

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Рыбин Георгий Вадимович

**Морфолого-Генетическая характеристика почв и отложений разреза
водораздельной позиции ямской степи**

Магистерская диссертация

« К ЗАЩИТЕ »

Научный руководитель:
д.г.н., проф. А.В. Русаков

« _____ » _____ 2017

Заведующий кафедрой:
д.с/х., проф. Б.Ф. Апарин

« _____ » _____ 2017 г.

г. Санкт-Петербург
2017

СОДЕРЖАНИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	4
1.1. ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В СРЕДНЕМ И ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ НА ПРИМЕРЕ ИЗВЕСТНЫХ РАЗРЕЗОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ.....	4
1.2. СТРОЕНИЕ РАЗРЕЗОВ, СФОРМИРОВАННЫХ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ НА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ.....	6
1.3. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ИССЛЕДОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (ЯМСКАЯ СТЕПЬ).....	13
2. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	14
3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	17
4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.....	18
4.1. МОРФОЛОГО–ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРОЕНИЯ ПРОФИЛЯ ПОЧВЕННО-ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ РАЗРЕЗА.....	18
4.1.1. МАКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОЧВЕННО-ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ РАЗРЕЗА ЯМСКОЙ СТЕПИ НА ОСНОВЕ РАСЧИСТОК 2014–2016 ГГ.....	18
4.1.2. МЕЗОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОЧВ И ПЕДОСЕДИМЕНТОВ ПОЧВЕННО-ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ.....	38
4.1.3. МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ БРЯНСКОЙ ПОЧВЫ В РАЗРЕЗЕ ЯМСКОЙ СТЕПИ.....	61
4.2. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ И ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА ЯМСКАЯ СТЕПЬ.....	64
4.3. СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО УГЛЕРОДА.....	69
4.4. РАДИОУГЛЕРОДНОЕ ДАТИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТОВ БРЯНСКИХ ПОЧВ.....	72
ВЫВОДЫ.....	73
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ВКР.....	75
ЛИТЕРАТУРА.....	76

ВВЕДЕНИЕ.

В пределах южной окраины Средне–Русской возвышенности изучение позднелейстоценовых (микулинских и средне- и поздневалдайских) палеопочв проводилось в основном в пределах аккумулятивных ландшафтов (подножия склонов, террасы и т.п.).

Нахождение же в одном разрезе водораздела разновозрастных почв, сформированных в виде палеопочвенных серий, является событием исключительной возможности с палеопочвенной и палеогеографической точек зрения.

В 2014 г., в рамках почвенно-географических исследований в ФГБУ ГЗ «Белогорье», нами начато изучение палеопочв позднего плейстоцена. На участке «Ямская степь» (II квартал), выбрана водораздельная территория, где в 2006 г. был заложен, всесторонне изучен целинный миграционно-мицелярный чернозем на карбонатных лессовидных суглинках.

В 2016 г. разрез был значительно углублен и расширен, по свежим расчисткам были получены новые данные о строении почвенно-осадочной толщи и её составных частей.

Цель: поэтапное изучение макро-, мезо- и микроморфологии и свойств почв и осадков водораздельной позиции Ямской степи (почвенно-осадочная толща временного среза последнего макроцикла – MIS5–MIS1).

Задачи:

- Изучение макро-, мезо- и микроморфологического строения почв и осадков разреза Ямской степи;
- Диагностика микулинского, ранне-средне-валдайского и голоценового педогенеза в единой почвенно-осадочной толще;
- Выявление генезиса и свойств палеопочв в пределах единого разреза;
- Выявление соотношения признаков голоценового и позднелейстоценового педогенеза.

Автор выражает благодарность д.с.-х.н. Лебедевой Марине Павловне, Багровой Светлане Михайловне, Коркка Марии Арнэвне за помощь при выполнении работы.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В СРЕДНЕМ И ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ НА ПРИМЕРЕ ИЗВЕСТНЫХ РАЗРЕЗОВ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В связи с тем, что наша работа посвящена изучению сложно организованной почвенно-осадочной толще, сформировавшейся в течение последнего (микулинского) межледниковья, валдайской эпохи и голоцена, рассмотрим хронологию почвообразования за этот период, то есть за последние 100 тыс. лет.

1) Плейстоцен. Природные изменения в плейстоцене имеют следующие закономерности: направленность, ритмичность и сильные различия в разных климатических зонах. Эти закономерности заметны на фоне изменений в сторону увеличения похолодания и континентальности климата. Ритмичность четко прослеживается в смене холодных (ледниковых) и теплых (межледниковых) эпох, лессонакоплении и др. В целом, плейстоцен характеризуется многократным чередованием холодных и теплых климатических эпох и периодическим возникновением оледенений. Из-за этого большая часть Русской равнины в настоящее время представляет собой вторичную ледниково-аккумулятивную равнину, в разной степени переработанную эрозионными процессами. (Алифанов и др., 2010).

2) Последнее резкое изменение климата в позднем плейстоцене и голоцене началось с микулинского межледниковья, около 135 тыс. лет назад и длилось около 25 тыс. лет. Зональность микулинского межледниковья схожа с современной. Основным растительным покровом центра Восточно-Европейской равнины были смешанные и широколиственные леса. Для центра Восточно-Европейской равнины была характерна широтная почвенная зональность. Лесные почвы занимали большую часть территорий. В почвах присутствовали четкие признаки элювиально-иллювиальных процессов (Гугалинская, 1982).

Южная часть почвенного покрова Восточно-Европейской равнины была представлена черноземами и лугово-черноземными почвами (Морозова, 1981). Климат в голоцене и в микулинское межледниковье различался лишь мягкостью зимы в последнем.

3) Валдайская ледниковая эпоха, пришедшая вслед за микулинским межледниковьем, длилась достаточно долго. Большинство ученых сходятся во мнении, что данную эпоху можно разделить на три периода: ранне-, средне- и поздневалдайский. Наиболее холодный из всех трех – поздний валдай.

3.1) Ранневалдайское оледенение (110–60 тыс. лет; MIS 5b–5a (Svendsen et al., 2004). В это время происходят сложные изменения растительного покрова с участием еловых и березовых лесов и редколесий.

Отложения раннего валдая имеют четкие признаки криогенеза. Скорее всего, размер оледенения был незначительным, но его следы находят на обширных территориях Восточно-Европейской равнины. Многолетнемерзлые породы доходили до 50° с.ш.

3.2) Средневалдайское потепление (средневалдайский мегаинтерстадиал) (60–24 тыс. лет) (Заррина, Краснов, 1977) (MIS 4–3; Svendsen et al., 2004). Климат средневалдайского времени был весьма неоднороден. Отмечалось несколько межстадиальных потеплений. В конечном отрезке среднего валдая выделяется брянский интервал, примерно 32–34 тыс. В брянский интервал формировалась брянская почва (Морозова, 1981; Гугалинская, 1982). Она развивалась под злаково–разнотравными степями. Доминирующие почвы – мерзлотно-глеевые (Гугалинская, 1982). Скорее всего, средневалдайские отложения формировались в сменяющихся палеогеографических условиях достаточно долго (Алифанов и др., 2010).

3.3) Поздневалдайское похолодание (оледенение) (24–10,2 тыс. лет) (Чеботарева и др., 1978); (MIS 2; Svendsen et al., 2004) характеризовалось наличием непродолжительного оледенения. Ледниковый покров имел обширные границы, проходившие субширотно от Вильнюса к Смоленску, далее на северо-восток к Рыбинскому водохранилищу и через озеро Кубенское далее на северо-восток (Палеогеография Европы..., 1982).

Первый этап начался после формирования брянской почвы и закончился с началом ухода ледника (около 17 тыс. лет). В это время скандинавский ледниковый щит занял наибольшую площадь.

На широте Ростова и Волгограда заканчивалась вечная мерзлота. Здесь же начинались степи и полупустыни (Палеоклиматы и..., 2009). Похолодание в

плейстоцене вызвало на конечном этапе плейстоцена обширное морское оледенение с дефицитом влаги, что привело к становлению наиболее сурового и континентального климата за весь плейстоцен и кайнозой в целом (Величко, 1973; Палеоклиматы и..., 2009). Пик мерзлотных процессов пришелся на период 20–18 тыс. лет и привел к образованию криолитозоны и возникновению пояса мерзлоты (южная граница проходила по 48° с.ш.) (Палеоклиматы и..., 2009; Палеогеография Европы..., 1982).

В европейском секторе позднеплейстоценовой криогенной области выделяются три главных горизонта. В Восточной Европе они получили названия смоленского, владимирского и ярославского горизонтов (Величко, 1975). Смоленский горизонт делится на две фазы, первая («а») имеет возраст порядка 110–100 тыс. лет и вторая («б») 90–85 тыс. лет. Владимирский горизонт вклинивается в почвы брянского интерстадиала и развивается в период 25–23 тыс. лет. Ярославский горизонт – наиболее молодой, период его развития приходится на наиболее холодное время – 20–18 тыс. лет. Этот период характеризуется наиболее низкотемпературными условиями криоморфогенеза, что приводит к развитию достаточно мощных систем ледяных и льдогрунтовых жил (Палеоклиматы и..., 2009). Фазе «а» ярославского криогенного горизонта свойственны повторно–жильные льды и клиновидные грунтовые структуры, имеющие высоту 3–4 м и площадь 15–20 м (Величко, 1973; Величко и др., 1996). Фаза «б» характеризуется мелкополигональным морозобойным растрескиванием.

Во второй половине поздневалдайского времени происходит разрушение ледникового щита (17–12,4 тыс. лет). Аридность климата увеличивается, многолетняя мерзлота отступает на юг, формируются лессы и лессовидные суглинки. Южная граница мерзлых почв доходила до 48° с.ш., что способствовало развитию перигляциальных криогенных образований (в основном – морозобойных трещин) (Величко, 1964, 1965; Бердников 1976; Палеоклиматы и..., 2009).

Итак, поздний плейстоцен можно охарактеризовать как эпоху, в которой окружающая среда подвергалась значительным колебаниям и изменениям, возникла гиперзональность, пришедшая вслед за упрощением зональной структуры.

1.2. СТРОЕНИЕ РАЗРЕЗОВ, СФОРМИРОВАННЫХ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ НА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Для выявления различий в почвообразовании наиболее рационально и продуктивно (в сравнительно–географическом аспекте) – сравнить опорные разрезы в разных частях Среднерусской возвышенности – в ее северных и южных частях. Для этой нами проанализированы объекты в разрезе Сунгирь (Владимирская область) и в «Александровском карьере», расположенном в Курской области.

Исследования территории позднепалеолитической стоянки Сунгирь впервые проводились в 1955 г. В дальнейшем, она практически никогда не переставала интересоваться ученых. Основная часть исследований пришлась на почвы брянского интерстадиала. Брянская погребенная почва, мерзлотная по внешнему виду, по мнению S.M. Tseytlin (цит. по *Paleosols and ...*, 2000), была разбита солифлюкцией и перекрывается суглинками, которые можно разделить на две части. Нижняя часть имеет с вышележащей почвой резкую границу, и их разделяет слой глины мощностью около полуметра. Она расчленена морозобойными трещинами, слагающими целую сеть, хорошо заметную на горизонтальном срезе. Верхняя часть мощностью около 2.5 м имеет коричнево–желтый цвет, суглинистый гранулометрический состав и слабо заметными слоями вышележащего горизонта. Суглинок заполняет морозобойные трещины нижележащего горизонта и является материнской породой для дневной почвы.

Ю.А. Лаврушин и Е.А. Спиридонова (1998) в разрезе Сунгирь описали 12 седиментов, лежащих на суглинке. Нижний седимент сложен озерными отложениями, остальные – склоновые отложения и почвы. Часть педоседиментов, лежащих выше озерных отложений и ниже ископаемой брянской почвы, были переотложены в результате движения вниз по склону нижележащих горизонтов. Отложения, лежащие на брянской почве, представлены двумя генетическими типами. Первый, лежащий прямо на Брянской почве, изначально делювиального происхождения и включает погребенные почвы. Аккумуляция делювиальных отложений была прервана ледниковым процессом, сопровождающимся солифлюкцией.

Самый верхний горизонт состоит из эоловых пород, перекрывающих суглинки, предположительно сформированных прерывистой седиментацией и начальным почвообразованием.

Реконструкция почвообразования во время формирования культурного слоя. Брянские почвы на всей изученной территории имеют мощный и явно выраженный гумусовый горизонт. Почвенные характеристики дают возможность подразделения ее на три субгоризонта, каждый из которых формирует собственный индивидуальный профиль. Соответственно, почва формировалась в 3 стадии морфолитогенеза, аккумулярованный материал превращался в почвенные тела (в данном случае – хорошо развитые гумусовые горизонты). Можно выделить следующие стадии педогенеза:

1. Гидроморфическая (начальная стадия).

Стадия, в которую образовывался самый нижний и гумифицированный горизонт Брянской почвы. Ей характерны наиболее влажные условия почвообразования. Они представлены, помимо сильной оглеенности всей толщи, формированием грубого гумуса, его слабой растворимостью и фульватным составом. Выявлены Fe-Mn конкреции. Эти характеристики говорят о постоянном избыточном переувлажнении в этой почве, постепенный переход от окислительных процессов к восстановительным. Таким образом, можно реконструировать климат как среднеконтинентальный (с холодной зимой и прохладным летом), с сезонным промерзанием и медленным оттаиванием. Позже почвы были перекрыты новым материалом, который в свою очередь, был подвергнут почвообразовательным процессам на следующей стадии педогенеза.

2. Мезоморфическая стадия.

Признаки этой стадии были выявлены в средней части брянского почвенного профиля. Преобладают процессы выветривания в почве, которые, вероятно, привели к обогащению полуторными оксидами и интенсификации гумусонакопления. Также, наличие недоразложившихся растений дало более высокую (по сравнению с предыдущей стадией) скорость гумификации. Почвенные характеристики говорят о снижении гидроморфизма (почвы подсыхают быстрее), несмотря на увеличение континентальности климата, с

холодной зимой и коротким, сухим и жарким летом. Средний педоседимент сформировался, по-видимому, в брянский климатический оптимум (Alifanov et al., 2010).

3. Ксероморфическая стадия.

Финальная стадия, в которую формировалась самая верхняя, светлая часть брянской почвы. Возрастает доля гуминовых кислот, как и доля физической глины. Все эти характеристики указывают на прогрессию аридности и континентальности климата, также как и похолодание (холодная зима, холодное и сухое лето). Палеопочвенные данные показывают высокую скорость осадконакопления, за которой не успевает почвообразование.

Таким образом, можно выделить три педоседимента, слагающий брянскую почву и отметить гидроморфические условия в начале брянской эпохи и ксероморфические в ее конце. Как минимум трижды в течение этого интервала на поверхности дневной почвы активизировались геоморфологические процессы с потерей материала,двигающегося вниз по склону. Каждый из этих трех слоев был вовлечен в почвообразующий процесс и трансформирован в элементарный почвенный элемент. Со строением разреза, а также характерными для брянских почв клиновидными формами проявления криогенеза можно ознакомиться на рис. 1.

