

ОРИГИНАЛЬНЫЕ
СТАТЬИ

УДК 631

**ФОРМИРОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ
ПОД ЛЕСНЫМИ ПОЛОСАМИ
В ЗАКАЗНИКЕ “КАМЕННАЯ СТЕПЬ”***

© 2011 г. ^{1,2}В. М. Алифанов, ^{1,2}Л. А. Гугалинская

¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
142290 Пушкино, Московская обл., ул. Институтская, 2

²Пушкинский государственный университет,
142290 Пушкино, Московская обл., пр. Науки, 3
E-mail: alifanov_v@mail.ru

Поступила в редакцию 19.03.2008 г.

Рассмотрен генезис чернозема под 105-летней лесополосой в заказнике “Каменная степь”, имеющий сложную историю развития. В этом развитии особенное значение имели процессы палеокриогенеза в почвообразующих породах, которые на дневной поверхности выражаются в форме реликтового полигонально-блочного микрорельефа. Древний микрорельеф и молодой лес определили современное строение почвенного покрова.

Лесоведение, лесоводство, почвоведение, лесополосы, палеокриогенез, микрорельеф, черноземы.

Г.Ф. Морозов вошел в историю генетического почвоведения как автор заглавной статьи в первом номере журнала “Почвоведение”, который вышел в 1899 г. [12], а также как руководитель опытного участка “Каменная степь” (1899–1901 гг.), получивший его из рук К.Э. Собеневского.

В лесную науку Г.Ф. Морозов пришел в сложное, “межеумочное” по определению его учеников, время [15]. «Лесоводство в то время, – писал Г.Ф. Морозов в статье, напечатанной в № 1 журнала “Почвоведение” в 1899 г., – это пестрая смесь эмпирических правил, лишь там и здесь пронизанная научным элементом, оставалось до сих пор в стороне от общего течения научной мысли. Лесоводство и в настоящее время, в отличие от других отраслей прикладного знания, характеризуется слабым участием науки и отсутствием собственных научных основ. В других прикладных знаниях или, точнее, искусствах, например, в агрономии или медицине, значительно более старых, чем наше юное лесоводство, процесс выделения научных основ из пестрой массы сведений, составляющих область искусства, давным-давно

совершился» (с. 1) [12]. И далее: “В такой, пережитой другими искусствами, стадии развития находится современное лесоводство. Теория его излагает правила для заложения, возобновления, ухода, охраны и жатвы лесных насаждений. Но тщетно было бы искать такой отрасли лесоводственного знания, которая посвящена была бы изучению свойств самого объекта лесного хозяйства – насаждениям” (с. 2) [12].

Г.Ф. Морозов считал, что наряду с лесоводством, то есть, с “учением о возобновлении, уходе, охране и жатве насаждений”, непременно возникнет новая отрасль знания лесоводственно-биологического характера – *лесоведение*. Он пришел в лесоводство в ответственный период становления научно-исследовательской работы в области лесного хозяйства, и, несмотря на тяжелую болезнь, создал современное учение о лесе. Именно это учение лежит в основе современного лесоводства, как труды В.В. Докучаева лежат в основе современного почвоведения.

По праву первая статья в первом номере журнала “Почвоведение” была отдана лесоводу, географу и ботанику, одному из основоположников отечественной фитоценологии и ландшафтоведения. Еще не были созданы учения о биосфере и биогеоценозе, а Г.Ф. Морозов писал: “Сохранение производительных сил почвы – такой же основной закон для лесного, как и для сельского

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (08-04-00331, 11-04-00354), Программы Президиума РАН.

В основу статьи положен пленарный доклад на VII Международной конференции молодых ученых “Леса Евразии – Русский Север” (Петрозаводск, 2007), посвященной 140-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова.

хозяйства. ...В громадном большинстве случаев лесовод сохраняет, а где возможно, и улучшает производительные силы своей почвы с помощью лесных насаждений, сохраняя сомкнутость их, регулируя густоту полога, внося подлесок, делая правильный выбор пород и форм насаждения. Механическую обработку почв он должен поручить корням древесных растений и животному населению почвы; внесение удобрений лежит на обязанности материнского полога, сбрасывающего листву и создающего запас будущего гумуса; борьба с засухой ведется с помощью насаждения, которое лесовод вправе рассматривать как аппарат для накопления, сбережения и разумного использования влаги” (с. 5) [12]. И далее: “Чем сложнее форма леса, тем совершеннее приспособлена она к исполнению той функции, от которой больше всего зависит благоденствие леса. Чем сложнее форма, тем лучше происходит не только накопление и сбережение влаги, но и ее использование. ...Вот почему и связь между лесоводством и почвоведением, правда – только в области лесных почв, гораздо более тесная и глубокая, чем между почвоведением и агрономией. Вот почему также не представляется мне случайностью то обстоятельство, что лесовод, впервые указавший на значение насаждений и выделивший учет о них в самостоятельный отдел лесоводства, первый же положил в основу всех лесоводственных забот заботу о сохранении, а где возможно, и улучшении производительных сил почвы” (с. 5–6) [12].

Г.Ф. Морозов был ярким и талантливым последователем докучаевских идей и методов изучения почв, он всячески приветствовал тесный союз лесоводов и почвоведов и сожалел, что лесоводы не проходят основательной школы почвоведения, а иногда даже вовсе не знакомы с этим предметом. На многие вопросы, считал Г.Ф. Морозов, в лесоводстве могут быть даны ответы лишь тогда, когда лесоводы станут лесоведами, когда они заключат более прочный союз с почвоведением. В статье в журнале “Почвоведение” Г.Ф. Морозов приводит ряд примеров в качестве иллюстраций той пользы, которую получает лесоводство от более тесного соприкосновения с данной дисциплиной.

