozem.

Изучен комплекс почвенного покрова чернозема типичного мощного и чернозема с глубоко-выщелоченным профилем. Экспериментально подтверждена взаимосвязь между наличием локальных зон преимущественной миграции гравитационной влаги и зоны глубокого выщелачивания карбонатов в профиле чернозема. Длительное нахождение чернозема в условиях пара привело к общему увеличению содержания карбонатов в профиле и поднятию средней границы глубины их залегания.

The soil complex of typical thick chernozem and the chernozem with deep-leached profile was studied. The relationship between the presence of local zones of preferential migration of gravitational moisture and the presence of the zone of deep-leaching of carbonates in the chernozem profile was experimentally proved. A long holding of the chernozem as a fallow resulted in overall increase in carbonate content in the profile and a raise of the average depth of their occurrence.

**Тюгай Земфира Николаевна**, к.б.н., с.н.с., фак-т почвоведения, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Тел.: (495) 939-01-64. E-mail: zemfira53@yandex.ru.

**Дембовецкий Александр Владиславович**, к.б.н., с.н.с., фак-т почвоведения, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Тел.: (495) 939-48-46. E-mail: avd26@yandex.ru.

**Милановский Евгений Юрьевич**, д.б.н., вед. н.с., фак-т почвоведения, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Тел.: (495) 939-01-64. E-mail: milanovskiy@gmail.com.

**Tyugay Zemfira Nikolayevna**, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Soil Science Faculty, Lomonosov Moscow State University. Ph.: (495) 939-01-64. E-mail: zemfira53@yandex.ru.

**Dembovetskiy Aleksandr Vladislavovich**, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Soil Science Faculty, Lomonosov Moscow State University. Ph.: (495) 939-48-46. E-mail: avd26@yandex.ru.

**Milanovskiy Yevgeniy Yuryevich**, Dr. Bio. Sci., Assoc. Prof., Leading Staff Scientist, Soil Science Faculty, Lomonosov Moscow State University. Ph.: (495) 939-01-64. E-mail: milanovskiy@gmail.com.

#### Введение

Установлено, что характерной особенностью профиля чернозема является наличие карбонатных новообразований. Детально изучены морфология, микроморфология, минералогический состав и условия формирования карбонатных новообразований [1-4]. Карбонатные новообразования, закономерно изменяясь по профилю, образуют опреде-

ленный для каждого подтипа чернозема набор зон преобладания тех или иных форм карбонатных выделений. Характер макро- и микроформ карбонатных новообразований, их распределение по профилю могут быть использованы для подтиповой диагностики черноземов и общей оценки водно-термических режимов. Менее детально изучены особенности пространственного рас-

пределения карбонатов по элементам рельефа. Рельеф, как известно, является главным фактором перераспределения солнечной радиации и осадков и тем самым оказывает влияние на водный, тепловой, питательный, окислительно-восстановительный и солевой режимы почв. Я.Г. Рысков, С.В. Мергель, И.В. Ковда, Е.Г. Моргун впервые для почв России изучили условия карбонатообразования для почв гильгайного комплекса в Предкавказье [5]. Гильгайный микрорельеф представляет собой чередование округлых повышений и западин диаметром около 3 м с перепадом высот 30-40 см. Между отдельными элементами микрорельефа происходит перераспределение влаги. В результате чего в западине водный режим близок к периодически водозастойному атмосферного увлажнения, на повышении – к непромывному, на микроклоне носит контрастный характер. В соответствии с водным режимом на микроповышении формируется типчаково-злаковое разнотравье, на склоне – злаково-разнотравно-ситниковая ассоциация, в микропонижении – тростниково-осоково-ситниковая. На микроповышении происходит аккумуляция карбонатов, в понижении преобладают процессы их выщелачивания. Содержание карбонатов, граница вскипания и глубина максимального проявления карбонатных новообразований снижаются в направлении от микроповышений к микрозападине. Таким образом, почвообразование на каждом из элементов гильгайного микрорельефа имеет свои особенности, благодаря чему на участке протяженностью всего около 3 м формируется трехчленный почвенный комплекс (чернозем обыкновенный слитой, слитозем и лугово-болотная почва).