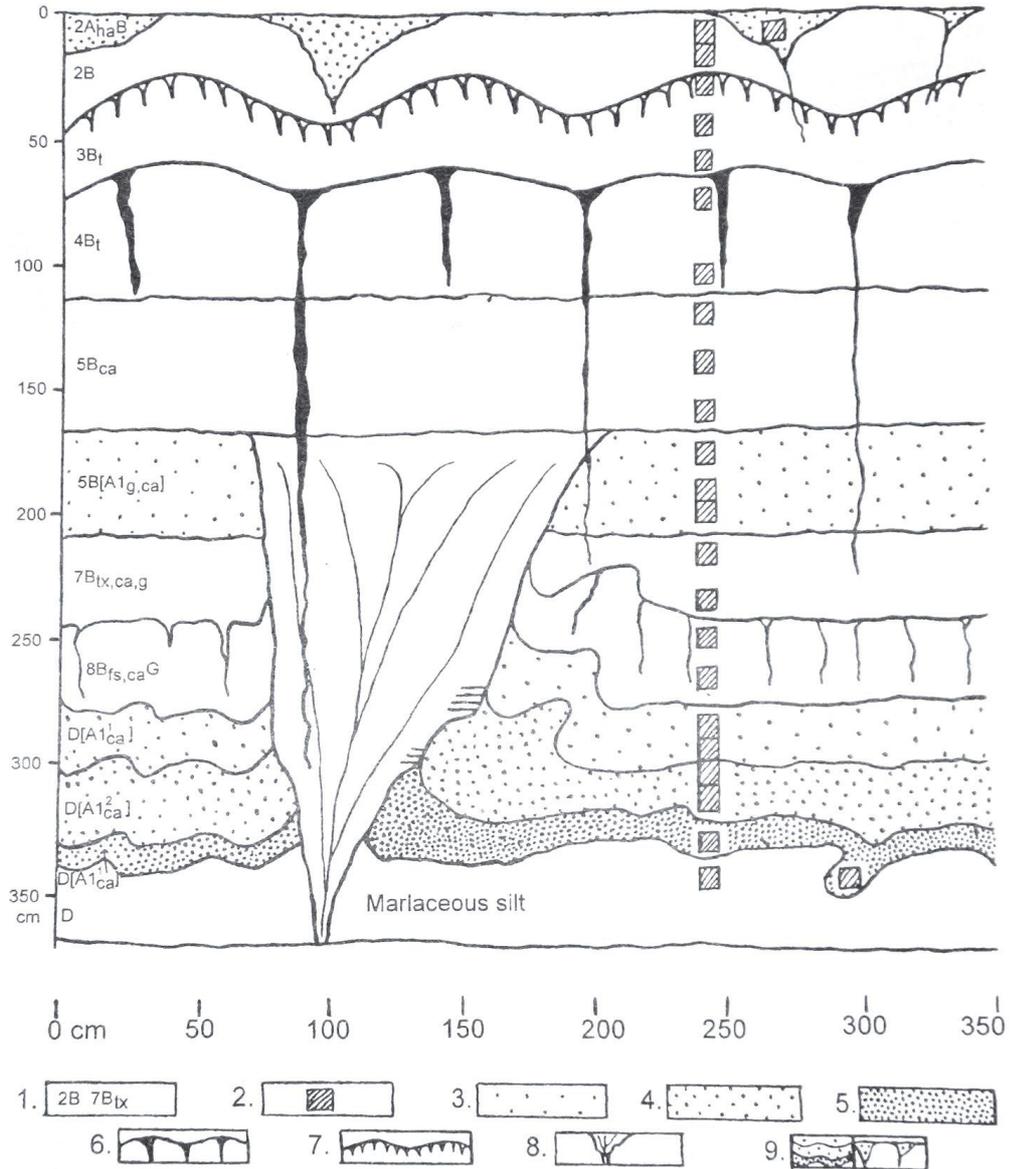


Figure 4.4. Scheme of the Late Pleistocene deposits and soils exposed in section 2-89 (excavation IIA, northwestern wall of squares Ж-11-9).

Explanations: 1 – genetic horizon, number corresponds to that of ESF, 2 – samples, 3 – light gray loam, 4 – gray humified loam, 5 – dark gray humified loam, 6 – fissures filled with dark (humified) clayey films, 7 – thin prismatic structure in soil material, 8 – earth vein showing distinct subvertical bands in filling material, 9 – paleocryogenic disturbances in soil horizons.

Рис. 1. Строение разреза Сунгирь (Alifanov et al., 2010).

Для сравнения строения брянских почв рассмотрим разрез в Александровском карьере, расположенном в пределах южной окраины Средне-Русской возвышенности.

Александровский карьер расположен в 10 км к югу от г. Курска, между двумя отвершками балки Кукуев лог. Территория не входила в зону древних ледниковых покровов (Путеводитель научных..., 2013).

Опорный разрез Александровский карьер изучался с начала 1990-х годов. В карьере вскрыта палеобалка, на склонах и в днище обнаружена рышковская палеопочва. В заполнении находятся четыре почвы, возраст которых, на результате радиоуглеродного датирования, был определен и почвы были отнесены: две нижние – к раннему валдаю, две верхние (александровская – слой 4 и брянская – слой 3) – к среднему валдаю. Почвы разделены слоями отложений, также датируемых по-разному.

Поскольку нас интересует только соотношение голоценового и брянского педогенеза, рассмотрим подробно лишь морфологию этих двух почв. Дневная почва была определена как чернозем типичный со строением А–АВ–В. В нижнем горизонте диагностировано наличие глинистых и карбонатных кутан, а также обильный псевдомицелий. За черноземом следует слой поздневалдайского лесса, разделяющего голоценовую и брянскую почву.

Брянская почва имеет полноценный профиль А–АВ–В_{ca}–В_g. Толща гумусового горизонта – 80 см. В нем описаны клиновидные структуры. За брянской почвой следует тускарский лесс, в верхней части представленный оглеенным горизонтом брянской почвы.

Сильнейший криогенез на конечном этапе образования почвы привел к сильной турбации всего почвенного профиля, вторичному оглеению. Материал гумусового горизонта при таянии льда затекал в мерзлотные структуры, образуя тем самым ядра (рис. 2).

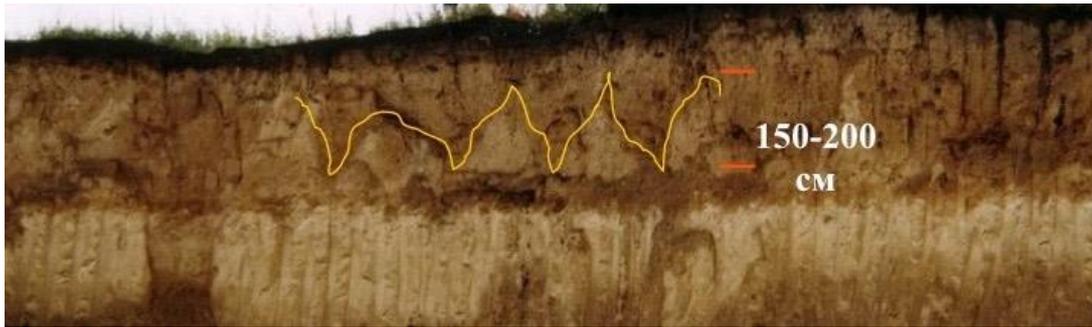


Рис. 2. Строение криогенных структур с небольшими гумусовыми ядрами брянской почвы разреза Александровский карьер (фотография представлена С.А. Сычевой).

1.3. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ ИССЛЕДОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ (ЯМСКАЯ СТЕПЬ).

Рассмотрим в кратком виде основные факторы почвообразования Ямской степи:

1. **Климат.** Белгородская область, в северной части которой находится Ямская степь, относится к лесостепной физико-географической зоне умеренно-континентального климата, с теплым, часто засушливым летом и сравнительно холодной зимой. В соответствии с климатическим районированием Средне-Русской возвышенности, территория участка «Ямская степь» относится к юго-западному климатическому району (Алисов, 1949).

2. **Растительность.** Исследователи Ямской степи (Покровская, 1940 и др.) приводят довольно большой список сосудистых растений (более 620 видов) для всей территории, включая закустаренные и лесные участки, а также перечень основных степных формаций. По их данным, в растительном покрове степей в то время преобладали злаковые (типчачковая, тырсовая, узколистноковыльная, перистоковыльная, прямокостровая, овсецовая) формации. Единственная разнотравная формация (степноразнотравная) никак не дифференцировалась. К луговоостепненным формациям они отнесли беззостокострецовую и вейниковую, а также степно-луговоразнотравную и земляничную (цит. по Русаков, 2012).

3. **Рельеф.** Для рассматриваемой территории характерно развитие долинно-балочного и овражно-балочного рельефа с относительными перепадами высот между водоразделами и днищами долин до 150 м. Литогенную основу образуют карбонатные породы. Местность примерно в равном соотношении делится на склоновые и плакорные позиции.

2. ОБЪЕКТЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Морфологическое описание объекта

Объектом исследования является опорный разрез Я62-П16, заложенный в центральной части Русской равнины, на севере Белгородской области (рис. 3), в участке «Ямская степь» заповедника «Белогорье» (рис. 4).

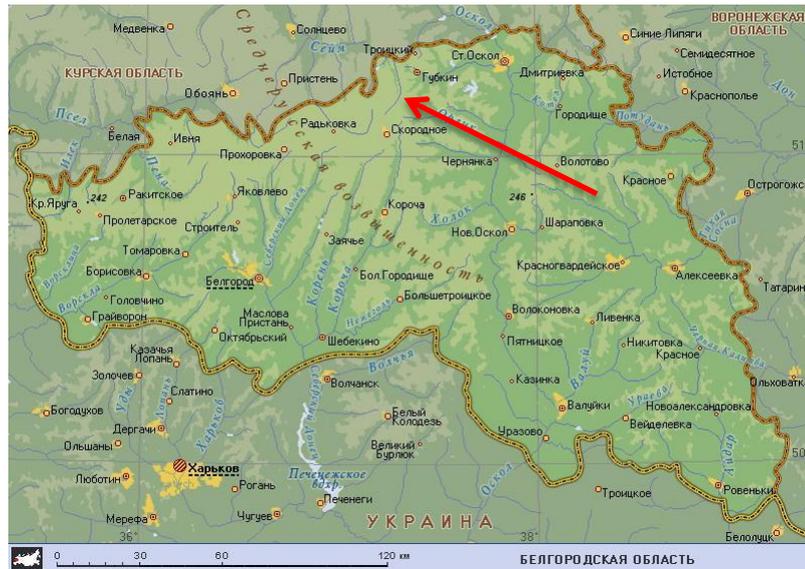


Рис. 3. Карта Белгородской области. Место заложения разреза показано стрелкой.

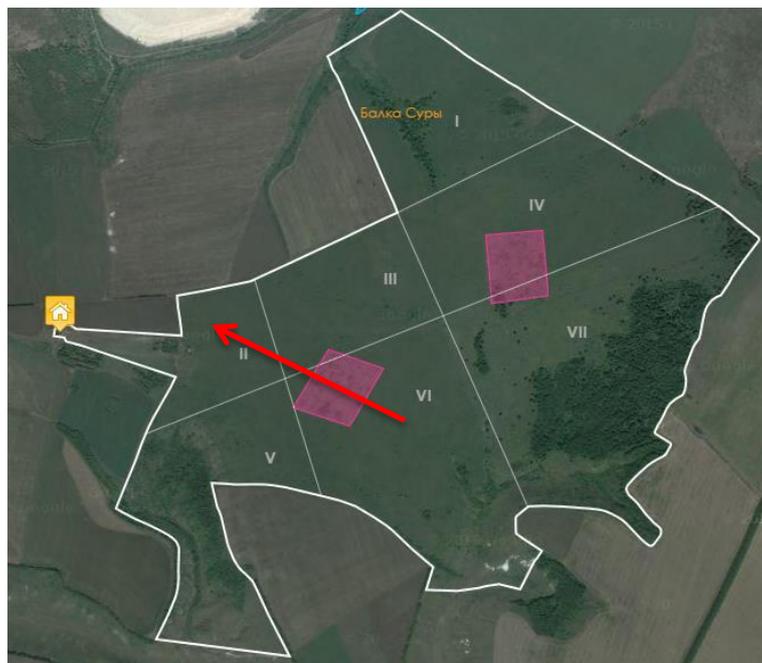


Рис. 4. Карта участка «Ямская степь». Место заложения разреза показано стрелкой.

Разрез находится на плоской водораздельной позиции со слабым уклоном к югу, востоку и северу. Здесь в 2006 г. был заложен и изучен целинный чернозем миграционно-мицелярный на карбонатных лессовидных суглинках. Открытый разрез демонстрировался как эталонный в течение 13-ти лет. В 2014 г. разрез был углублен до 5 метров. Была вскрыта почвенно-осадочная толща, изучение которое выявило серию позднеплейстоценовых и голоценовых почв и педоседиментов. При зачистке 2015 и 2016 гг. разрез был расширен и углублен до 6,5 метров, были описаны новые особенности осадконакопления и педогенеза в пределах единой почвенно-осадочной толщи.

Вскрытая сложноорганизованная почвенно-седиментационная толща (рис. 5), подстилаемая олигоценowymi песками, включает следующие почвы и педоседименты:

- Голоценовый целинный миграционно-мицелярный чернозем, сформированный в поздневалдайских лессовидных суглинках (MIS1 и MIS2 (Морская Изотопная Стадия));
- Брянская палеопочва (MIS3), представленная двумя ритмами почвообразования, профили которых нарушены процессами криогенеза;
- Ранневалдайская пачка (MIS4), представленная двумя педоседиментами инициального полугидроморфного педогенеза, подстилаемыми супесью;
- Две ранневалдайские гидроморфные палеопочвы (MIS5a–d): маломощная серогумусовая и темногумусовая глеевая;
- Серия горизонтов [BTg1]–[BTg2]–[G] микулинской межледниковой почвы (MIS5e), сформированной на двучленном наносе (лессовидные суглинки-олигоценые пески).

По результатам полевых исследований была составлена схема строения позднеплейстоценового разреза в Ямской степи, сформированного в течение последнего макроцикла (рис. 6).



Рис. 5. Почвенно-осадочная толща разреза Ямской степи (фотография предоставлена А.В. Русаковым).