Г.Ф. Морозов является предшественником, учителем и другом Владимира Николаевича Сукачева. Ведь именно Георгий Федорович разработал понятие “тип леса”, в котором фитоценоз и биоценоз объединяются однородностью почвенных условий, понятие, которое В.Н. Сукачевым было использовано в его учении о биогеоценозе. С другой стороны, Г.Ф. Морозов предопределил содержание многих проблем научного почвоведения, необходимых для решения проблем лесоводства. Так, в понятие “лес”, в полном соответствии

с представлением В.В. Докучаева [4] о единстве и взаимозависимости всех природных тел, Георгий Федорович включал не только растения, но и все лесообразующие тела – фауну, климат, рельеф, геологическое строение и почвы.

Основанная в 1892 г. В.В. Докучаевым в Каменной степи опытная станция на черноземах с небольшими перерывами существует до настоящего времени как заказник “Каменная степь”. Каменная степь – один из трех опытных участков (наряду с Деркульской степью Херсонской губернии и Великоанадольским участком под г. Мариуполем), на котором под руководством В.В. Докучаева и в соответствии с его планом осуществлялись работы по научному степному лесоразведению с целью упорядочения водного хозяйства и борьбы с засухами. Каменная степь расположена на Битюжско-Хоперском междуречье, на водоразделе рек. Чиглы и Елани, в самом центре засух и голода. Первое лесное насаждение было заложено осенью 1893 г. О.И. Ковалевым, а состав насаждения предложил, как принято считать [6], Г.Ф. Морозов, работавший в соседнем Хреновском, а затем и в Каменно-Степском опытном лесничествах.

В Каменной степи Г.Ф. Морозов проработал три года – с февраля 1899 по 1901 г. В 1901 г. он получил профессорскую кафедру в Петербургском лесном институте. Однако и за это короткое время он успел создать себе, по словам И.Е. Филоненко [15], “живой памятник истинного творения ума и рук человеческих”. Г.Ф. Морозов создал 24 полосы площадью 44 га, изучив предварительно, какие древесные породы и в каком соседстве лучше растут в степных посадках. Практически все его лесополосы стали лучшими в Каменной степи, потому что Г.Ф. Морозов каждую полосу старался делать “возможно, более демонстративной”. Именно Г.Ф. Морозов создал в Каменной степи аналоги шиповских дубрав, мало отличающихся от естественных водораздельных лесов.

Из написанной великолепным языком монографии “Особая экспедиция” [15] об истории становления Каменной степи мы узнаем, как жил и работал здесь Георгий Федорович, этот великий труженик. Вспоминает его дочь Ольга Морозова: «...мы бегали “на посадки”, где с раннего утра в белом пиджаке и с лицом кирпичного цвета командовал наш отец целой ротой хуторских баб и практикантов, появлявшихся неизвестно откуда и так же исчезающих к концу дня... Отец объезжал свое хозяйство на тарантасе, возвращался под вечер усталый, и нас после обеда выгоняли в степь, чтобы мы не мешали ему отдохнуть. Отец был невелик ростом, очень подвижный и легкий в кости человек. Он говорил быстро, чуть картавя, и крутил бородку. Рука у него была тонкая, нервная

и маленькая... Его молодое, большелобое лицо сияло воодушевлением, голубые, очень яркие глаза чуть косили в разные стороны» (с. 91) [15].

Ольга Морозова пишет, что в Петербурге при получении кафедры «отец бросился в события, разговоры, встречи, он спорил, сражался и побеждал. И больше всего радовала его поддержка Докучаева во всех его планах. Тревожил один нерешенный вопрос: кто заменит его и кто продолжит начатую работу в степи. Нельзя было дать погибнуть этому делу» (с. 92) [15].

В 1901 г. Г.Ф. Морозов был счастлив – он «отвоевал кафедру» в столичном институте, в котором и сам когда-то учился. Вдвойне был счастлив тем, что его поддержал В.В. Докучаев, которого он боготворил и считал своим учителем, хотя и не учился у него.

Г.Ф. Морозов был приверженцем докучаевского понимания почв и взаимосвязи живых организмов с ними. Так, плодородие Георгий Федорович связывал с докучаевским определением генетических типов почв, в котором понятие о плодородии учитывалось. Это особенно ярко было показано Г.Ф. Морозовым на примере Шипова леса (Воронежская обл.), где он выделил следующие типы дубрав: а) на светло-серых суглинках; б) на солонцеватых суглинках; в) сложные субори на черноземовидных солодах и т.д.

Не можем не отметить существование взаимобусловленности современных учений о почве и лесе, вытекающей не только из объективного взаимодействия этих наук (почва – среда обитания растений), но и из их субъективной связи. Первый курс почвоведения был создан П.А. Костычевым на базе лекций, прочитанных им в Лесном (ранее Земледельческом) институте, а первый курс почвоведения на иностранном языке был написан Э. Раманном и назывался «Лесное почвоведение» [8].

В современном почвоведении почвы, формирующиеся под лесом, – один из любимых и самых информационных объектов исследования. В ведущей комиссии этой науки – генезиса, географии и классификации почв – существует подкомиссия лесного почвоведения. Проводятся многочисленные всероссийские и международные конференции по лесному почвоведению, на которых наиболее часто обсуждаемыми являются проблемы генезиса и классификации лесных почв, структуры почвенного покрова в лесных экосистемах, пространственной неоднородности лесных почв, природной и антропогенной эволюции лесных почв, почвенной биоты и ее роли в динамике лесных биогеоценозов, органического вещества почв как основы устойчивого функцио-

нирования лесных экосистем, лесопользования и экологических проблем лесного хозяйства.

В работах известного специалиста в области лесного почвоведения Л.О. Карпачевского [8, 9] говорится, что в настоящее время «естественный» процесс почвообразования можно фактически изучать лишь в лесах, где сохранился естественный круговорот веществ. Существует ряд других «особенностей», позволяющих отделить лесные почвы от других почв. Эти особенности связаны со спецификой лесных биогеоценозов, формирование которых, продолжительность существования, характер динамики компонентов существенно отличаются от травяных ценозов.