В.В. Добровольский на основании многочисленных полевых наблюдений установил приуроченность карбонатных стяжений к черноземам и близким им типам почв [6]. Автор также отмечает, что в распределении карбонатных выделений по элементам рельефа каких-либо закономерностей обнаружено не было.

**Цель исследований** – характеристика пространственного распределения карбонатов в черноземе типичном мощном под целинной растительностью и на участке длительный пар.

#### **Объекты и методы исследования**

Исследование проведено на территории Центрально-Черноземного биосферного заповедника им. В.В. Алехина (Курская область, Стрелецкая степь). Почвенный покров представлен черноземом типичным мощным, сформированным на лессовидном суглинке. В растительном покрове участка (целина) отмечено более 50 видов на 100 м<sup>2</sup>. Проектив-

ное покрытие травостоя 90-100%. Разнотравно-райграсово-вейниковая ассоциация. Доминанты: райграс высокий, вейник наземный. Разнотравье: буковица лекарственная, венечник ветвистый, вьюнок полевой, подмаренник настоящий, свербига восточная, горошек тонколистный, ластовен лекарственный. Из злаковых трав обильно встречаются кострец безостый, овсяница луговая, ковыль узколиственный. Редко встречается ковыль опушеннолистный, из древесных пород – груша, яблоня, терн, боярышник, клен татарский, вяз, ясень, жимолость. Моховой покров выражен слабо.

Эксперимент проведен на площадке 40x50 м по сетке с шагом 10 м. В узлах сетки определяли полевую влажность термовесовым методом послонно через 10 см до глубины 150 см, а также содержание углерода карбонатов методом разложения хлорной кислотой в токе кислорода на АН – 7529. Карты пространственного распределения по слоям влажности и углерода карбонатов строились в программе SURFER 7.0.

#### **Результаты и обсуждение**

Самыми распространенными элементами микрорельефа водораздельного пространства Стрелецкой степи являются степные блюдца и бугорки [7]. Степные блюдца представляют собой замкнутые углубления круглой или овальной формы, глубиной чаще всего от 50 до 100 см и диаметром от 20-30 м. Пространство между блюдцами так же, как и вся территория увалов целинной степи, имеет бугорковую поверхность. Чаще всего бугорки достигают в поперечнике 1-2 м при высоте 15-20 см. Бугорковый микрорельеф, который продолжает образовываться и в настоящее время, в основном является результатом жизнедеятельности роющих животных (главным образом слепышей). Часть выбросов земли, которые производят роющие животные, закрепляются растительностью, а многие из них размываются дождями и постепенно нивелируются. Между бугорками, наряду с ровными поверхностями, развиты причудливой формы западины. Большинство из них замкнуто, но некоторые, соединяясь, образуют протоки, оканчивающиеся в блюдцах или спускающиеся к балкам [7].

Впервые нами была проведена топографическая съемка микрорельефа для 1-го некоего участка Стрелецкой степи. Построена крупномасштабная топографическая карта (1:1000) (рис. 1). Открытый опорный разрез типичного чернозема отмечен символом «О». Топографический материал позволил обнаружить не наблюдаемые визуально под травяным покровом гряды.

Гряды – вытянутые повышения, идущие вдоль общего пологого склона. Их чередова-

ние формирует на территории первого некосимого участка Стрелецкой степи «грядовый» рельеф. Наиболее наглядное их представление дает трехмерное изображение поверхности (рис. 1 в). Экспериментальная площадка (выделена прямоугольником) совпала с одним из межгрядовых понижений (рис. 1 а). На рисунке 2 представлена карта микрорельефа экспериментальной площадки участка – некосимая степь. На исследованном нами участке выделяется четко понижение овальной формы с диаметром 25-35 м и перепадом высот ( $h = 0,53$  м). Угол наклона понижения по линии тренда составляет  $0,95^\circ$ . Изоплеты глубин залегания карбонатов (рис. 3) четко повторяют изоплеты микрорельефа (рис. 2): в пределах площадки размером 40х50 м с перепадом высот  $h = 0,53$  м ( $h_{\min} = 99,28$  м –

точка № 4 и  $h_{\max} = 99,81$  м – точка № 16) в черноземе типичном выделяется точка № 4, где карбонаты промыты вниз глубже 2 м. Соответственно, по почвенной классификации в данной точке можно выделить чернозем глубоковщелоченный. В понижениях (точки № 7 и № 10) карбонаты промыты глубже 150 см.