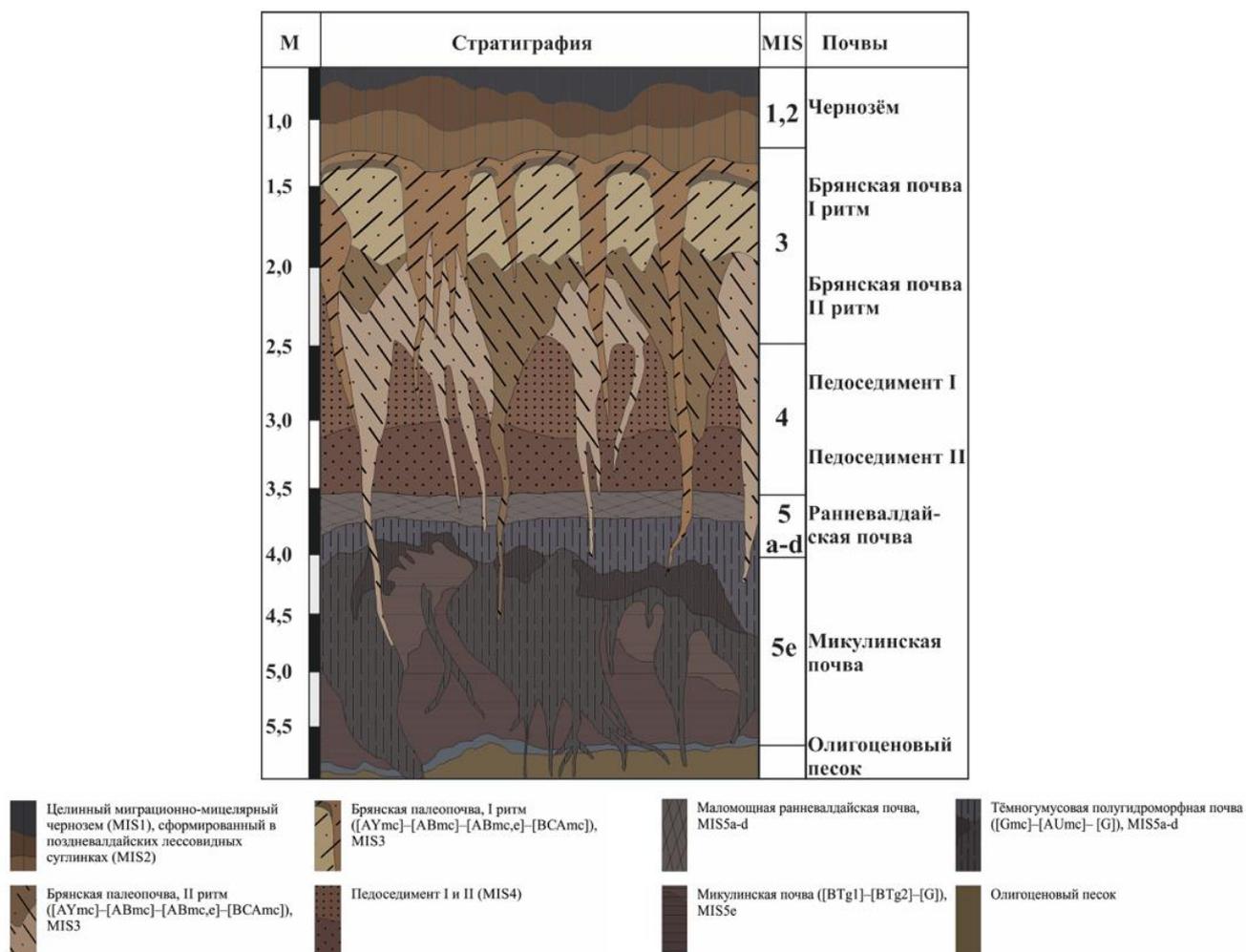


Рис. 6. Схема строения разреза Ямской степи (составлена Багровой С.М.).

3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

1. Морфологические методы исследования .

1.1 Макроморфологический метод изучения почв, заключающийся в детальном полевом изучении, полном описании разреза, фотографировании профилей почв, и их дальнейшая детальная зарисовка, составление реестров образцов.

1.2 Мезоморфологический метод. Основан на более детальном изучении ненарушенных почвенных агрегатов с помощью бинокля с разным увеличением ($n \cdot (10^0 - 10^{-4})$ м).

1.3 Микроморфологический метод. Один из самых детальных методов по изучению ненарушенного строения почвы. Для наших образцов мы использовали световой микроскоп с освещением PN (прямые никели), XN (скрещенные никели) и OS (верхний свет) ($n \cdot (10^{-2} - 10^{-6})$ м).

2. Определение гранулометрического состава методом пипетки с диспергацией почвы пирофосфатом натрия.

3. Определение содержания углерода органических соединений (гумуса) методом мокрого сжигания с объёмным учётом окислителя по Тюрину в модификации кафедры почвоведения СПбГУ. Основу метода составляет окисление органического вещества почвы дихроматом калия в присутствии серной кислоты. Анализ сопровождается восстановлением $Cr^{6+} \rightarrow Cr^{3+}$. Избыток дихромата калия оттитровывают солью Мора до перехода окраски из рыжей в изумрудную.

4. Радиоуглеродное датирование AMS. Радиоуглеродное датирование было выполнено в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии Института географии РАН, г. Москва и Центре изотопных исследований Университета Джорджии, США. В лаборатории ИГ РАН проведена очистка образцов, выделение датирующей фракции. Образцы были переведены в графит на установке AGE3 и спрессованы в мишени NEC, мишени были переданы в Центр изотопных исследований. Соотношение $^{14}C/^{13}C$ в графите измерено на 0,5 MeV тандемной системе ускоритель-масс-спектрометр 1.5SDH-1 Pelletron AMS. Все измерения проводились относительно OXII стандарта, радиоуглеродный возраст был рассчитан с использованием значения периода полураспада Либби 5568 лет. Даты были скорректированы для естественного изотопного фракционирования. Калибровка результатов была проведена с использованием программы CalPal_2007_HULU.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

4.1. Морфолого-генетический анализ строения почв и осадков разреза Ямской степи

4.1.1. Макроморфологическое строение почвенно-осадочной толщи разреза Ямской степи на основе расчисток 2014-2016 гг.

Учитывая тот факт, что вскрытая в 2014 г. толща показала свою научную значимость, что обусловлено заложением разреза в ООПТ и что вскрыто практически полный этап седиментации и осадконакопления в течение последнего макроцикла. Нам представилась уникальная возможность проследить изменение строения палеопочв и осадков, что дало возможность понять объемное строение всей толщи.

Ниже приводится морфологическое описание вскрытой толщи в хронологической последовательности.

Морфологическое строение на 2014 год.

Очес (0+2 см). Сухие стебли злаков.

AU1 (0–18 см). Сухой, темно–серый, тяжелосуглинистый, комковато–порошистый, уплотненный. Единичные отбеленные зерна кварца, густо пронизан корнями. Переход заметный, граница слабоволнистая.

AU2 (18–52 см). Сухой, темно–серый, тяжелосуглинистый, мелкокомковатый, уплотненный. Отбеленные зерна кварца. Корни, копролиты. Переход постепенный, граница слабоволнистая.

AB (52–71(72) см – по западной стенке). По южной стенке разреза – граница гор. **AB**.

Опускается до глубины 109(110) см. Свежий, темно-серый с бурым оттенком, тяжелосуглинистый, мелко-призматически-комковатый, плотный. Единичные корни. Переход ясный, граница языковатая.

BCAmc (109(110)–123 (125) см). К этому горизонту приурочено максимальное количество кротовин всего разреза. Свежий, буровато-палевый, тяжелосуглинистый, призматически-плитчато-ореховатый, пористый. Обилие карбонатного псевдомицелия. Гумусовые затеки по граням структурных отдельностей.

Этот горизонт выражен по всей южной стенке, в современной зачистке выклинивается к «лицевой» (западной) стенке. Переход резкий по цвету, граница волнистая.

Примечание. По всей видимости, данный аккумулятивно-карбонатный горизонт современного чернозема, наследует признаки поздне-валдайского или ранне-голоценового почвообразования.

По южной стенке разреза под горизонтом ВСАmc1 четко, по всей ширине расчистки, диагностируется фрагмент (педоседимент) средневалдайской (вероятно, брянской) палеопочвы (MIS3) в виде горизонта [АВmc].

[АВmc] (123(125)–143(147) см). Свежий, тяжелосуглинистый, буровато-светло-серый, светло-палевый с оливковым оттенком, призматический, слабопористый, обилие карбонатного псевдомицелия по трещинам, очень плотный. При подсыхании горизонт разбивает 4-х гранная трещинная сеть в виде прямоугольников. Горизонт хорошо выражен по обеим рабочим стенкам разреза.

[ВСАmc] (143(147)–240(250) см). Горизонт неоднородный – чередование белесовато-светло-палевых и светло-серовато-оливковых (материал из горизонта АВmc) субвертикальных полос. Тяжелосуглинистый, менее плотный по сравнению с вышележащим горизонтом, пористый, обилие карбонатного псевдомицелия по граням структурных отдельностей и по трещинам, непрочно-призматическая структура.

С глубины 143(147) см горизонт разбивают крупные куполообразные клинья, заполненные материалом из горизонта АВmc. Клинья разбиты субвертикальными трещинами, выполненными карбонатным псевдомицелием. Трещины наследуют куполообразную форму самих клиньев. В основании ширина клиньев 50–60 см, в самом широком месте до 80 см, расстояние между клиньями 30–60 см. В глубину «купола» переходят в «хвосты» – трещины, пробивающие нижележащие горизонты до глубины более 450 см.

С глубины 250(253) см до 380 см морфологически выделяется ранневалдайская толща, которую можно со следами почвообразования, разделенных нами на ряд зон (слоев).

Педоседимент 1 (250(253)–300(310) см). Влажный, серовато-бурый с желтовато-оливковым оттенком, среднесуглинистый (тяжелосуглинистый), крупно-ореховато-призматический, плотный. Тонкие глинистые кутаны по граням педов, перекрытые карбонатным псевдомицелием, Mn точки, редкие манганазы.

Диагностируются карбонатные кутаны по стенкам трещин. Переход неясный по гранулометрическому составу и цвету.

Педоседимент 2 (300(310)–365(370) см). Влажный, охристо-бурый с оливковым оттенком, опесчаненный средний суглинок, крупно-призматический, менее плотный. Глинистые кутаны (преобладают в верхней части горизонта), перекрытые карбонатным псевдомицелием, манганазы и Mn пятна по граням педов и ходам древних корней. На глубине 335 см супесчаная прослойка с зернами кварца и Mn-Fe конкреций, мощностью до 1 см. Наряду с псевдомицелием, карбонатные новообразования представлены также в виде трубочек по крупным порам. Выделяются темные, возможно прогумусированные пятна.

Педоседимент 3 (365(370)–380) см. Влажный, буровато-охристо-оливковый, легкосуглинистый, опесчаненный. Структура неясно-плитчатая, Fe-Mn пятна, манганазы по крупным порам. Уплотнен. Переход резкий по цвету, гранулометрическому составу, плотности. Граница слабоволнистая.

С глубины 380 см выделяются палеопочвенные горизонты и палеопочвы интервала ранний валдай–микулино, представленная крутицкой фазой (MIS5d–a).

[Gca1] (380–390 см). Влажный, серовато-темно-оливковый, есть более осветленные зоны. Неясная горизонтальная плитчатость. Глинистый, мажется, тонко–пористый. По порам карбонатные трубки и/или манганазы. В верхней части, на границе с перекрывающим горизонтом «отбит» карбонатными журавчиками. Переход постепенный.

[Gh,ca2] (390–401 см). Влажный, сизовато-светло-оливковый, тяжелосуглинистый, неясно-плитчатая структура, слабопористый, поры выстланы карбонатными трубками.

Заметно чередование серых и буровато-серых зон или пятен. Обилие карбонатных трубок. Присутствуют поры гидрогенного происхождения, стенки которых выстилаются кальцитом.

В горизонте четко обособляются «хвосты» брянского криогенеза в виде трещин палево-рыжего материала. Трещины имеют ширину до 1 см. Внутри присутствуют карбонатные трубки. Переход ясный, граница клиновидная.

[AUg, ca] (401–450(454) см). Влажный, буровато-темно-серый с оливковым оттенком, в верхней части более светлый. Глинистый, бесструктурный, по трещинам и ходам древних корней карбонатные трубки и манганазы. Также есть трубки, выполненные гумусовым материалом. Горизонт разбит белесоватыми заклинками (до 10 см в основании). Это хорошо видно на горизонтальном срезе. В нижней части много Fe-Mn примазок, точек, угольки. Пористый, есть более крупные каверны. Помимо карбонатных трубок появляются и бесформенные карбонатные новообразования по граням структурных отдельностей. Встречаются остатки древних корней или крупных пор–трубок, включающие корневины.

Горизонт пронизывают субвертикальные морозобойные трещины крутицкой фазы (до 3-х см в диаметре), выполненные желтовато-белесым материалом (в отличие от трещин брянской почвы). В юго-западном углу разреза горизонт локально выклинивается. Переход резкий по цвету и гранулометрическому составу.

[Gca1] (450(454)–462(470) см). Влажный, охристо-светло-оливковый, тяжелосуглинистый, бесструктурный. Карбонатные журавчики, Fe-Mn стяжения. Переход ясный по цвету.

[Gca2] (462(470)–490 см). Дно разреза. Влажный, сизовато-оливковый, с ржавыми пятнами, тяжелосуглинистый, плотный. Карбонатные журавчики, Fe-валунчики (до 1 см в диаметре). Встречаются хлопьевидные сгустки карбонатов. Бесструктурный.

Строение и соотношение мощностей выше обозначенных горизонтов можно видеть на рис. 5.

По результатам бурения с глубины **510–520 см** окраска становится однородной бурой, появляется структура и кутаны по граням педов и белесоватые белесые скопления (возможно силтаны). Железистые новообразования исчезают. Предположительно, на глубине глубже 5 м можно вскрыть палеопочву стадии MIS5e (микулинскую).

По результатам морфологического исследования почвенно-осадочной толщи была составлена схема строения разреза (рис. 7).