Современное генетическое почвоведение началось с изучения В.В. Докучаевым чернозема, и начиналось символически: анализы почвенных образцов черноземов, собранных В.В. Докучаевым, выполнялись в Лесном институте. Год выхода в свет капитального труда В.В. Докучаева «Русский чернозем» – 1883 – считается годом рождения новой естественной науки – почвоведения. Проблема происхождения черноземов – одна из наиболее значительных в современном почвоведении, а черноземы являются наиболее изученными почвами. Однако до настоящего времени практически неизученными в истории формирования черноземов остаются ранние этапы их развития, относящиеся к периоду перехода от плейстоцена к голоцену, когда начавшееся почвообразование начало испытывать сильное влияние процессов палеокриогенеза [2]. Изучение неоднородности свойств черноземов, обусловленных палеокриогенезом, и роли этой неоднородности в современном функционировании черноземов – активно развивающееся направление в генетико-эволюционном и палеоэкологическом почвоведении. Работы по изучению роли палеокриогенеза в почвообразовании имеют заметное практическое значение, так как позволяют не только показать, но и объяснить микрострату многих свойств почв: неоднородности строения почвенного покрова, изменчивости гидротермических режимов, изменчивости мощностей горизонтов, в первую очередь, гумусовых, пространственной изменчивости содержания многих элементов и их соединений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА

Результаты исследования, приводимые в настоящей статье, касаются влияния ранних стадий развития на современное состояние черноземов, более 100 лет находящихся под влиянием леса. Исследования проводились в заказнике «Каменная степь» (Воронежская обл.) в старейшей и самой крупной лесополосе № 40, заложенной в 1903 г. Н.А. Михайловым, сменившим уехавшего

в Петербург Г.Ф. Морозова. Заказник “Каменная степь” приурочен к практически плоским участкам плакорного и междуречного недренированного типов местности, слабо различающихся по морфологическим признакам [7]. Как и многие аналогичные территории Восточно-Европейской равнины, поверхность заказника организована в полигонально-блочные структуры палеокриогенного происхождения, выражающиеся в микрорельефе чередованием блочных микроповышений и межблочных микропонижений [1–3]. Следует отметить, что если для ареалов дерново-подзолистых и серых лесных почв палеокриогенные полигонально-блочные структуры выявлены достаточно давно [1], для ареала черноземов исследования, касающиеся выявления влияния палеокриогенного микрорельефа на современное функционирование почв, только начинаются [2, 3].

Полоса, имеющая в соответствии с общим планом территории В.В. Докучаева номер 40, вытянулась с севера на юг на 725 м, ширина ее в настоящее время составляет 140 м. Лесополоса в месте заложения разрезов представляет собой дубово-кленовый лес (максимальная высота деревьев 25–27 м) с обильным подростом клена. Травянистая растительность очень разрежена – 50–70% территории лесополосы представляют собой мертвопокровные участки. Проективное покрытие на участках с травянистой растительностью составляет всего 1–5%. Для исследования был выбран ключевой участок размером 34 × 34 м, расположенный в центральной части лесополосы.

Результаты изучения влияния палеокриогенеза на формирование черноземов имеют выход не только в почвоведение, но и в четвертичную геологию, криолитологию, палеогеографию, лесоведение. Поэтому нами использовались некоторые методы полевых и камеральных исследований, свойственные этим дисциплинам: геологический метод микрофациального анализа строения почвенных профилей путем закладки разрезов-траншей или крупных и глубоких разрезов через комплекс “блок–межблочье–блок”; почвенный метод разноуровневных горизонтальных срезов через почвенный разрез большой площади. Весьма информативным оказался картографический метод создания серии детальных тематических карт на ключевые участки.

Изучение роли палеокриогенеза в почвообразовании осуществлялось сопряженно на разных уровнях структурной организации почв: на уровне почвенного покрова, почвенного профиля, почвенного горизонта. Анализ физико-химических свойств почвы проводился в химико-аналитической группе ИФХиБПП РАН (рук. И.И. Скрипниченко) с использованием традиционных методов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для точного описания элементов микрорельефа на ключевом участке была проведена нивелирная съемка с шагом 2 м, съемка производилась с точностью до 1 см. По результатам нивелирной съемки были построены изогипсы ключевого участка в лесополосе (рис. 1), которые показали наличие четко выраженных пониженных и повышенных участков. На основе карты изолиний, с использованием результатов визуальных наблюдений была составлена карта элементов палеокриогенного полигонально-блочного микрорельефа (рис. 2).

Анализ изогипс и полевые наблюдения показывают, что поверхность участка организована в полигонально-блочные структуры, основными элементами которых являются микроповышения–блоки, микропонижения–межблочья и склоны между ними. Блоки имеют округлую или чуть вытянутую форму. Размеры и относительные высоты блоков-повышений несколько различаются между собой: большая их часть имеет относительные превышения над межблочными понижениями в 24–28 см, есть менее высокие блоки, их превышения составляют 16–20 см над понижениями. Имеются и совсем невысокие единичные блоки-повышения, их относительные превышения составляют всего 8–10 см. Наиболее крупные по размерам блоки-повышения имеют в диаметре около 15–17 м, а более мелкие – 7–10 м. Более крупные блоки-повышения мы отнесли к блокам I порядка, а небольшие по размерам и относительной высоте – к блокам II порядка. Последние, как правило, сформированы в периферийной части блоков I порядка. Блоки разделены межблочными понижениями, которые имеют ширину 5–7 м, оконтуривают блоки, создавая полигональную сетку. В местах схождения нескольких межблочных понижений наблюдаются наиболее пониженные участки в микрорельефе (относительные высоты 0–2–4 см), которые, по-видимому, можно отнести к западинам (рис. 2). Переходы между блочными повышениями и межблочными понижениями, в основном, постепенные, трудно уловимые невооруженным глазом, имеют уклон около 1°.