Выборочное бурение с шагом 7 м на аналогичном элементе рельефа (С-Е, рис. 1 а) показало следующие глубины залегания карбонатного горизонта: 110-180-180-170-160-110 см. В точке К, заложенной в центре замкнутого овального понижения диаметром 10-15 м с перепадом высот относительно основной поверхности ( $h = 2,5-3$  м), карбонаты промыты до глубины 3,5 м (лимитировано длиной бура).

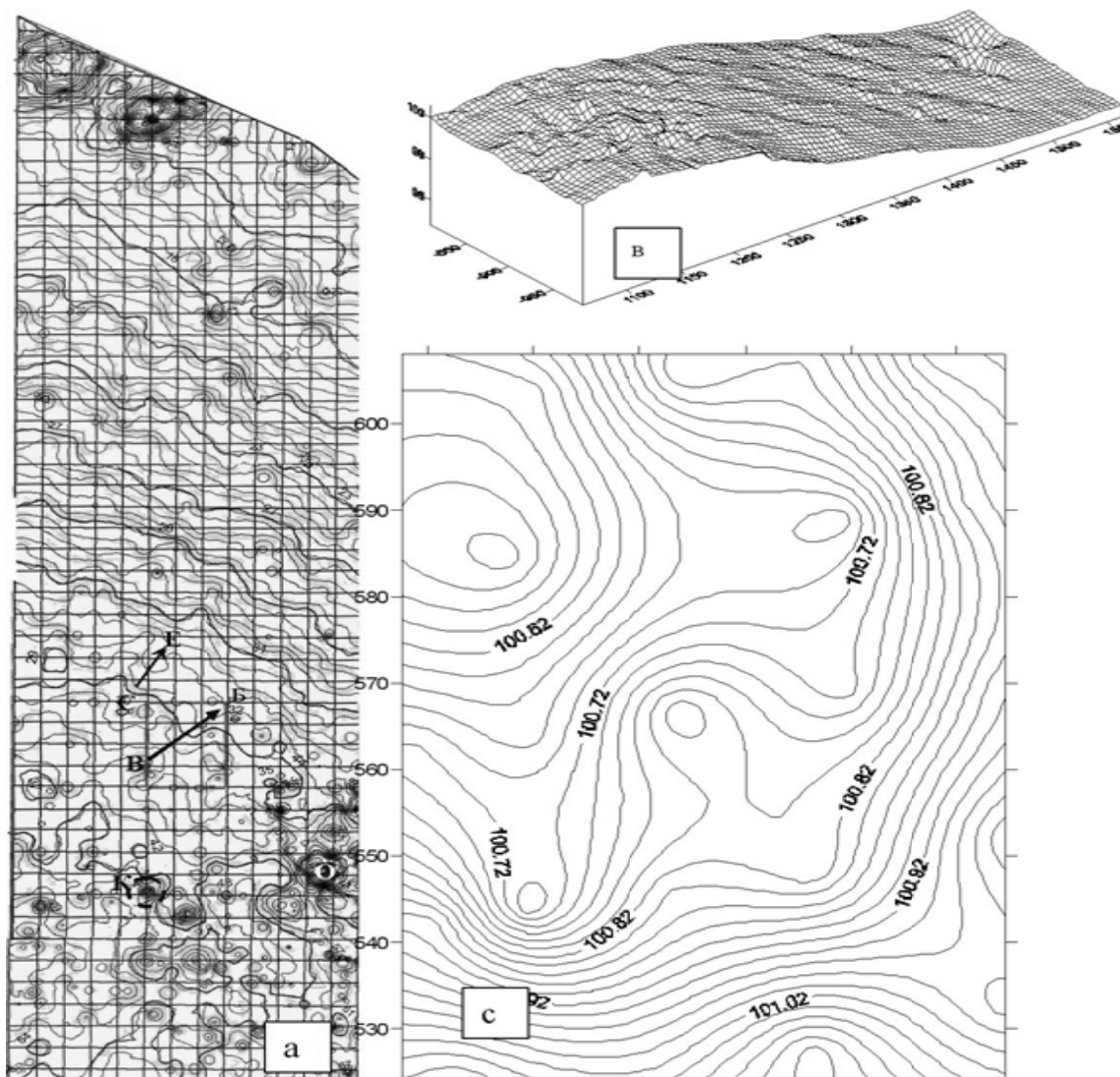


Рис. 1. Топографическая карта 1-го некосимого участка Стрелецкой степи (а), ее трехмерное изображение (в) и карта участка «длительный пар» (с), масштаб 1:1000