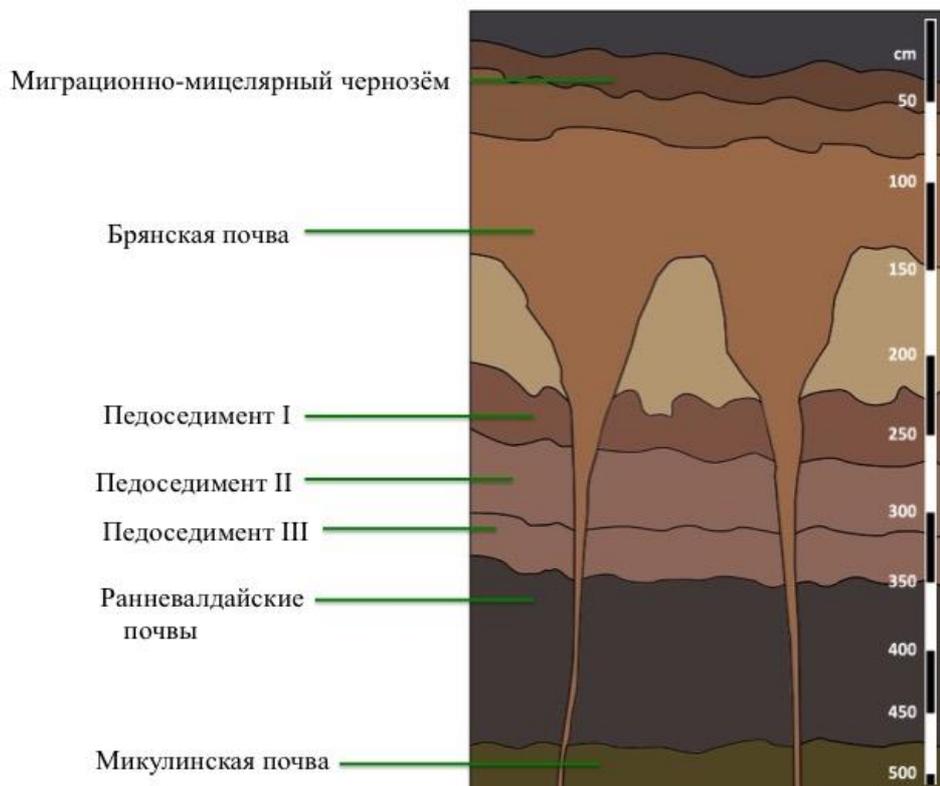


Рис. 7. Схема строения разреза Ямской степи по результатам 2014 г.

Морфологическое строение на 2015 год

2.1.1 Морфологическое описание разреза Я62-П15

MIS1 – голоценовый миграционно-мицеллярный чернозем на карбонатных лессовидных суглинках.

Очес (0+2 см). Сухие стебли злаковой растительности.

AU1 (0–18 см). Сухой, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковато-ореховатый, порошистый, уплотненный. Встречаются отбеленные зерна кварца, густо пронизан корнями. Переход к нижележащему горизонту заметный, граница слабоволнистая.

AU2 (18–52 см). Сухой, темно-серый, тяжелосуглинистый, мелкокомковатый, уплотненный. Как и в вышележащем горизонте встречаются отбеленные кварцевые зерна. Горизонт пронизан корнями, много копролитов.

Переход постепенный, граница слабоволнистая.

AB (52–109–(110) см). Горизонт свежий, темно-серый с бурым оттенком, плотный, тяжелосуглинистый, мелкопризматически-комковатый. Встречаются единичные корни. Переход к нижележащему горизонту ясный по цвету, граница языковатая.

BCAmc (109(110)–123(125) см). Свежий, буровато-палевый призматически-плитчато-ореховатый, тяжелосуглинистый, пористый. К данному горизонту приурочено максимальное количество кротовин. Наблюдается обилие карбонатного псевдомицелия, а так же гумусовые затеки по граням структурных отдельностей.

Горизонт прослеживается по всей южной стенке разреза, но выклинивается в западной (лицевой). Переход к нижележащему горизонту заметный по цвету, граница волнистая.

Примечание. По всей видимости, данный аккумулятивно-карбонатный горизонт современного чернозема, наследует признаки поздневалдайского или раннеголоценового почвообразования.

Ниже приводится морфологическое описание сложно организованной гетерохронной толщи разреза водораздельной позиции Ямской степи, описанной нами в 2015 г.

MIS 3. Верхний, поздний ритм:

Почва представлена горизонтами [A]–[AB]–[BCA]. Горизонт [AB] в виде узких клиньев – трещин, постепенно сужающихся и разбивающих горизонт [BCA] и всю позднеплейстоценовую толщу и уходящих в олигоценый песок на глубину более 600 см. Мощность клиньев в основании 10–30 см. Горизонт [BCA] выполняет межклиновое пространство.

При горизонтальной зачистке:

Почва представлена 4х-гранными полигонами (условные прямоугольники) горизонта BCA. Сторона “прямоугольника” 20–40 см. Горизонт [AB] заполняет

пространство между полигонами. Границы полигонов “оторочены” более прогумуссированным материалом по сравнению с центром клиньев-трещин.

[АУмс] Представлен в виде ядра (глубина 190 см) и описан в юго-восточной части разреза. Диаметр ядра 20–25 см. Свежий, плотный. Резко выделяется по цвету: буровато-темно-палевый. Карбонатный мицелий. Среднесуглинистый, непрочно-комковатый. Расположен в центре клина.

[АВмс] (123(125)–200 см). Свежий, тяжелосуглинистый, буровато-светло-палевый, непрочно призматический. Слабопористый, очень плотный. Обилие карбонатного псевдомицелия по трещинам. При подсыхании горизонт разбивает 4х-гранная трещинная сеть в виде прямоугольников. Граница клинообразная, переход заметный.

[ВСАмс] (150–220 см). Неоднородный по окраске – чередование белесовато-светло-палевых и буровато-палевых субвертикальных полос. Тяжелосуглинистый, менее плотный, чем предыдущий. Обилие карбонатного псевдомицелия по граням структурных отдельностей, трещинам и порам. Непрочно-призматическая структура.

Нижний, более ранний ритм:

[АУмс]–[АВмс] (220–250 см). Представлен более мелкими клиньями (мощностью в основании до 10–20 см). При горизонтальной расчистке полигоны (горизонт ВСА) в виде условных прямоугольников, но более мелких, чем в первом ритме со сторонами до 20 см. Пространство между полигонами заполнено материалом горизонта [АУмс] и [АВмс]. Так же, по граням полигонов, на контакте горизонта АВ и ВСА, материал более прогумуссирован.

[АВмс] желтовато-буровато-палевый, пористый. Карбонатный псевдомицелий. Тонкие кутаны по крупным порам. Структура комковатая. Плотный, среднесуглинистый.

[ВСАмс] (220–260 см). Белесовато-палевый, менее плотный, среднесуглинистый. Глинисто-карбонатные кутаны по крупным порам. Обилие карбонатного псевдомицелия.

MIS 4

Педоседимент I (260–320) см. Плотный, буровато-темно-палевый с желтым оттенком. Горизонт пронизан карбонатным мицелием, крупные поры выполнены марганцем, неравномерный по окраске. Вертикальные крупные клинья из вышележащего горизонта более бурые и охристые. Структура комковатая. В горизонте встречаются зоны с большим количеством карбонатных новообразований (карбонатные кутаны и журавчики). встречаются и глинистые кутаны.

В карбонатных зонах более легкий гранулометрический состав – легкий суглинок.

Окраска педоседимента связана с сетью тонких трещин и мелких клиньев из вышележащих горизонтов. Граница с нижележащим горизонтом слабоволнистая, переход по плотности, наличию кутан и гранулометрическому составу.

Педоседимент II (320–370) см. Окраска более бурая, меньше карбонатного мицелия, опесчаненный средний суглинок. Тонкие глинистые кутаны встречаются редко, крупные поры выполнен марганцевыми кутанами.

Переход к нижележащему горизонту резкий по гранулометрическому составу, граница слабоволнистая.

370–390 (400) см. Переотложенный материал. Чередующиеся прослойки супесчаного и суглинистого материала, по цвету и гранулометрическому составу повторяют вышележащий и нижележащий горизонты.

MIS 5 a–d

[G1] 390(400)–400(430) см. Буровато-светло-оливковый и буровато-темно-оливковый, плотный, тяжелый суглинок, порошистый, плитчатый/неясно плитчатый, встречаются железисто-марганцевые тонкие кутаны по ходам древних корней, по крупным порам встречаются карбонаты (редко).

Переход к нижележащему горизонту постепенный по цвету, гранулометрическому составу. Граница очень размытая, волнистая,

кармановидная. В пределах восточной стенки глубокая промоина до 430 см.

В нижней части горизонт приобретает сероватый оттенок.

Горизонт выражен по всем четырем стенкам разреза, полностью перекрывает прогумусированный нижележащий горизонт. В толще всего горизонта видны мелкие тонкие трещинки 2–10 см (толщиной).

[G2,h] 400(410)–420(440) см. Фрагментарный.

Выражен только на западной, восточной и северной стенках. Мощность: 10 см на западной стенке, 10–15 см в центре северной стенки и опускается до 440 см на западной стенке. На южной стенке горизонт выражен фрагментами линзы – 2–5–10 см.

К горизонту приурочены угольки, особенно хорошо видно на западной стенке в районе размыва. Структура неясно-призматическая, призматическая. Плотный, но менее плотный, чем вышележащий горизонт. Тяжелый суглинок. Цвет буровато-оливковый, неоднородный по окраске: встречаются темные прогумусированные зоны. Железисто-марганцовые примазки.

[A] 395(435)–405(440) см. Мощность горизонта меняется: в центральной части Южной стенки 5–20 см, в Северной стенке 30–40 см, по Восточной стенке 5–30 см. По южной стенке, горизонт повторяет форму рельефа – граница в виде бугорков с рыхлым прогумусированным материалом и зернистой структурой. В некоторых бугорках есть прямые и обратные кротовины (древние).

Бурый (темно-бурый), со стальным оттенком. Тяжелосуглинистый к глинистому. Структура плитчатая к мелко-плитчатой, в бугорках зернистая – возможно биотурбации и копролиты. Горизонт разбивают крупные трещины из MIS3, выполненные материалом их вышележащих горизонтов, и мелкие трещины из MIS4, выполненные карбонатами. Встречаются угольки.

Новообразования: псевдомицелий, крупные журавчики (5–7 см). Гран состав: средний суглинок слегка опесчаненный. Горизонт плотный, кроме бугорков – в бугорках рыхлый.

Переход неясный по цвету (в виде затеков и размазанных угольков) и гранулометрическому составу. Граница размытая.

[G1] 405(440)–420(470) см. Неравномерно окрашен: желтовато-буровато-оливковый, в некоторых местах более сизый с серым оттенком, в некоторых более охристый. Комковатый. Тонкие глинистые кутаны по граням педов, крупные поры выполнены марганцем и карбонатами (по карбонатам оседает марганец).

Средний суглинок опесчаненный. Пронизан трещинами из вышележащих горизонтов. Редкие древние кротовины. Переход по цвету и плотности, граница размытая.

Клинья

Все клинья имеют раздваиваются как «корни, хвосты».

Юго-восточный клин. Самый большой. Глубина: 435–625 см (до олигоценового песка). В основании клин 60 см. Форма в виде мешка. Оторочен прогумусированным материалом бурого цвета.

Прогумусированная оторочка (напоминает горизонт А – MIS5a–d): Структура непрочо-плитчатая с переходом к комковатой, зернистой (остаточно-зернистой). По граням мелких структурных отдельностей глинисто-гумусовые тонкие, редкие кутаны. Средний суглинок. По крупным порам встречаются редкие марганцевые конкреции.

Ядро: более оглеено. Серовато-бурый с оливковым и немного желтоватым оттенком. Структура непрочо-плитчатая. Марганцевые конкреции по крупным порам. Легкий суглинок, ближе к среднему, опесчаненный.

В нижней части «мешок» в виде бороды: Многие трещины раздваиваются и уходят в песок.

Клин по северо-западной стенке, глубина 410–540 см. По форме напоминает репу: округлой формы резко сужается к низу и заканчивается длинной трещиной, уходящей в песок. От главной трещины отходят более мелкие трещины. Карбонаты по порам и трещинам.

Верхняя часть по цвету серовато-бурая с оливковым и желтовато-рыжим оттенком. Структура непрочно-призматическая, средний суглинок, железисто-марганцевые конкреции по порам.

Нижняя часть по цвету буровато-серая с сизым оттенком, структура комковатая, тяжелый суглинок. Ширина клина 80 см в основании, 65 см в широком месте «репки».

С-3 и Ю-В клинья

Скорее всего, это один клин, «разрезанный шурфом».

Северный клин. Кармановидный затек выходит из горизонта А и резко заканчивается на глубине 470 см. Далее трещины уходят в песок. По цвету однородный без гумусовых оторочек: буровато-палевый с оливковым и желтоватым оттенком. Структура непрочно призматическая, ближе к плитчатой. Карбонатный мицелий (червячки) по порам, марганцевые стяжения по порам. Легкий суглинок, опесчаненный. Ширина клина ~20 см.

Южный клин. Кармановидный затек в виде «прямоугольника» с высоты 510 до 590 см. Ширина около 20 см, в нижней части расклинивается на 2 хвоста-клина. Очень похож на кармановидный затек из северной стенки, но чуть более опесчанен. Структура, цвет, гранулометрический состав, новообразования идентичны. НО в песок не уходит.

С и Ю клинья – это однозначно один и тот же клин «разрезанный» шурфом.

MIS 5e

Представлен горизонтами [BT1]–[BT2]–[G1], сформированными на олигоценых песках. Верхние гумусовые горизонты отсутствуют.

[BT1] 420(470)–510(520) см. Ореховатый к мелкоореховатому, глинисто-железистые кутаны по граням педов, в некоторых местах перекрываются марганцевыми кутанами (по крупным вертикальным трещинам).

Горизонт имеет более оглееные или опесчаненные полосчатые участки (в нижней части это проявляется сильнее). По гранулометрическому составу средний

суглинок. По цвету: чередование неясных полос серовато-сизого оттенка и ржавых пятен с буровато-охристым оттенком (полосчато-мраморная окраска горизонта).

В верхней части прямые и обратные кротовины. Горизонт разбит трещинами из MIS 3, MIS 5a–d и клиньями.

Переход от [BT1] к [BT2] резкий по структуре и опесчанености. Граница слабоволнистая.

Важно: хороший текстурный горизонт с сильно оглеенными и опесчаненными вертикальными полосами, с «падением» на запад (возможно вторичное смещение после формирования).

[BT2] 510(520)–590(600) см. Мелкоореховатая структура, среднесуглинистый, сильно опесчанен, содержит много железо-марганцевых конкреций и примазок, встречаются тонкие глинистые и железистые кутаны по граням педов. Так же, как и в вышележащем горизонте, наблюдаются вертикальные полосы (чередование оглеенного и опесчаненного материала, «падающие» на запад. Граница волнистая, переход резкий по плотности и гранулометрическому составу.

[G] 590(600)–600(610) см. Выражен фрагментарно, имеет белесовато-палевую с сизым оттенком, окраску, сильно опесчаненный средний суглинок, непрочно- мелкоплитчатая структура. Уплотнен. В некоторых местах заклинками уходит в песок.

Переход резкий, граница волнистая. 600(610)~650 см – Олигоценый тонкий песок.

Морфологическое строение на 2016 год

Необходимо сказать, что профиль почвенно-осадочной толщи разреза, морфологическое описание которого приведено ниже, демонстрировался участникам VII съезда научных полевых экскурсий (Путеводитель..., 2016) и вызвал большой интерес экскурсантов и оживленные дискуссии.

Формирование чернозема (**MIS1**) (профиль AU1–AU2–AU3–AB1–AB2–BCAmc–BCmc1–BCmc2) (Русаков, 2012) осуществлялась на лессовидных поздневалдайских суглинках и частично затронуло I ритм Брянской почвы. Признаки современного почвообразования наложены на реликтовые особенности профиля средневалдайской почвы.