Для изучения почв были заложены разрезы 5-2005 на самом крупном блоке-микроповышении в центре участка и 6-2005 в соседнем с центральным блоком межблочном микропонижении в 7 м к северо-западу от разреза 5-2005. Разрезы имеют длину 4 м, ширину 1.5 м, глубину 258 см (блок-микроповышение) и 231 см (межблочное микропонижение). Глубина заложения разрезов ограничивалась появлением грунтовых вод. Высокий

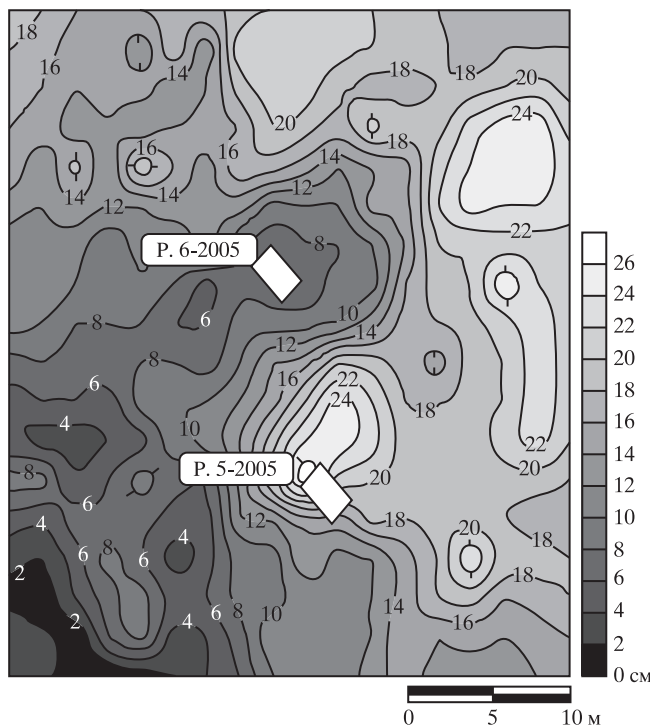


Рис. 1. Карта фрагмента лесополосы № 40, заказник “Каменная степь”: изогипсы проведены через 2 см. Р. 5-2005 – разрез на блочном микроповышении, Р. 6-2005 – разрез в межблочном микропонижении.

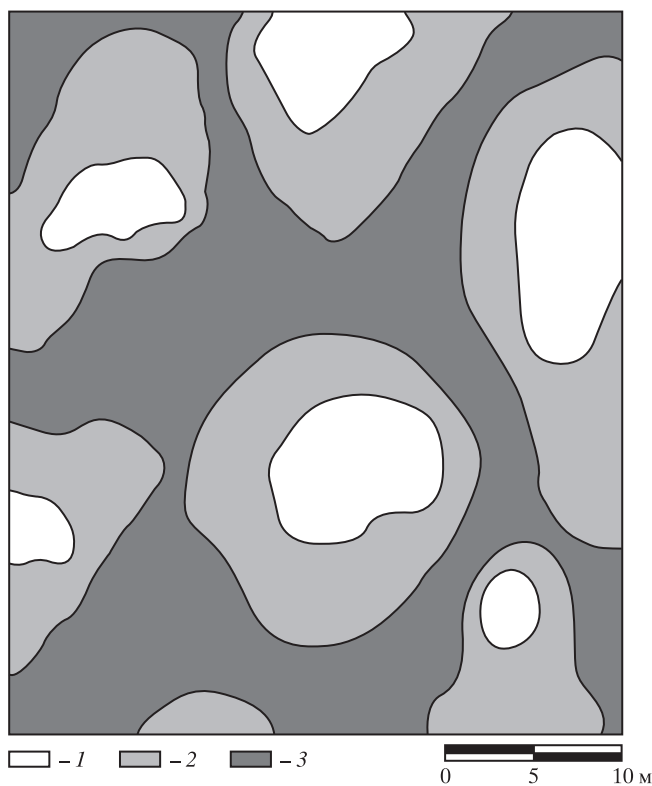


Рис. 2. Карта фрагмента палеокриогенного полигонально-блочного микро рельефа лесополосы № 40, заказник “Каменная степь”: 1 – блочное микроповышение, 2 – склон между блочным микроповышением и межблочным микропонижением, 3 – межблочное микропонижение.

уровень грунтовых вод, возможно, объясняется гумидизацией водного режима черноземов [13].

К числу наиболее важных морфологических признаков (таких признаков было выделено девять), отличающих почвы блочных микроповышений от почв межблочных микропонижений, мы отнесли наличие в почве межблочного микропонижения иллювиального ожелезненного горизонта, так называемого $V_{\text{красного}}$ или V_f , отсутствующего в черноземе на блочном микроповышении. Горизонт окрашен в красновато-бурый цвет, видимо, за счет иллювиирования в него соединений железа из вышележащих горизонтов. Наилучшую выраженность этот горизонт приобретает на глубине 70–95 см. Такие горизонты обычно формируются в почвах гумидных областей, в которых процесс элювиирования из верхней части профиля подвижных соединений железа сопровождается аккумулярованием их с образованием горизонта вмывания железа. Для черноземов этот процесс считается нехарактерным, поскольку черноземы формируются в семигумидной зоне. Однако, как показывают наши исследования, такой иллювиальный ожелезненный горизонт при определенных условиях может формироваться и в черноземах центральной полосы. Необходимым условием для его формирования является наличие долго существующего микропонижения (в нашем случае – палеокриогенного межблочного понижения), в котором имеется дополнительный приток атмосферной влаги (осадки, талые воды). Впервые горизонт ожелезнения при исследовании почв Каменной степи был описан Г.М. Туминым в 1930 г. [14] и назван им красным, однако объяснения его генезиса дано не было. Мы объясняем образование данного горизонта, по микроморфологическим особенностям резко отличающегося от выше- и нижележащих горизонтов красновато-бурым цветом, отсутствием оструктуренности, плотностью, трещиноватостью, развитием процессов иллювиирования соединений железа из гумусового горизонта и аккумулярованием их под гумусовым горизонтом при условии нахождения исследуемой почвы в палеокриогенном понижении. Таким образом, присутствие в профиле чернозема горизонта V_f указывает на наличие палеокриогенного понижения, а горизонтальная протяженность гор. V_f , выявляемая на стенках исследованных нами ранее разрезотраншей, показывает размеры этого понижения.