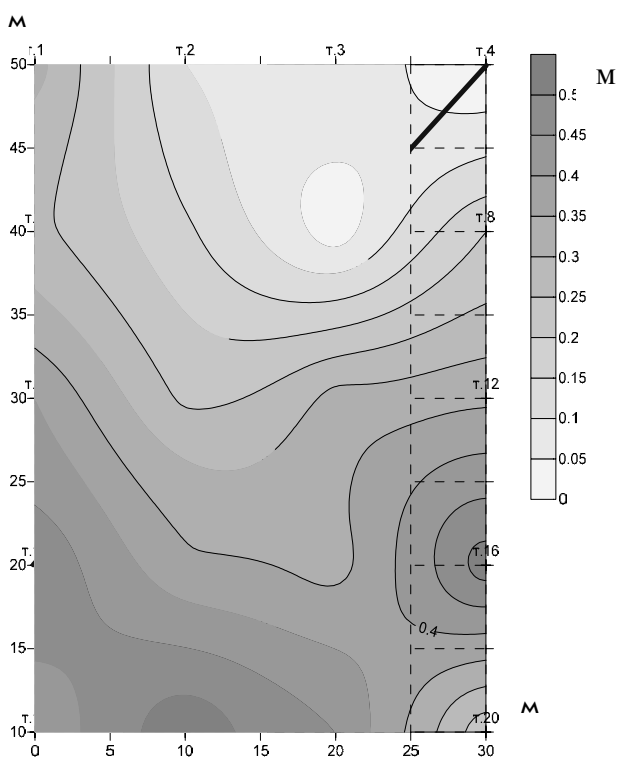


Рис. 2. Карта микрорельефа участка – некосимая степь

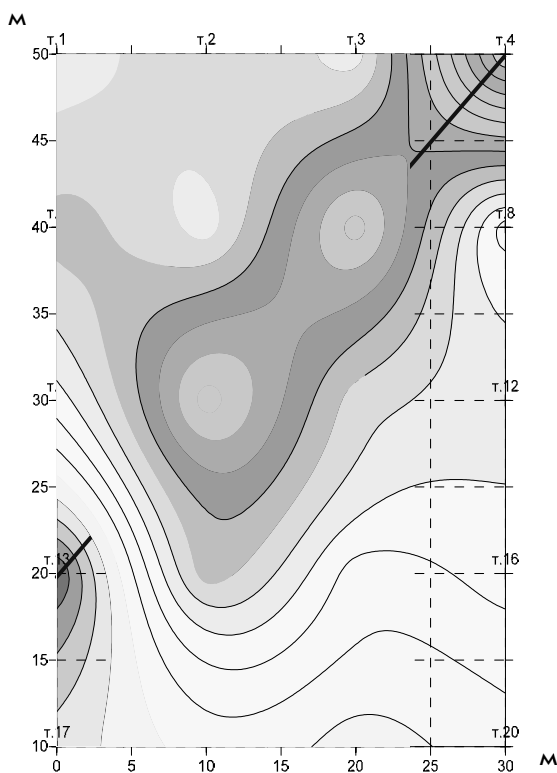


Рис. 3. Изоплеты глубин залегания карбонатов – некосимая степь

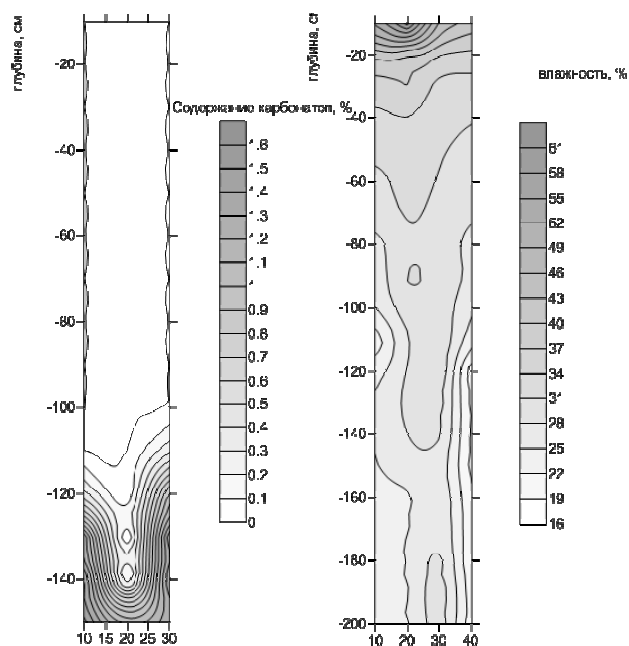


Рис. 4. Распределение содержания карбонатов и влажности по линии точек 2, 7 и 12

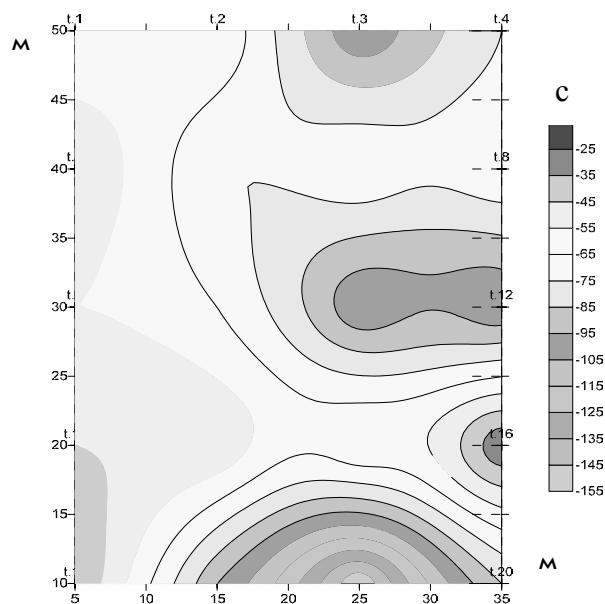


Рис. 5. Изоплеты границы вскипания карбонатов – длительный пар

Получается, что на небольшом участке размером 40x50 м с перепадом высот 0,53 м мы имеем следующий ряд почв: чернозем типичный мощный – чернозем типичный мощный слабовыщелоченный – чернозем типичный мощный глубоковыщелоченный. К выщелоченным черноземам мы относим такие почвы, у которых между нижней границей гумусового горизонта и верхней границей карбонатного лежит малогумусированный горизонт, не вскипающий от НСІ. В мощных глубоковыщелоченных черноземах верхняя граница карбонатного горизонта лежит на глубине около 150 см и ниже. А для типичных мощных черноземов Стрелецкой

степи наиболее часто граница карбонатного горизонта залегает на глубине 90-120 см. Нами была высказана гипотеза о взаимосвязи между наличием зоны глубокого выщелачивания карбонатов в профиле типичного чернозема и наличием локальных зон преимущественной миграции гравитационной влаги. На рисунке 4 представлено профильное распределение содержания карбонатов и влажности по линии точек 2, 7 и 12, которое наглядно иллюстрирует наличие тесной связи между наличием зоны глубокого выщелачивания карбонатов в профиле типичного чернозема и наличием локальных зон преимущественной миграции гравитационной влаги.

Этот вывод подтверждается и результатами определения влажности по слоям после схода снежного покрова и модельным экспериментом по исследованию зоны и глубины промачивания типичного чернозема. Используя метод заливаемых площадок, было проведено определение водопроницаемости на склоне понижения (между точками 12 и 7). Через 6 ч произвели бурение и определение влажности по глубинам с шагом 10 см. Анализ данных по влажности показал, что поток влаги с глубиной смещается в сторону зоны глубоко выщелоченных карбонатов.