Пачка ранневалдайских отложений (**MIS2**, глубина 90(100)–130(140) см) представлена двумя горизонтами суглинков (горизонты BСAmc и Bcmc дневной почвы) и выражена фрагментарно по всем стенкам разреза. Отмечены крупные трещины усыхания, которые наследуют морозобойные клинья максимума последнего оледенения и стадии MIS3.

Брянская почва (**MIS3**, глубина 130(140)–240(250)см), представлена двумя ритмами почвообразования, разбитых сетью клиньев и трещин. Оба ритма, на основе изучения серии горизонтальных расчисток, имеют форму 4-х угольных полигонов (до 60 см в длину в первом ритме и до 40 см во втором). Границы полигонов "оторочены" более прогумуссированным материалом, по сравнению с материалом заполнения клиньев. Крупные клинья и трещины разных этапов Валдайского криогенеза разбивают весь профиль (MIS3, MIS4 и MIS5), достигают глубины 6.5 м и уходят в олигоценый песок.

I-й (поздний) ритм средневалдайской почвы сохранился значительно лучше по сравнению со II-м ритмом. Нами описаны четыре генетических горизонта разной степени сохранности: [AYmc]–[ABmc]–[ABmc,e]–[BCAmc]. Радиоуглеродный возраст органического вещества из горизонта [AYmc] составил 25113 ± 355 кал. л.н. (5062-IGANams).

[AYmc] сохранился в виде прогумусированного ядра в центре морозобойного клина, на глубине 190 см (зачистка 2015 г.). Диаметр ядра составляет 20–25 см. Материал ядра резко выделяется по буровато-темно-палевой окраске. Среднесуглинистый, плотный, структура непрочно-комковатая, новообразования карбонатного псевдомицелия.

Горизонты [ABmc]–[ABmc,e]–[BCAmc] представлены в виде единого палеопрофиля (зачистка 2016 г.), который хорошо прослеживается по всем

стенкам разреза, но каждые 40–60 см разбит морозобойными клиньями (до 30 см в основании). Ниже приводится морфологическое описание горизонтов палеопочвы.

[АВmc] (мощность 7–12 см), буровато-светло-палевый, плотный, пористый, тяжелосуглинистый, непрочно-призматический. По вертикальным граням педов редкие тонкие глинистые кутаны (признаки наложенного голоценового педогенеза). Карбонатный псевдомицелий. Переход резкий по гранулометрическому составу, плотности и окраске.

[АВmc,e] (мощность 3–5 см). Желтовато-бурый, среднесуглинистый, уплотнен. Кутаны в профиле отсутствуют. Карбонатный псевдомицелий. Переход по цвету, плотности.

[ВСAmc] (мощность 40–45 см) в верхней части значительно осветлен. Весь горизонт насыщен карбонатами в виде псевдомицелия, карбонатных кутан по трещинам и ходам корней, а также журавчиков. Горизонт очень плотный, тяжелосуглинистый, пористый, структура непрочно-призматическая. Неоднородный по окраске: чередование белесовато-светло-палевых и буровато-палевых субвертикальных полос. Тонкие глинистые кутаны по всем граням педов, ходам корней и порам. Переход постепенный по окраске.

Отличительной особенностью данной почвы является, во-первых, практически ненарушенная стратиграфическая последовательность горизонтов, что не характерно для почв Брянского интерстадиала, которые разбиты процессами криогенеза. Во-вторых, в полевых условиях диагностирована дифференциация по вещественному составу в профиле палеопочвы (облегчение по гранулометрическому составу горизонта [АВmc,e] и появление кутан в горизонте [ВСAmc]).

II ритм Брянской палеопочвы: горизонт [ВСAmc] разбит клиньями (до 50 см в основании) и трещинами, в заполнении которых сохранился горизонт [АВmc] и горизонт [АУmc] (в виде более прогумусированных зон, на контакте горизонтов [АВmc] и [ВСAmc]). Мощность всей почвы составляет 40–50 см. В нижней части профиль выглядит в виде «бороды» – множество тонких заклинков и трещин, разбивающие нижележащую толщу. Радиоуглеродный возраст органического

вещества из прогумуссированной зоны (горизонт [AYmc]+[ABmc]) составил 28781 ± 379 кал. л.н. (5061-IGANams).

Материал горизонта [ABmc] неоднородный по окраске (чередование более светлых и более темных вертикальных полос), основной тон – буровато-палевый. Пористый, среднесуглинистый, непрочно-комковато-призматический, плотный. Тонкие глинистые кутаны по граням педов и тонким порам. Карбонатный псевдомицелий. Встречаются железисто-марганцевые конкреции (до 0.5 см в диаметре).

Горизонт [BCAmc] белесовато-палевый, средне-суглинистый, менее плотный. Структура непрочно-комковатая. Глинисто-карбонатные кутаны по крупным порам. Обилие псевдомицелия. Переход к нижележащему горизонту (I педоседимент, MIS4) резкий, по гранулометрическому составу, структуре и плотности.

Педосидимент I, MIS4 (240(250)–320 см) Окраска вмещающей толщи «мраморовидная», что обязано сети тонких трещин и мелких клиньев, берущих начало в вышележащих горизонтах. Общий фон буровато-темно-палевый с желтым оттенком. Среднесуглинистый, комковатый, плотный. Внутрипедная масса пронизана карбонатным псевдомицелием. По всей толще и особенно в верхней части, отмечено большое количество прямых и обратных кротовин Валдайского возраста. Встречаются зоны с обилием карбонатных кутан и журавчиков, по граням педов прослеживаются глинистые кутаны. Стенки крупных пор выполнены темными марганцевыми новообразованиями. Вертикальные крупные клинья, пронизывающие педоседимент из вышележащего горизонта – более бурые и охристые. Карбонатные зоны легкосуглинистые. Граница с нижележащим горизонтом слабоволнистая, переход по плотности, наличию кутан и гранулометрическому составу.

Педоседимент II, MIS4 (320–370(375) см). Окраска более бурая по сравнению с вышележащим педоседиментом, опесчаненный средний суглинок. Единичные зоны карбонатного псевдомицелия. Тонкие глинистые кутаны встречаются локально по стенкам трещин, крупные поры выполнен марганцевыми кутанами. Переход к нижележащему горизонту резкий по гранулометрическому составу, граница слабоволнистая.

Переотложенный седиментационный материал (MIS4) неясного генезиса (360–370(380) см). Чередование прослоев супесчаного и суглинистого материала, по цвету и гранулометрическому составу, они повторяют вышележащий и нижележащий горизонты. Переход резкий.

MIS5a-d представлен 2-мя этапами почвообразования: маломощной эфемерной почвой, описанной при расчистке 2016 г. и темногумусовой глеевой почвой, профиль которой нарушен повторно-жильными криоструктурами.

Маломощная ранневалдайская почва (370(380)–380(390) см) выражена по всем стенкам разреза. Нами описано три горизонта: [Gmc1]–[AYmc]–[Gmc]. Глеевый горизонт частично вовлечен в материал криоструктур.

[Gmc1] (мощность 2–4 см) сизовато-оливковый, тяжелосуглинистый, плитчатый, уплотнен. Переход к нижележащему горизонту резкий, граница волнистая.

[AYmc] (мощность 4–5 см) серовато-бурый, тяжелосуглинистый, тонко-плитчатый, уплотнен. Переход резкий, граница волнистая. Редкие карбонатные кутаны по крупным порам и трещинам.

[Gmc] (мощность 7–12 см) серовато-оливковый, тяжелосуглинистый, плотный, плитчатый. Переход к нижележащему горизонту постепенный по цвету, граница языковатая.

Профиль темногумусовой полугидроморфной почвы нарушен криогенными процессами. При расчистке 2016 г. было выделено три палеогоризонта: [Gmc]–[AUmc]–[G].

[Gmc] (380(390)–390(410) см) выражен по всем четырем стенкам раскопа, полностью перекрывает нижележащий гумусовый горизонт. Во вмещающей толще видны мелкие тонкие трещинки-заклинки толщиной 2–10 см. Сизовато-светлосерый, к нижней части горизонта приобретает более темный оттенок. Тяжелосуглинистый, плотный, плитчатый, встречаются тонкие железисто-марганцевые кутаны по ходам древних корней, по крупным порам встречаются редкие карбонатные кутаны. К этому горизонту приурочены скопления древесных угольков. В минеральной массе присутствуют железисто-марганцевые примазки.

Переход к нижележащему горизонту постепенный по окраске, гранулометрическому составу. Граница сильно размытая, волнистая, кармановидная.

[AUmc] описывался на ненарушенном криоструктурами участке разреза. Глубина 390(410)–420(430) см. Верхняя граница горизонта представлена в виде бугорков с рыхлым прогумусированным материалом (микро-палеорельеф). В некоторых бугорках сохранились прямые и обратные палеокротовины.

Горизонт бурый (темно-бурый), со стальным оттенком, тяжелосуглинистый, ближе к глинистому, плитчатый, мелко-плитчатый. Ясно выраженная зернистая структура, диагностируются древние биотурбации (ходы мезофауны) и копролиты. Горизонт разбивают крупные трещины, берущие свое начало из горизонтов брянских почв. Трещины выполнены материалом горизонтов из этих палеопочв. Встречаются мелкие трещины, начинающиеся из педоседимента II (MIS4), выполненные карбонатным материалом. Встречаются включения древесных угольков. Новообразования карбонатов представлены псевдомицелием, крупными журавчиками диаметром до 5–7 см. Переход неясный по окраске (в виде затеков и размазанных мягких угольков) и гранулометрическому составу. Граница размытая.

[G] 420(430)–440(450) см (ненарушенный участок). Неравномерно окрашен: желтовато-буровато-оливковый, в некоторых местах более сизый с серым оттенком, в некоторых – более охристый. Опесчаненный средний суглинок, комковатый. Тонкие глинистые кутаны по граням педов, крупные поры выполнены новообразованиями оксида марганца и карбонатными пленками. Горизонт пронизан трещинами из вышележащей толщи. Отчетливо выражены редкие палеокротовины. Переход по цвету и плотности, граница размытая.

Псевдоморфозы по повторно-жильным льдам (Величко и др., 2002) нарушили профили палеопочв стадии MIS5. Инклинальное заполнение залегает несогласно с почвой Микулинского межледниковья и полностью прорезает всю толщу до олигоценых песков. Горизонты [BTg] выдавлены и отогнуты вверх. Псевдоморфозы заполнены материалом темногумусовой ранневалдайской почвы. Мощность жилы более 1.5 метров.

MIS5e – Микулинская почва представлена серией палеогоризонтов [BTg1]–[BTg2]–[G].

[BTg1] (440(450)–490(500) см по ненарушенному участку). Неоднородно окрашен: чередование неясных полос серовато-сизого оттенка и ржавых пятен с буровато-охристым оттенком (полосчато-мраморная окраска). Среднесуглинистый, ореховатый-мелкоореховатый. Глинисто-железистые кутаны по граням педов, в некоторых местах (по крупным вертикальным трещинам) перекрываются марганцевыми кутанами. Горизонт имеет более оглеенные или опесчаненные полосчатые участки (в нижней части это проявляется сильнее). В верхней части горизонта выделяются прямые и обратные палеокротовины. Горизонт разбит сетью трещин, берущих свое начало из брянской почвы и из ранневалдайских педоседиментов, а так же тонкие трещины из горизонтов MIS5a-d. Переход к нижележащему горизонту резкий по структуре и облегченности гранулометрического состава.

[BTg2] (490(500)–570(580) см). Серовато-сизый, буровато-охристый, среднесуглинистый (сильно опесчанен), мелкоореховатый, содержит много железисто-марганцевых конкреций и примазок, встречаются тонкие глинистые и железистые кутаны по граням педов. Граница волнистая, переход резкий по гранулометрическому составу и окраске.

[G] (570(580)–580(590) см). Выражен фрагментарно, имеет белесовато-палевую с сизым оттенком окраску, сильно опесчаненный средний суглинок, непрочно-мелкоплитчатый, уплотненный. Заклинками уходит в песок. Переход очень резкий, граница волнистая.

Олигоценый мелкозернистый песок (580(590)~650 см). (Цит. по Коркка и др., 2016)

Обобщенная картина строения почв и осадков разреза Ямской степи на основании трехлетнего изучения.

На основании полученных данных, можно сделать вывод, что информация о строении почвенно-осадочной толщи Ямской степи дополнялась новыми

фактическими данными по строению почв и осадков по мере ежегодного расширения и углубления разреза.

Впервые заложенный на черноземе миграционно-мицелярном в 2007 г., он был значительно расширен и углублен в 2014, что послужило началом серии научных работ. В 2014 г. был вскрыт профиль брянской почвы, с двумя описанными горизонтами ([ABmc]–[BCAmc]). Расчистка 2015 г. показала уже два ритма с неполными почвенными профилями. Данные, полученные в 2016 г., позволили диагностировать два профиля брянской почвы с практически не нарушенной стратиграфической последовательностью горизонтов. Таким образом, по мере расширения разреза нами получена полная картина наличия двухфазности (ритмичности) педогенеза в брянское время на территории южной части Среднерусской возвышенности, и впервые выделен не нарушенный криогенными процессами позднеледниковья профиль верхнего (позднего) ритма.

Отметим, что ранее при изучении палеопочв стадии MIS3 в пределах лесостепной зоны Русской равнины не было выявлено сохранившихся профилей. Так, при рассмотрении брянских почв широко известного и ставшего уже хрестоматийным разреза Александровский карьер (Морозова, 1981) считался условно ненарушенный профиль с пильчатой структурой, где “гребни” были представлены сохранившимися фрагментами горизонта Vca, а гумусовый горизонт представлен в виде педоседиментов между этими “гребнями”.

Описанные в брянских почвах карбонатные новообразования, отличающиеся по формам, дают возможность судить о смене почвообразовательных условий, в том числе – климатических, внутри Брянского интерстадиала.

Стоит отметить, что в 2016 г., нами были обнаружены принципиально новые для нашего объекта свойства брянских почв. Были описаны два вида клиновидных криогенных структур – более узкие, уходящие вглубь разреза из первого (верхнего) ритма и более широкие, опускающиеся вглубь лишь на 40–70 см, однако имеющие до 50 см в основании. Также, первый ритм брянской почвы имеет множество тонких заклинков и трещин, разбивающих всю нижележащую толщу.

Описанные изначально три педоседимента, относящиеся к MIS4, были впоследствии сокращены до двух, поскольку нижний, наименее мощный, состоит из чередующихся прослоек супесчаного и суглинистого состава, то есть повторяется вышележащий (второй педоседимент) и нижележащий ([Gmc1] маломощной ранневалдайской почвы) горизонты.

MIS5a–d, впервые вскрытый в 2014 г., тогда был представлен серией из пяти горизонтов. В 2015 г., количество описанных горизонтов в увеличившемся в размерах разрезе было уменьшено до четырех. Однако, в 2016 г. нами было описано две почвы – маломощная ранневалдайская и темногумусовая полугидроморфная, нарушенная криогенными процессами. Это связано с серьёзным увеличением площади разреза, которое дало возможность диагностировать больше признаков.