Еще одним важным различием в морфологических характеристиках профилей почв на блочном повышении и межблочном понижении является разница в формах и глубине залегания карбонатов: профиль почвы в межблочном понижении выщелочен от карбонатов до глубины примерно 90 см, вскипание в результате взаимодействия с $HC1$ начинается с верхней границы горизонта $B2$

и продолжается до дна разреза. В нижней части профиля почвы, помимо карбонатного мицелия, в большом количестве присутствуют карбонатные конкреции (дутики, желваки, лессовые куколки). В профиле почвы блочного повышения окарбонированность прослеживается с глубины около 15 см, начиная с горизонта A_{12} . С середины гумусового горизонта, помимо карбонатного мицелия, появляются скопления карбонатов по тонким (шириной около 1 см) трещинам, образуя тонкоязычковые формы карбонатных новообразований.

Вынос карбонатов и формирование конкреций в почве микропонижений происходили, по-видимому, после завершения формирования профиля почвы, так как мицелий карбонатов и карбонатные конкреции равномерно распределены и в современном иллювиальном горизонте, и в подстиляющей погребенной почве. Строение профиля почвы межблочного понижения и происходящие в нем процессы переводят данную почву в другое классификационное положение по сравнению с почвой, приуроченной к блочному микроповышению: на блочном микроповышении формируются черноземы обыкновенные, в межблочном понижении – черноземы типичные.

Аналитические характеристики почв следующие. Почвы развиты на покровных легкоглинистых опесчаненных лессовидных отложениях незначительно изменяющегося гранулометрического состава: верхняя часть гумусового легкоглинистого профиля наиболее облегчена, а в средней части профиля наблюдается некоторое утяжеление гранулометрического состава за счет повышенного содержания илистой фракции. Следует отметить, что подобное распределение гранулометрических фракций характерно для целого ряда почв центра Русской равнины, в том числе и текстурно-дифференцированных. Почве блока присущ «ступенчатый», со многими перегибами, характер кривых распределения отдельных фракций гранулометрического состава. Этот факт может иметь большое значение для исследователей, так как распределение фракций по профилю является важным признаком не только типа почвообразования, но и характера накопления почвообразующих пород.

Тип распределения гумуса в характеризующихся черноземах, развивающихся под лесом, практически не изменился по сравнению с такими же черноземами, но под степной растительностью (разрез 1А-2002, косая степь): аккумулятивный тип распределения и более резкое падение содержания в почве межблочья (рис. 3). Количественные значения содержания гумуса существенно различаются в черноземах степи и под лесополосой только в самой верхней части: 8.6% на блочном микроповышении степного чернозе-

ма против 7.5% в почве под лесополосой; 7.8% в межблочье степного чернозема против 10.5% в почве под лесополосой.

Распределение CO_2 карбонатов по профилю имеет элювиально-иллювиальный характер, особенно отчетливый в почве межблочья (рис. 3). По сравнению с почвами на косой степи максимумы содержания CO_2 карбонатов здесь опущены на 20–30 см и расположены примерно на одной глубине. Значения pH почв под лесополосой различаются за счет микрорельефа на величину до 2–2.5 единиц, являясь щелочными в почве блочного микроповышения и слабокислыми в верхней части гумусового горизонта почвы межблочья (рис. 3).

Содержание поглощенного кальция в почве блока повышено в верхней части профиля; в нижней части его содержание заметно сокращается. В почве межблочья распределение поглощенного кальция обратное. Содержание поглощенного магния в почве блока повышено в нижней части профиля почвы по сравнению с верхней (зеркальное по сравнению с распределением поглощенного кальция). В почве межблочья распределение поглощенного магния вдоль профиля не меняется (рис. 3).

Содержание обменных натрия и калия очень мало. Распределение их по профилю носит зеркальный характер: максимум обменного калия за счет биологического накопления приходится на гумусовую часть профиля, а обменного натрия – на подгумусовую часть (рис. 3).

Растворимыми формами фосфора несколько обогащена верхняя часть гумусового профиля почвы блочного повышения. В почве межблочья процесс биологического накопления выражен более отчетливо для растворимого калия. Характер распределения растворимых форм фосфора и калия совпадает с таковыми в почвах под косой степью, несколько различаясь количественно (рис. 3).

Определение биологической активности черноземов, обусловленной микрорельефом, проводилось по количеству продуцируемого CO_2 при инкубации почвенных образцов в течение 50 суток [5]. Характер изменения биологической активности в целом соответствует изменению содержания в профилях органического вещества. Сравнение относительной величины продукции CO_2 с такими показателями, как реакция почвенной среды и содержание карбонатов, показывает, что в почве межблочья наблюдается синхронное их изменение вдоль профиля. В почве блочного повышения резких изменений в величине pH не наблюдается, однако содержание карбонатов в горизонтах с высокой относительной продукцией CO_2 достигает примерно той же величины, что и в почве межблочья. В связи с этим можно пред-