Изоплеты границы вскипания карбонатов на участке длительный пар показывают, что нахождение чернозема в условиях длительного пара привело к общему увеличению содержания карбонатов в профиле и поднятию средней границы глубины их залегания (рис. 5). Причина поднятия карбонатной границы на участке длительный пар может быть обусловлена их вертикальным поднятием с капиллярной каймой влаги. Другой механизм, обуславливающий поднятие карбонатной границы, может быть связан с их выпадением из почвенного раствора, насыщенного углекислотой, образующегося в результате минерализации органического вещества.

#### Выводы

1. Обнаружена четкая взаимосвязь между границей вскипания карбонатов и элементами микрорельефа: на межрядовых повышениях карбонаты обнаруживаются уже с глубины 80-100 см, а в межрядовых понижениях карбонаты промыты до глубины 160-250 см и ниже.

2. Сопряженный анализ пространственного распределения влажности и карбонатов почвы свидетельствует о наличии обособленных зон преимущественной миграции влаги, к которым приурочены выщелоченные черноземы с максимально глубокой карбонатной границей.

#### Библиографический список

1. Афанасьева Е.А. Черноземы Средне-Русской возвышенности. – М.: Наука, 1966. – С. 224.
2. Алексеев В.Е., Шурыгина Е.А. Исследование карбонатов в черноземах Молдавии методом термического анализа // Почвоведение. – 1973. – № 4. – С. 114-121.
3. Лебедева И.И., Овечкин С.В. Карбонатные новообразования в черноземах левобережной Украины // Почвоведение. – 1975. – № 11. – С. 14-30.
4. Личманов Б.В., Долгов С.И. Влияние лесных полос в Кулундинской степи на распределение в почве гумуса и карбонатов // Почвоведение. – 1964. – № 9. – С. 11-18.
5. Рысков Я.Г., Мергель С.В., Ковда И.В., Моргун Е.Г. Стабильные изотопы углерода и кислорода как индикатор условий формирования карбонатов почв // Почвоведение. – 1995. – № 4. – С. 405-414.
6. Добровольский В.В. Карбонатные стяжения в почвах и почвообразующих породах Центрально-Черноземной области // Почвоведение. – 1956. – № 5. – С. 31-42.
7. Большаков А.Ф. Водный режим мощных черноземов средне-русской возвышенности. – М.: Изд-во Академии наук СССР 1961. – С. 200.

#### References

1. Afanas'eva E.A. Chernozemy Sredne-Russkoi vozvshennosti. – M.: Nauka, 1966. – S. 224.
2. Alekseev V.E., Shurygina E.A. Issledovanie karbonatov v chernozemakh Moldavii metodom termicheskogo analiza // Pochvovedenie. – 1973. – № 4. – S. 114-121.
3. Lebedeva I.I., Ovechkin S.V. Karbonatnye novoobrazovaniya v chernozemakh levoberezhnoi Ukrainy // Pochvovedenie. – 1975. – № 11. – S. 14-30.
4. Lichmanov B.V., Dolgov S.I. Vliyanie lesnykh polos v Kulundinskoj stepi na raspredelenie v pochve gumusa i karbonatov // Pochvovedenie. – 1964. – № 9. – S. 11-18.
5. Ryskov Ya.G., Mergel' S.V., Kovda I.V., Morgun E.G. Stabil'nye izotopy ugleroda i kisloroda kak indikator uslovii formirovaniya karbonatov pochv // Pochvovedenie. – 1995. – № 4. – S. 405-414.
6. Dobrovolskii V.V. Karbonatnye styazheniya v pochvakh i pochvoobrazuyushchikh porodakh Tsentral'no-Chernozemnoi oblasti // Pochvovedenie. – 1956. – № 5. – S. 31-42.
7. Bol'shakov A.F. Vodnyi rezhim moshchnykh chernozemov Sredne-russkoi vozvshennosti. – M.: Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1961. – S. 200.