4.1.2. Мезоморфологическое описание почв и педоседиментов почвенно-осадочной толщи.

Образцы для мезоморфологического анализа были отобраны с горизонтальных площадок – зачисток. Этот прием был применен нами для лучшего понимания морфологической структуры клиньев обоих ритмов брянской палеопочвы и для более точного понимания залегания деформированных горизонтов в клином и межклиновом пространствах.

Мезоморфологический анализ начинается с описания серии педоседиментов. После названия горизонта указана глубина отбора образца. Нумерация образцов – сплошная, однако мезоморфологическое описание всей почвенно-осадочной толщи разделено на части по палеопочвам и сериям педоседиментов.

MIS4. Серия педоседиментов

1. MIS 4. Педоседимент 1. 280 см.

Первый педоседимент залегает сразу под брянской почвой. Его окраска довольно равномерная – светло-бурая и палевая. Есть поры-каверны, выполненные карбонатным материалом (Рис. 8). По граням призмы спорадически-пятнистое расположение каналов. Образец имеет рыхлое сложение, встречается большое количество отбеленных кварцевых зерен. Педоседимент обильно пронизан порами

разного характера – крупными, выполненными игольчатым кальцитом; и меньшего размера – чистыми от карбонатного материала. Также во вмещающей толще нами диагностированы бурые марганцевые новообразования, имеющие округлые формы диаметром до 8 мм.

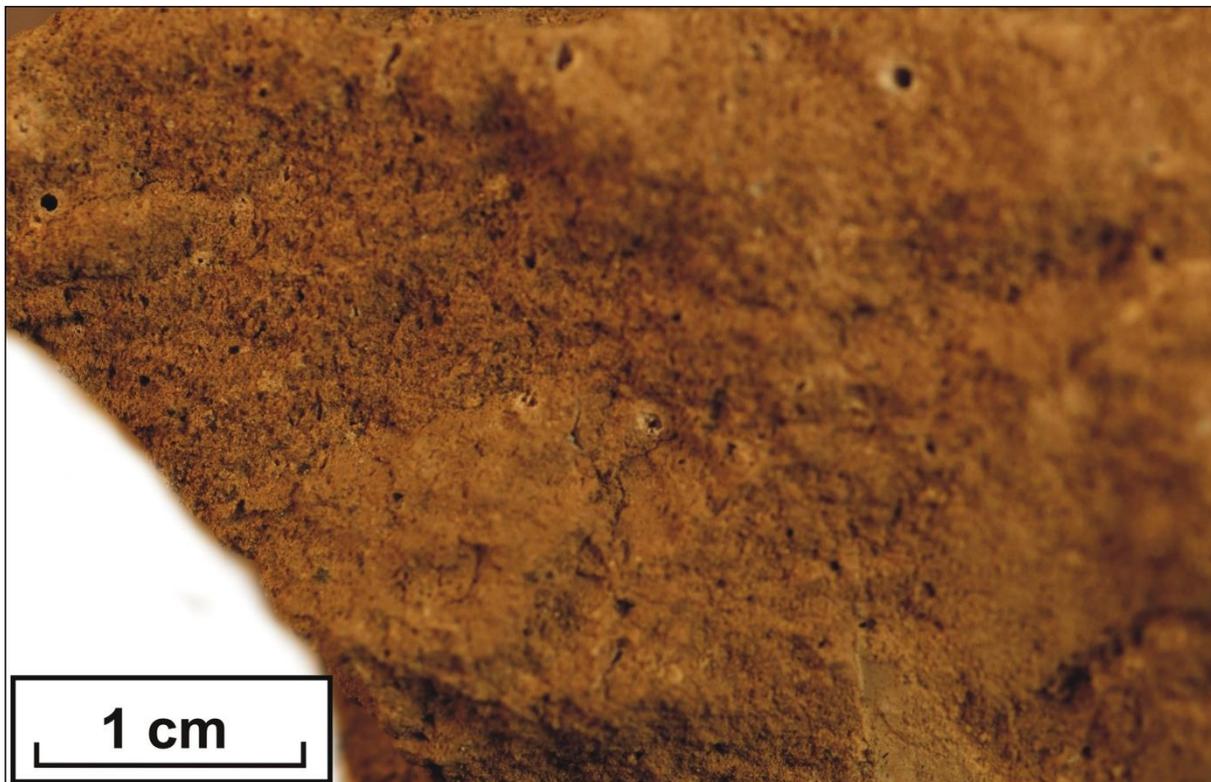


Рис. 8. Педоседимент 1. Наличие чистых пор и пор-каверн, выполненных карбонатным материалом.

2. MIS 4. Педоседимент 2. 345–350см.

Отличается по цвету от вышележащего горизонта. Буровато-светло-оливковый с оливковым оттенком. Упаковка более рыхлая. Также встречаются отбеленные кварцевые зерна.

Как и в расположенном выше педоседименте, здесь встречаются два типа пор – поры-каверны, чистые от карбонатного материала, и, преобладающие здесь поры, выполненные кальцитом (рис. 9).

Есть локальные цементированные карбонатные новообразования в виде белоглазки, выполненные мелкокристаллическим кальцитом.

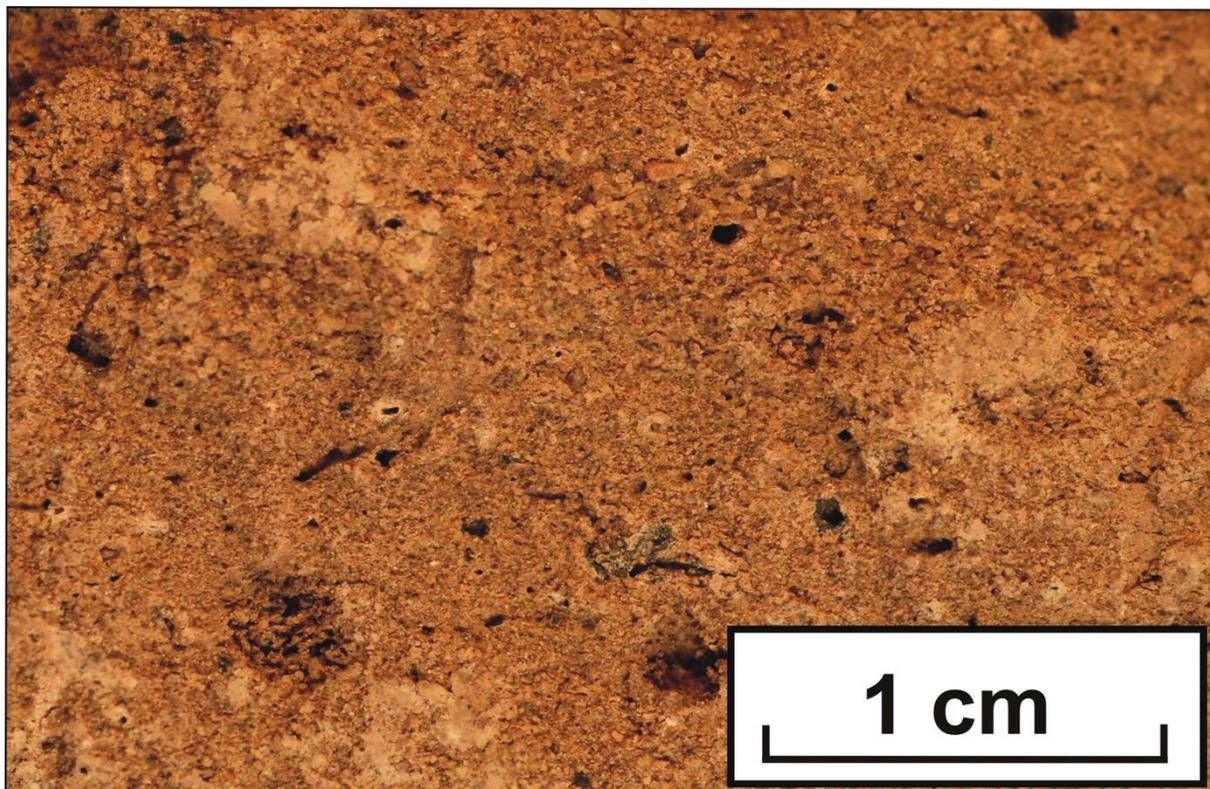


Рис. 9. Педоседимент 2. Преобладание пор, выполненных карбонатным материалом над чистыми порами.

На сколе обнаружены разные типы пор – обычные и продольные поры, цементированные некристаллическим кальцитом с вкраплениями разрозненных мелкопесчаных зерен. Встречаются такие же поперечные поры.

MIS5a–d. Маломощная ранневалдайская почва.

5. [Gmc1]. 390–400 см.

Имеет желтовато-светло-палевый цвет. Через весь образец проходит полоса палево-рыжего материала в виде клина, который рассекает всю толщу ВПМ и делит её на следующие участки:

1) Палевая зона.

2) Более осветленная зона, имеющая плотную упаковку. Здесь обнаружено несколько типов пор – бескарбонатные (пустые) поры; поры с мелкими агрегатами; также встречаются чистые поры, внутри которых – силтаны. Скорее всего, это – инситные поры, которые были в исходном горизонте.

3) Темная часть обладает более рыхлой упаковкой и делением на отдельности. Многие поры – чистые, зато присутствуют отбеленные зерна кварца и карбонатные кутаны.

4) Рыжий клин, отличающийся по структуре. Имеет более дисперсный, пылеватый и менее оструктуренный материал, нежели остальные части образца. Все встреченные в рыжем клине поры выполнены кальцитом, а также встречаются марганцевые точечные новообразования

6. [AYmc]. 395–405 см.

Образец имеет однородную интенсивную буровато-серую окраску. Есть включения белесых карбонатов, заполняющих немногочисленные трещины. (рис. 10) Структура – сцементированно-комковатая. По вертикальной стенке наблюдается хорошая мезоагрегированность. Крупные поры представлены следующими видами:

1) Чистые, свободные от кальцита, внутри которых видны кварцевые зерна и шпатовые зерна.

2) Поры с кальцитом. Здесь присутствуют сцементированные карбонатные новообразования трубчатой формы.

В образце также наблюдаются обильные Mn скопления. Прослеживается ребристость в вертикальной плоскости. Обилие пор невелико в целом.



Рис. 10. [AYmc]. Наличие двух типов пор; заполнение трещин карбонатным материалом.

7. [AYmc] (2). 400 см.

Больше пор, чем в вышеописанном горизонте. Есть чистые поры и поры со слабой карбонатной пропиткой. Также присутствуют темные поры марганцевой природы с отбеленными кварцевыми зёрнами.

Местами встречаются морфологически слабо оформленные мучнистые скопления карбонатов.

8. [Gmc1]. 400 см.

Контакт с нижележащим горизонтом AUg,ca резкий, граница неровная. Переход резкий по цвету и структуре. Окраска желтовато-палевая (рис. 11). Поры здесь более тонкие, а сложение более компактное.

В этом образце преобладают чистые пор над выполненными кальцитом. Чистые поры имеют древовидную сообщающуюся структуру.



Рис. 11. [Gmc1]. Преобладание чистых пор.

9. [Gmc]. 400 см.

Контакт с Gmc нижележащей темногумусовой гидроморфной почвы. Компактное сложение. Переход постепенный.

Скопление гумусовых (не блестящих) пятен диаметром до 5 мм.

10. [Gmc]. 400 см.

Темнее предыдущего образца, желтовато-темно-палевый с зеленоватым оттенком. Есть крупные чистые поры и поры с кальцитом, а также отбеленные кварцевые зерна. Также встречаются ожелезнения с кальцитом.

11.[Gmc]. 410 см.

Неоднороден по цвету. Большая часть образца имеет буровато-светло-палевую окраску, однако встречаются полосы темного материала. Это трещины, заполненные прогумусированным материалом из [AUg,ca] (рис. 12)

Встречаются три типа пор:

- 1) мелкие, полностью выполненные кальцитом (абсолютно белые)
- 2) чуть большие, чистые от кальцита, с небольшим количеством кварцевых зерен (этот тип преобладает)

- 3) большие поры черного цвета. Материал сильно блестит.

Также встречаются небольшие (до 0,5 мм) новообразования кальцита сферической формы.



рис. 12. [Gmc]. Трещины, заполненные темным материалом из [AUg,ca].

MIS5a-d. Темногумусовая гидроморфная почва.

12. [Gmc]. 415–425 см.

Контакт с нижележащим горизонтом [AUg,ca].

Образец двуцветный – светло-серый и светло-буровато-серый.

Поры трех типов:

1) крупные, чуть меньше 1 мм. Карбонатного материала нет. На стенках присутствует немного кварцевых зерен.

2) Среднего размера поры, выполнены кристаллическим кальцитом. В образце встречаются редко.

3) Среднего размера поры. Выполнены гумусовым материалом (не полностью, на 60–70%). Встречаются крайне редко.

Есть конкреции карбонатов, до 1 мм в диаметре и до 3 мм в длину.

Также в образце обнаружены несколько пор, целиком выполненных Fe-материалом (окисленным), рыже-охристого цвета и неравномерной окраской (рис. 13)



Рис. 13. [Gmc]. Пора, заполненная железистым материалом.

13. [Gmc] .

Буровато-темносерый. Контакт с нижележащим [AUmc] (Рис. 14). Описано различие в порозности горизонтов, а также в окраске.

Встречаются поры-каверны. Большинство пор – чистые. Более мелкие поры выполнены карбонатным материалом.

Также обнаружены зоны с темным блестящим веществом, детритом.



Рис. 14. Контакт [Gmc] (зона1) и [AUmc] (зона 2). Различие в окраске и порозности.

14. [AUmc]. 415 см.

Толща от темно-серой до серой. При разломе по педону вскрывается огромное пятно карбонатной пропитки (зона размером 2x2 см). Много небольших, чистых от кальцита пор (рис. 15).

Зоны с более темным, серым и светло-серым карбонатным материалом творожистой структуры попеременно с темным веществом. Пористый. Поры явно образовались позже, т.к. они чистые, хотя и расположены рядом с местом карбонатной пропитки.

В отдельных порах карбонатный материал более желтый.