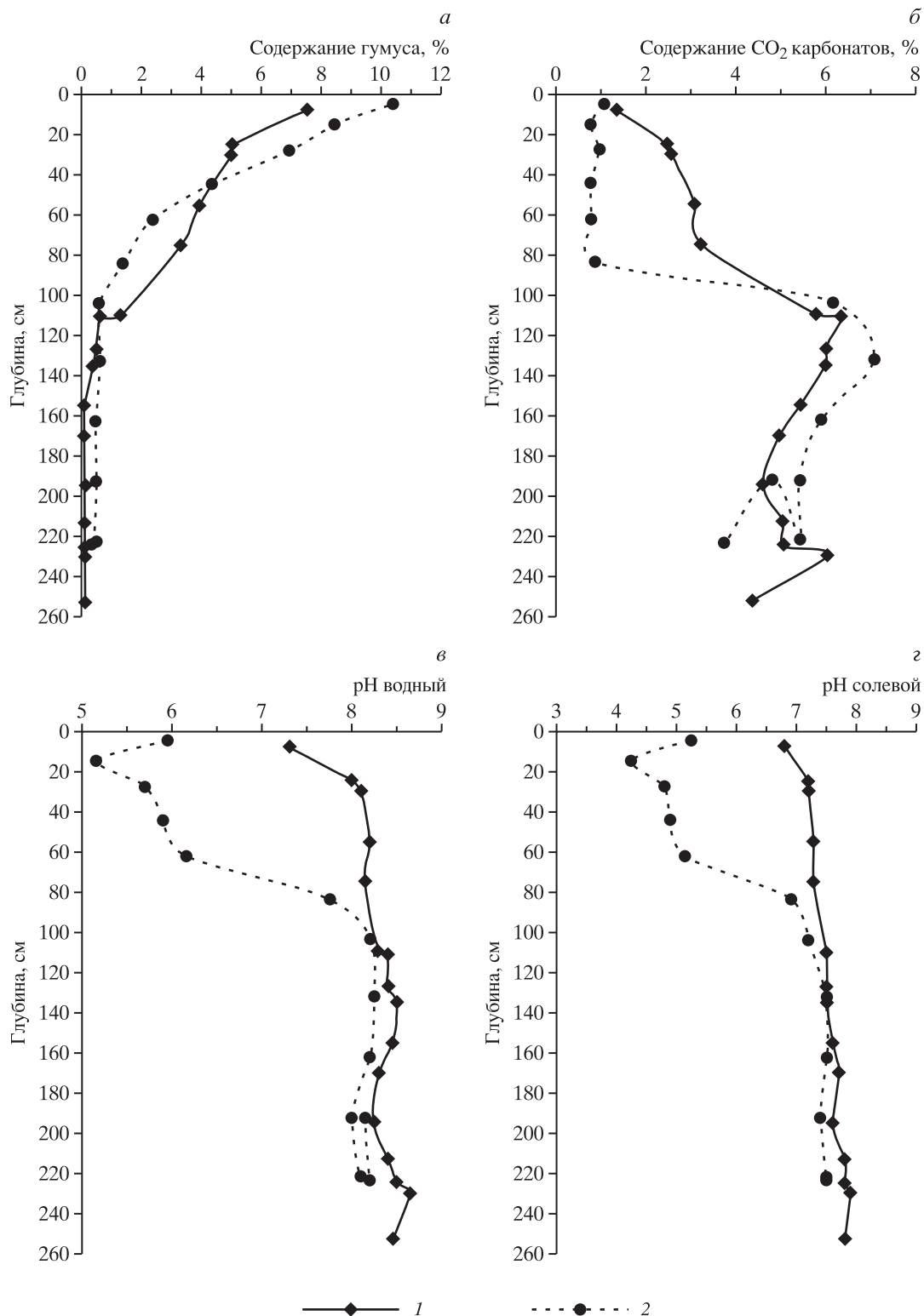


Рис. 3. Физико-химические свойства черноземов Каменной степи, лесополоса № 40, приуроченных к блочным микроповышениям (1) и межблочным микропонижениям (2): *а* – содержание и распределение вдоль профиля почвы гумуса, *б* – содержание и распределение вдоль профиля почвы CO₂ карбонатов, *в* – распределение вдоль профиля почвы значений pH водного, *г* – распределение вдоль профиля почвы значений pH солевого, *д* – содержание и распределение вдоль профиля почвы поглощенного Ca²⁺, *е* – содержание и распределение вдоль профиля почвы поглощенного Mg²⁺, *ж* – содержание и распределение вдоль профиля почвы обменного Na⁺, *з* – содержание и распределение вдоль профиля почвы обменного K⁺, *и* – содержание и распределение вдоль профиля почвы подвижного P₂O₅, *к* – содержание и распределение вдоль профиля почвы подвижного K₂O.