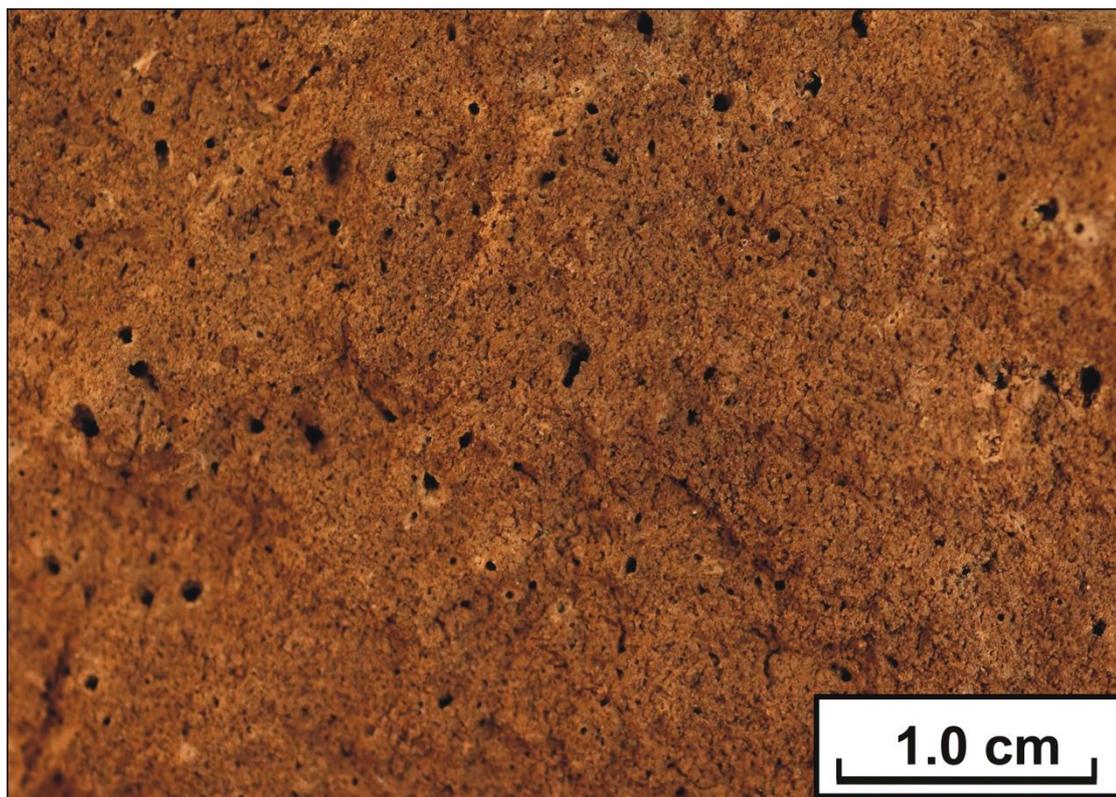


Рис. 15. [AUmc]. Обилие чистых пор.

MIS5e. Микулинская почва

15. [Btg1]. 435 см.

Образец имеет неоднородную окраску, описаны две толщи – палево-бурого и палево-буроватого цвета. Переход от одного к другому – плавный.

В образце явно выделяются два типа карбонатных новообразований – «мучнистые» и точечные.

Также четко диагностируется гумусовые новообразования, которые могли появиться из вышележащего [AUmc].

16. [Btg1] (2). 435 см.

Окраска образца неравномерная, разноцветный материал образует пятна и полосы (от 5 до 10 мм шириной) (рис. 16). Цвет основной толщи – светло-буро-сероватый; полос и пятен – палево-рыжий.

Встречаются полые поры, а также поры, выполненные мелкокристаллическим кальцитом. Оба типа – примерно в равном количестве.

Есть скопления темного материала, наиболее вероятно – органического происхождения. Они бесструктурны. Скопления имеют сферическую форму, до 1,5 мм в диаметре. Сильно блестят.

Железистых конкреций нет.

Карбонатные новообразования – крупные, до 1 см в диаметре и маленькие. Также обнаружена огромная трещина, выполненная Са материалом.

В образце обнаружен клин, заполненный не совсем белым кальциевым материалом.



Рис. 16. [Btg1] (2). Полосчатость текстурного горизонта; трещина, заполненная карбонатным материалом.

17. Ю-В клин. 470–480 см.

Контакт глеевого ядра и прогумусированной оторочки.

Образец явно делится на две части по цвету – палево-серую и серо-палево-бурую (рис. 17). В образце присутствует очень много небольших пор (примерно до 0,5 мм), свободных от кальцита. Примерно 15% пор выполнены мелкокристаллическим кальцитом. Также обнаружены две больших поры с гумусовым материалом.

Граница между гумусовой и негумусовой частями ровная, переход постепенный.

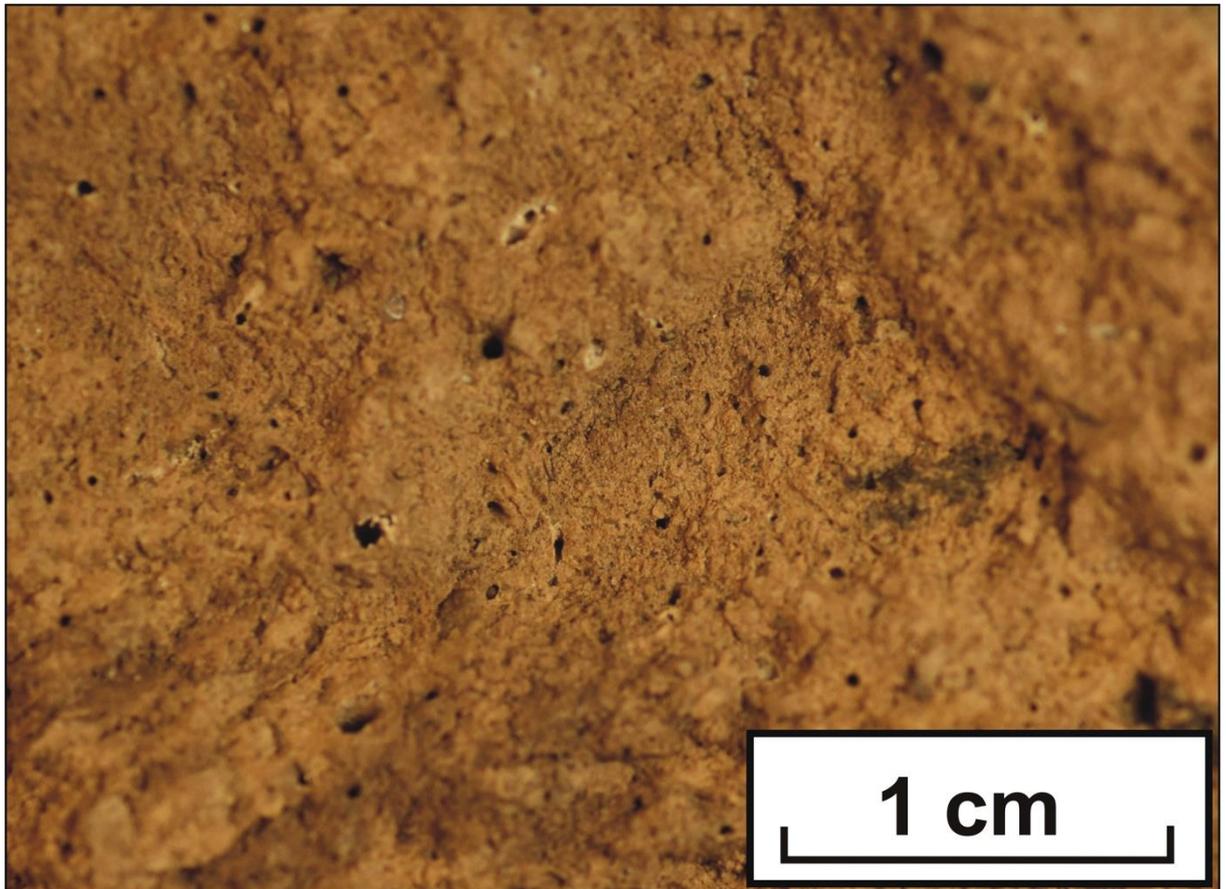


Рис. 17. Ю-В клин. Более и менее прогумусированные участки вмещающей толщи.

18. Ю-В клин(2). 470–480 см.

Образец делится на три части по цвету:

1) светло-серая. Не более 15% объема. При увеличении становится ясно, что это отмытые зерна кварца разного размера. Очень плотная упаковка. В этой зоне пор нет.

2) светло-буро-палевая. Больше 70% образца. Неплотная упаковка. Это-материал, схожий с вышележащим образцом. Пор немного, небольшие и чистые от любых материалов.

Встречаются редкие новообразования карбонатов в виде белоглазки. Здесь же обнаружена огромная белоглазка, около 1 см в диаметре.

3) Буро-оранжевый участок. Карбонатов и Мп конкреций нет. Кутаны тоже отсутствуют.

19. [Btg1] (3). 435 см.

Мраморовидная окраска образца(Рис. 18). На изломах по граням педов встречаются темно-серые кутаны (Рис. 18, отмечены белыми стрелками). Также описаны единичные оранжево-охристые кутаны (Рис. 18, желтая стрелка).

Темные крупные поры выполнены черным мелкокристаллическим веществом. Вокруг них, как правило, сосредоточены рыжие зоны. На сломах видно, что поры – остатки следов корней. Также встречаются единичные карбонатные новообразования в виде белоглазки

Много углей и отмытых зерен кварца.

Очень много мелких корешков. Есть остатки корней – тонкие и короткие.

В образце присутствуют редкие поры, обильно выполненные карбонатным материалом.



Рис. 18. Горизонт [Btg1] (3). Белыми стрелками показаны глинистые кутаны, желтой – ожелезненная ВПМ.

20. [Btg2]. 560–570 см.

В этом образце больше глеевых зон (Рис. 19). Преобладают два цвета.

Встречаются угольки. Практически нет пор. Встречаются мучнистые новообразования карбонатов. Достаточно плоская упаковка.

Поры пустые. Переход между зонами постепенный, материала с рыжим оттенком больше.

Встречается черное блестящее вещество, крупного гранулометрического состава.

Светлая часть содержит много крупных зерен SiO_2 , встречаются редкие рыжие частички, а также тонкие прозрачные волоски.

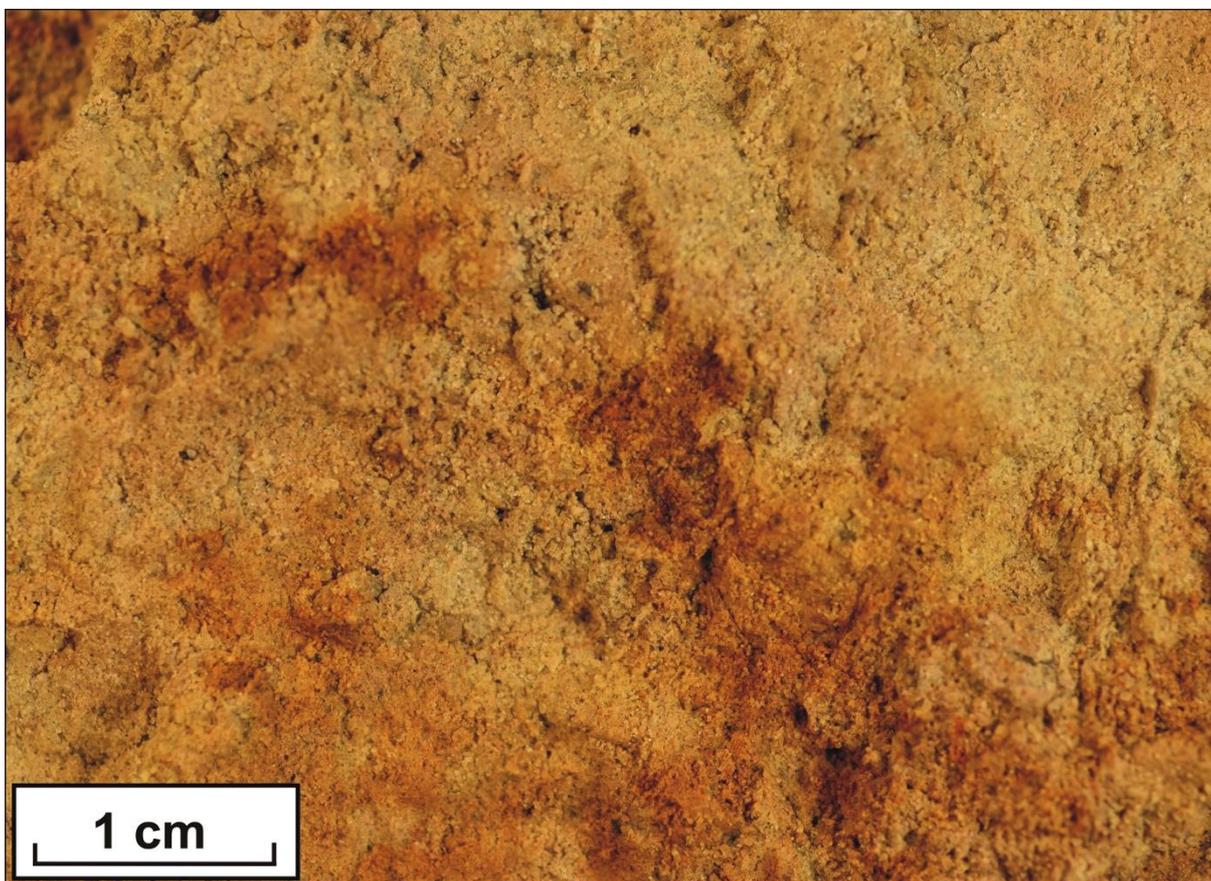


Рис. 19. [Btg2]. Пятнистая ВПМ с ярким охристым пятном.

21. С-3 клин.

Скорее всего, материал – это остатки горизонта [Btg]. Толща явно делится на две части – палево-серую и оранжево-бурую (Рис. 20). Серая является вмещающей толщей, рыжий материал – в трещинах, разбивающих горизонт.

Структура мелко-ореховато-призматическая. Встречаются мелкие, до 1 мм угольки. Поры встречаются редко, все они – чистые.

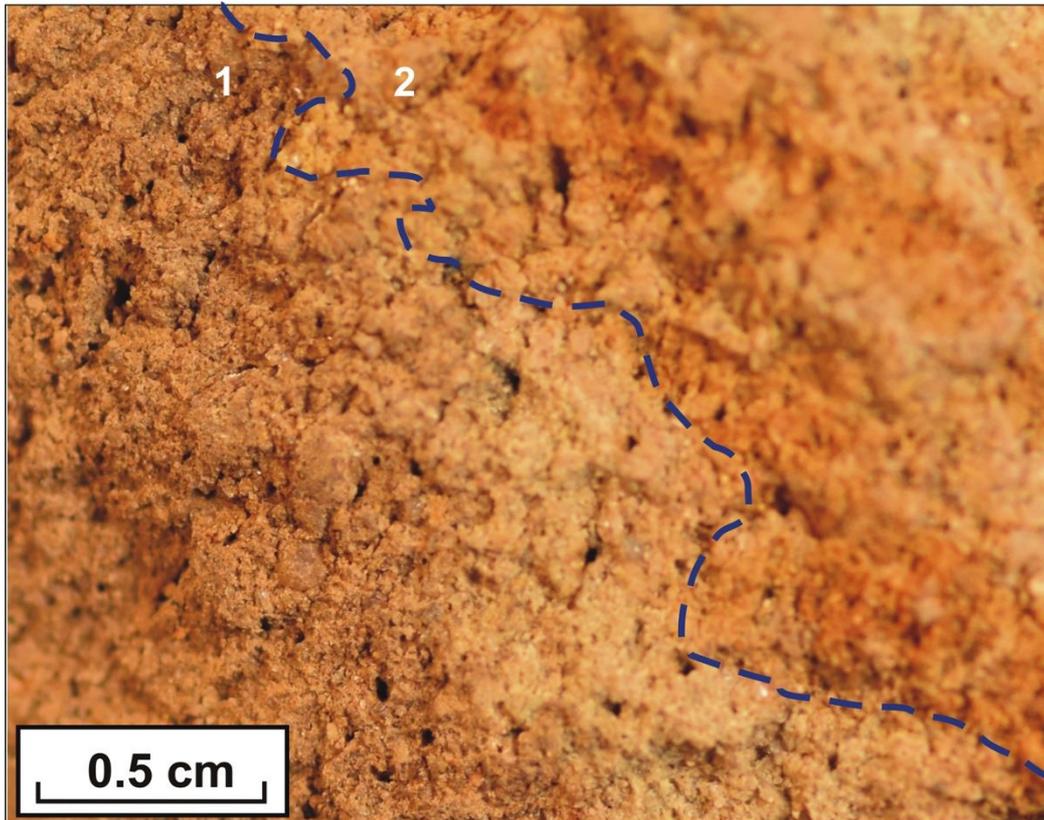


Рис. 20. Контакт С-3 клина и горизонта [Btg]. 1 зона – материал клина; 2 – вмещающая толща, горизонт [Btg].