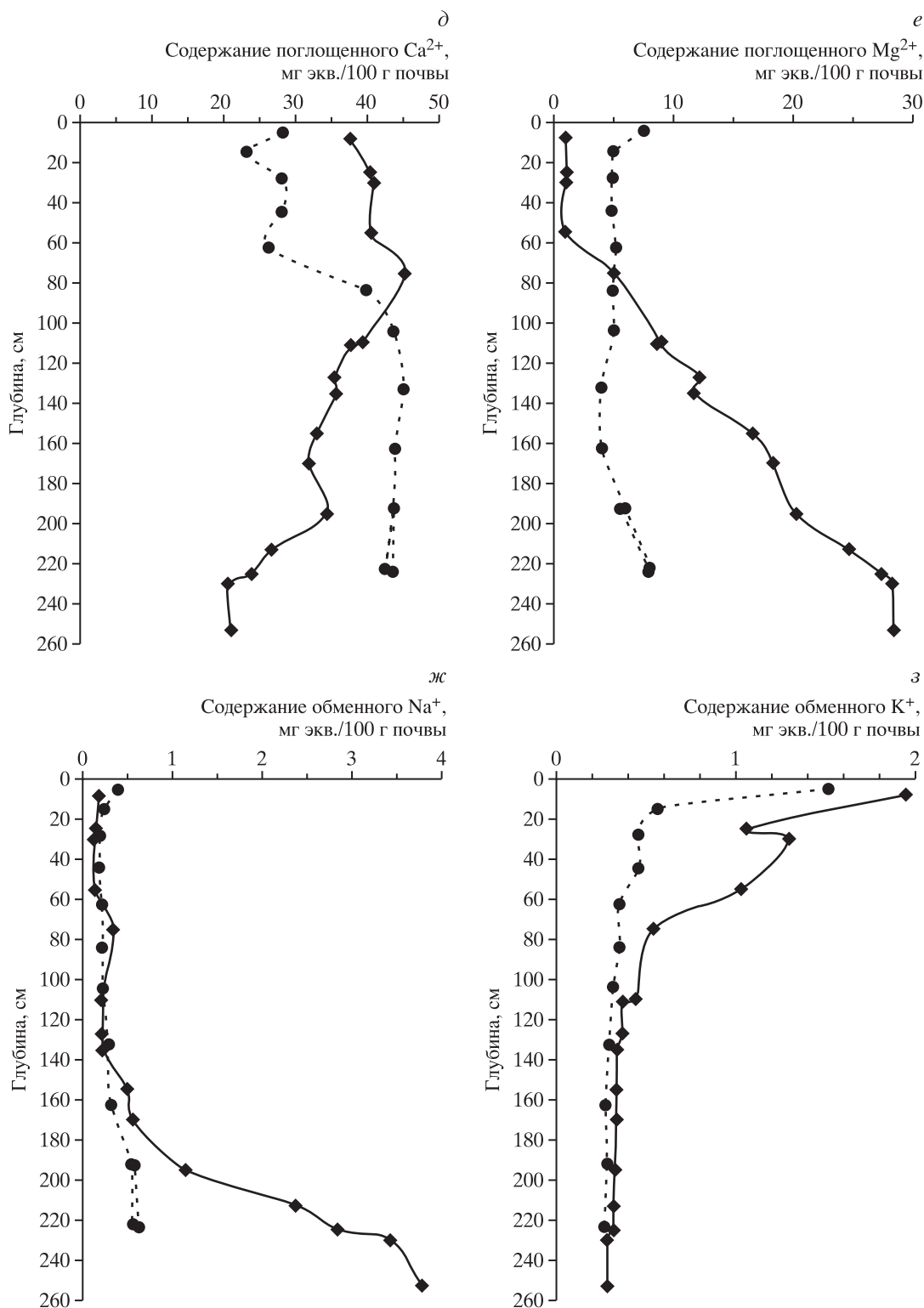


Рис. 3.(продолжение)

положить, что относительное увеличение продукции CO_2 в горизонтах с низким содержанием органического углерода связано с частичным его образованием за счет разложения карбонатов.

Дополнительно был выполнен факторный анализ; его цель – свести к выявлению минимально-

го числа факторов, при которых все остаточные корреляции между исходными признаками становятся незначимыми. Статистически показано, что современное функционирование черноземов под лесополосой на 90% определяется следующими факторами:

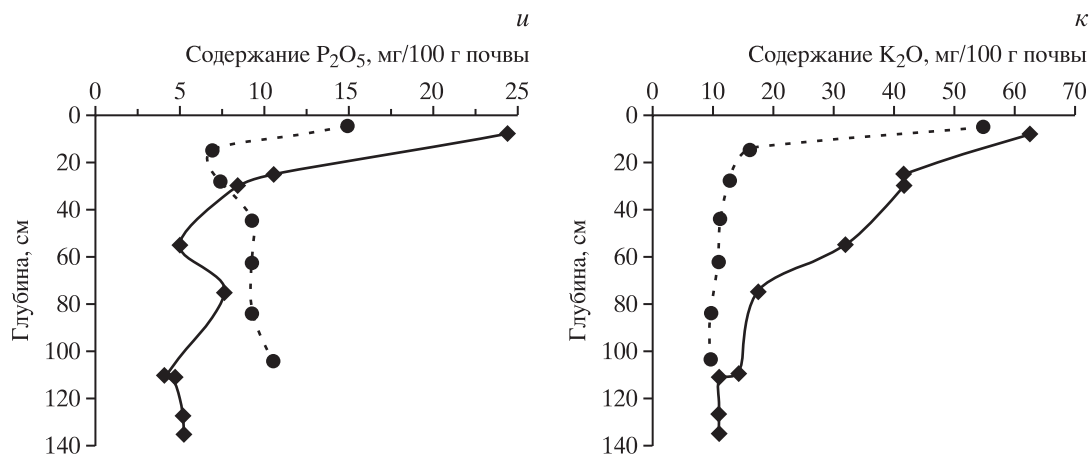


Рис. 3. (окончание)

– биологическим фактором, непосредственно связанным с растительностью и определяющим наиболее дифференцированные по профилю свойства почвы;

– почвенным поглощающим комплексом, во многом зависящим от характера почвообразующей породы и определяющим состав обменных оснований;

– микрорельефом, определяющим напряженность физико-химических процессов.

Перечисленные факторы, по сути, являются основными факторами почвообразования и, если подходить к результатам факторного анализа формально, степень их влияния в конкретных условиях может быть выражена количественно при использовании статистических методов анализа.

Заключение. Палеокриогенный микрорельеф, определивший современное строение и свойства почвенных профилей, а также функционирование черноземов, обусловлен палеогеографическим развитием территории. Каждой из двух зон палеокриогенного микрорельефа – блочному повышению и межблочному понижению – соответствует свой тип почвенного профиля, определяемый наличием или отсутствием конкретных генетических горизонтов, формой и степенью выраженности морфологических и химических свойств.

Морфологические особенности, физико-химические свойства, биологическая активность черноземов под лесополосой свидетельствуют о значительных отличиях почв, расположенных на блоках и в межблочьях. Неоднородность почвенного покрова на территории заказника “Каменная степь”, также как и на всей центральной части Восточно-Европейской равнины, обусловлена палеокриогенным растрескиванием почвообразующих пород на стадии их формирования; дифференциация почвенного покрова на палеокриогенных элементах микрорельефа (блок – межблочье)

достигает подтипового уровня [11]: на блочном микроповышении формируются черноземы обыкновенные, или, согласно новой Классификации... [10], сегрегационные черноземы, в межблочных микропонижениях формируются черноземы типичные или миграционно-мицелярные [10] (рис. 4). Структура почвенного покрова в связи с этим представляет собой комплексный почвенный покров в виде кольцеобразных, ритмически повторяющихся, элементарных почвенных ареалов.

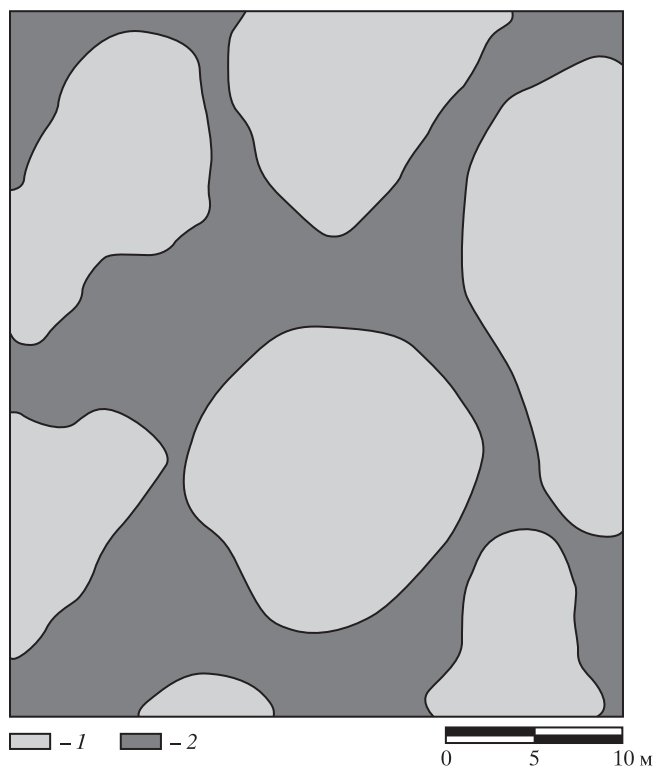


Рис. 4. Почвенная карта фрагмента лесополосы № 40, заказник “Каменная степь”: 1 – чернозем обыкновенный [11], или чернозем сегрегационный [10]; 2 – чернозем типичный [11], или чернозем миграционно-мицелярный [10].

Полученный нами вывод свидетельствует о значительной пестроте почвенного покрова при очень мелкокоразмерной его дифференциации (15–20-метровые пятна сегрегационного чернозема на блочных микроповышениях окружены 5–10-метровыми ареалами миграционно-мицеллярных черноземов в межблочных микропонижениях) на уровне подтипа. Этот вывод не согласуется с общепринятым мнением о том, что почвенный покров Каменной степи не отличается тонкой мозаичностью – считается, что площадь отдельных урочищ может достигать нескольких десятков гектаров [7]. Этот же вывод может помочь в дискуссии о влиянии лесных полос на почвы. Известно, что в литературе существует две альтернативные точки зрения на трансформацию черноземов под лесополосами: лесопосадки или влияют, или не влияют на исходный почвенный покров. Выбрать одну из них можно, если в лесополосе и вне ее сравнивать между собой попарно почвы блоков или почвы межблочий. Мы предполагаем, что на формирование существующего, достаточно контрастного для данной территории почвенного покрова, помимо древнего микрорельефа, оказал влияние молодой (по сравнению со всей историей развития черноземов) лес. Изучение неоднородности свойств черноземов, обусловленных палеокриогенезом, позволяет не только показать, но и объяснить микропестроту многих свойств почв: неоднородности строения почвенного покрова, изменчивости гидротермических режимов, изменчивости мощностей горизонтов, в первую очередь, гумусовых, пространственной изменчивости содержания многих элементов и их соединений.

В завершение приводим слова Георгия Федоровича Морозова [цит. по 15] (с. 103): “В моей жизни учение Докучаева сыграло решающую роль и внесло в мою деятельность такую радость, такой свет и дало такое нравственное удовлетворение, что я и не представляю себе свою жизнь без основ Докучаевской школы в воззрениях ее на природу. Природа сомкнулась для меня в единое целое, которое познать можно только стоя на исследовании тех фактов, взаимодействие которых и дает этот великий синтез окружающей нас природы”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алифанов В.М. Палеокриогенез и современное почвообразование. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1995. 320 с.
2. Алифанов В.М., Гугалинская Л.А. Палеогидроморфизм, палеокриогенез и морфолитопедогенез черноземов // Почвоведение. 2005. № 3. С. 309–315.
3. Алифанов В.М., Гугалинская Л.А. Палеокриогенез и современные черноземы // Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. М.: Наука, 2006. С. 45–70.
4. Докучаев В.В. Русский чернозем. Избр. соч. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1948. С. 25–435.
5. Иванникова Л.А. Способ определения минерализации органических веществ в почве по количеству продуцируемого CO₂ // Методы исследований органического вещества почв. Владимир: Россельхозакадемия-ГНУ ВНИПТИОУ, 2005. С. 376–385.
6. Каменная Степь – 100 лет спустя: Юбилейный сборник. Воронеж: Редакционно-издательский отдел, 1992. 276 с.
7. Каменная степь: лесоаграрные ландшафты / Под ред. Ф.Н. Милькова. Воронеж: Изд-во ВорГУ, 1992. 224 с.
8. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. 312 с.
9. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение. М.: ГЕОС, 2005. 336 с.
10. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
11. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 220 с.
12. Морозов Г.Ф. Почвоведение и лесоводство // Почвоведение. 1899. № 1. С. 1–19.
13. Рымарь В.Т., Щеглов Д.И. Режим влажности черноземов залежи и пашни // Черноземы России: экологическое состояние и современные почвенные процессы. Воронеж: Изд-во ВорГУ, 2006. С. 229–240.
14. Тумин Г.М. Влияние лесных полос на почву в Каменной степи. Воронеж: Коммуна, 1930. 40 с.
15. Филоненко И.Е. Особая экспедиция. М.: Прима-Пресс, 2000. 260 с.

The Formation of Chernozems under Forest Belts at the “Kamennaya Step” Reserve

V. M. Alifanov, L. A. Gugalinskaya

The influence of the 105-year-old forest belt on the chernozem having a long and complex history of its development (“Kamennaya Step” Reserve) is considered. Processes of paleocryogenesis in parent rocks were of great importance in the chernozem development. Paleocryogenesis is displayed as the relic polygonal-block microrelief on the day surface. The ancient microrelief and young forests determine the current pattern of the soil cover.