22. С-3 клин. низ клина.

Явно трехцветный образец (Рис. 21):

1) есть прогумусированная часть (вверху). Соответствующий ей цвет – светоло-серый.

2) светло-палевый участок

3) буровато-рыжий.

Явной границы между этими тремя частями нет.

Встречаются локальные новообразования карбонатов кальция – белоглазки. Очень много пор. Делятся примерно пополам на чистые и выполненные «творожистым» Са. Новообразования Fe и темных скоплений нет.



Рис. 21. С-3 клин. Низ клина. Прослеживается трехцветность толщи, проявляющаяся пятнами.

23. [Btg1]. 490-495 см.

Тяжелее вышележащего горизонта по гран. составу. Упаковка более компактная, ореховатая структура.

В образце присутствуют крупные (до 1,5 см) карбонатные новообразования сферической формы (белоглазка) (Рис. 22), а также марганцевые конкреции и буроватые кутаны. Образец двухцветный – серый и бурый. По некоторым порам встречается темный материал, наиболее вероятно – органического происхождения. Пор, выполненных кальцитом – нет.



Рис. 22. [Btg1]. Карбонатные новообразования в виде белоглазки.

24. Северный клин. 555–565 см. Контакт с [Btg2].

Тоже трехцветный. Вмещающая толща – буровато-серая (Рис. 23). Встречаются большие (до 3 см в диаметре) рыжие пятна. Белые также встречаются, но имеют меньший размер.

Карбонатные новообразования в виде псевдомицелия по стенкам всех пор. Встречаются хлопьевидные новообразования карбонатов кальция, выраженные в виде светлых (до белого) пятен.

Рыхлая упаковка, образец легко крошится.

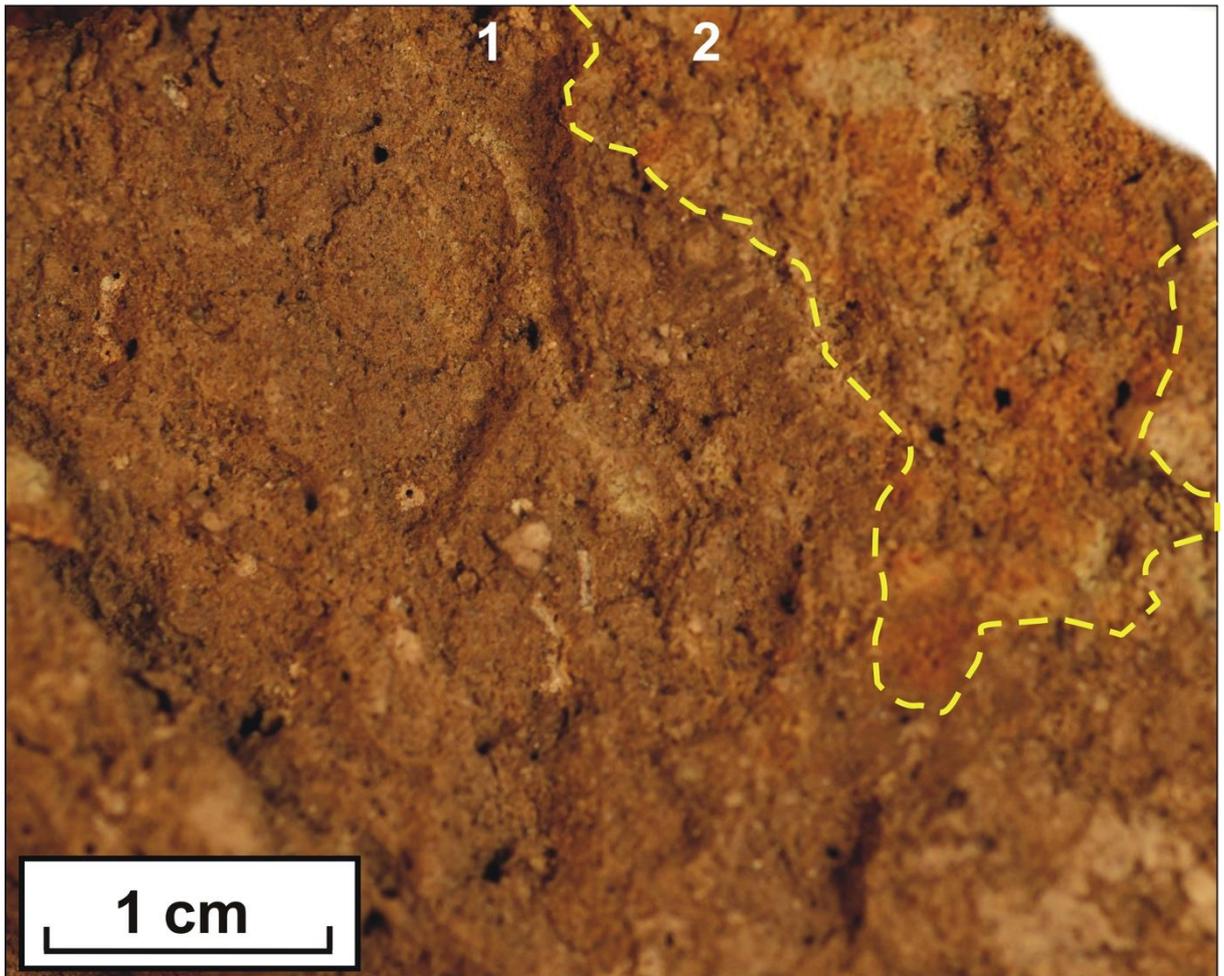


Рис. 23. Северный клин. 1 – более темный материал, заполняющий клин; 2 – материал горизонта [Btg2].

25. [Btg2]. 560–570 см.

Образец двухцветный, очень пятнистый (Рис. 24). Мраморовидная окраска: сизовато-серый с желтовато-охристыми пятнами. Прослеживаются тонкие буровато-серые кутаны. Слабопористый опесчаненный суглинок.

Плотное сложение. Плитчатая структура. Карбонатов кальция нет. Много кварцевых зерен.

Встречаются железистые пятна, но не в виде конкреций, просто как окрашивающее вещество. Явные потеки материала, содержащего окисленную форму железа.

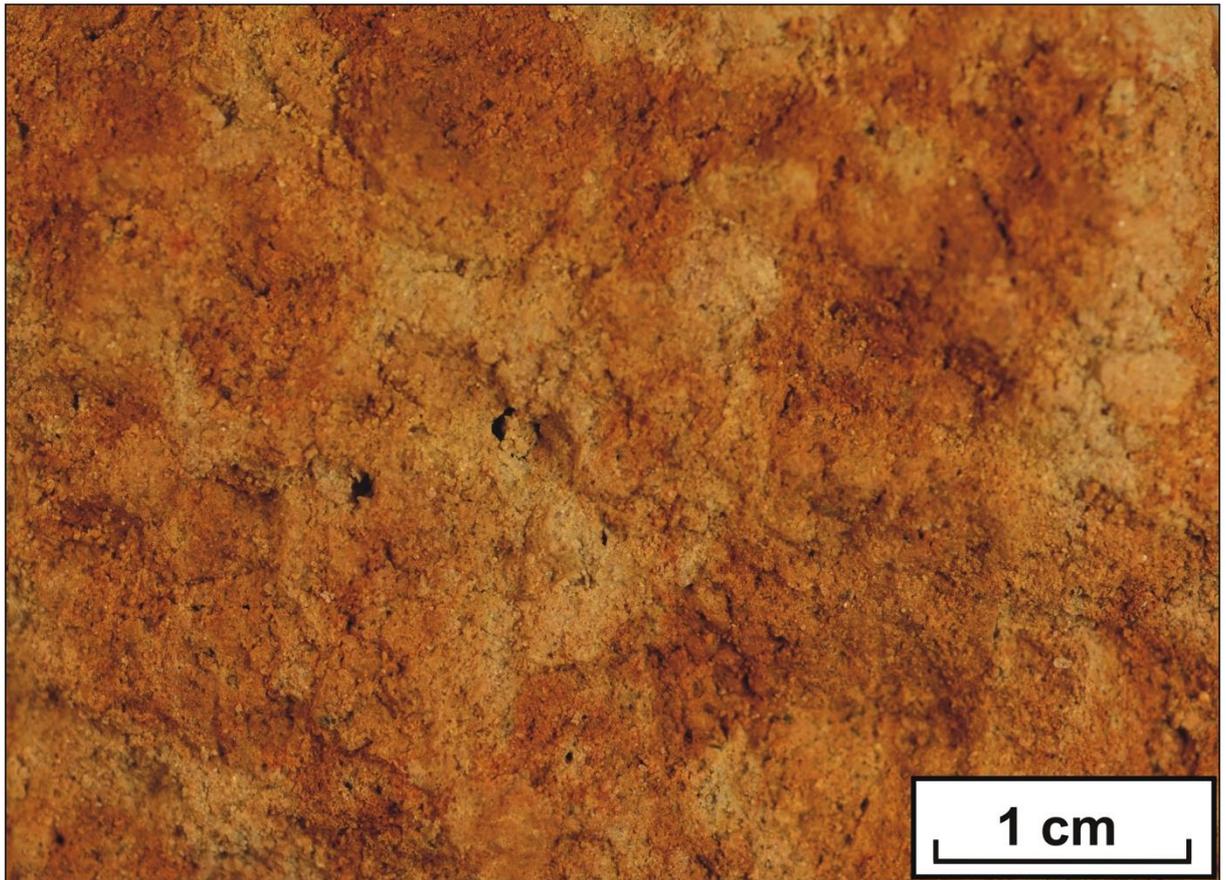


Рис. 24. Вtg2. Сильная пятнистость материала текстурного горизонта.

26. [G]. 600 см.

Светло-оливково-серый, на общем фоне прослеживаются темно-палевые зоны.

Тонко-сортированный, мелко-среднезернистый (Рис. 25). Очень легкий состав. Есть пятнышко, прокрашенное окисленным железистым материалом от вышележащего горизонта. Слабо сцементированный, рыхлое сложение. Пор нет. Конкреций любого материала также нет.



Рис. 25. G. Тонкая сортированность материала; отсутствие пор.

На основании мезоморфологического анализа, была построена сводная таблица встречаемости признаков (табл. 1).

Таблица 1. Мезоморфологические позднелейстоценовые палеопочвенные признаки в толще разреза Ямской степи.

Глубина	Генетический горизонт	Сплошная карбонатная пропитка	Карбонатный псевдомицелий	Мелкокристаллический кальцит	Игольчатый кальцит	Сегрегационные формы карбонатов	Мелкие поры	Средние поры	Крупные поры-каверны	Очень крупные поры (4-5 мм)	Чистые поры	Поры с темным крист. вещ-вом	Марганцевые конкреции	Прогумусированные пятна	Глинистые кутаны	Отмытые кварцевые зерна
280	Педоседимент 1			+	+		+				+		+			+
345	Педоседимент 2			+		+	+				+					+
MIS 5ad	Маломощная ранневалдайская															
395	[AYmc].			+		+	+	+	+		+		+			+
400	[AYmc].		+	+		+	+	+	+		+	+				+
400	[Gmc1].						+				+		+		+	+
410	[Gmc1].			+			+	+	+			+				+
MIS 5ad	Темногумусовая гидроморфная почва															
415	[Gmc]					+		+	+							+
415	[Gmc] контакт с [Aumc]			+				+	+		+					+
415	[Aumc]	+		+			+	+			+				+	+
MIS 5e																
435	[Btg1]		+	+		+								+	+	+
490	[Btg1]			+	+	+	+	+			+			+	+	
560	[Btg2]		+				+				+					+
600	[G]															+
клинья																
470	Ю-В клин															
470	Ю-В клин															
	С-З клин															
	С-З клин–низ клина			+		+					+					
555	С клин															

Подводя итог, по мезоморфологическому описанию (табл. 1), можно сказать следующее:

- описанные комбинации познаков подтверждают хорошую сохранность палеопочвенной информации, заключенной в стратиграфической толще изученного разреза, надежность и информативность выделенных по макроморфологическому строению почв и осадков;
- ряд признаков, таких, как наличие чистых пор и отмытых кварцевых зерен, встречаются во вмещающей массе всей толщи разреза;
- разрез четко дифференцирован по наличию различных форм вторичных карбонатных новообразований, среди которых преобладает мелкокристаллический кальцит;
- в гумусовых горизонтах маломощной валдайской и темногоумусовой гидроморфной почвах выявлено наибольшее количество признаков, позволяющих более детально выявить признаки проявления педогенеза конкретного хроноинтервала.

4.1.3. Микроморфологическое описание брянской почвы в разрезе Ямской степи.

[AYmc], I ритм.

Характерна высокая микроагрегированность. Агрегаты двух порядков: самые мелкие округлые агрегаты 100–200 мкм с резкими границами, при слипании образуют более крупные агрегаты 400–500 мкм. Материал песчано-пылевато-плазменный. Плазма глинисто-карбонатная кристаллитовая. Около отдельных пор зоны повышенной концентрации микрита в виде кутан. В самих порах много игольчатого кальцита – люблинита (рис. 26, d), встречается спарит. В этих же порах видны мелкие остатки корней. Мелкопесчаная фракция образует четкие кольца (рис. 26, b). Песчаные зерна кварца сильно трещиноватые и распадаются по трещинам на зерна крупнопылеватой размерности. Гумус скорее всего фульватный бурый в виде пигментации глинисто-карбонатной плазмы (рис. 26, c). Микроразонально отмечены дендровидные стяжения, предположительно, марганцево-железистого состава (рис. 26, a).

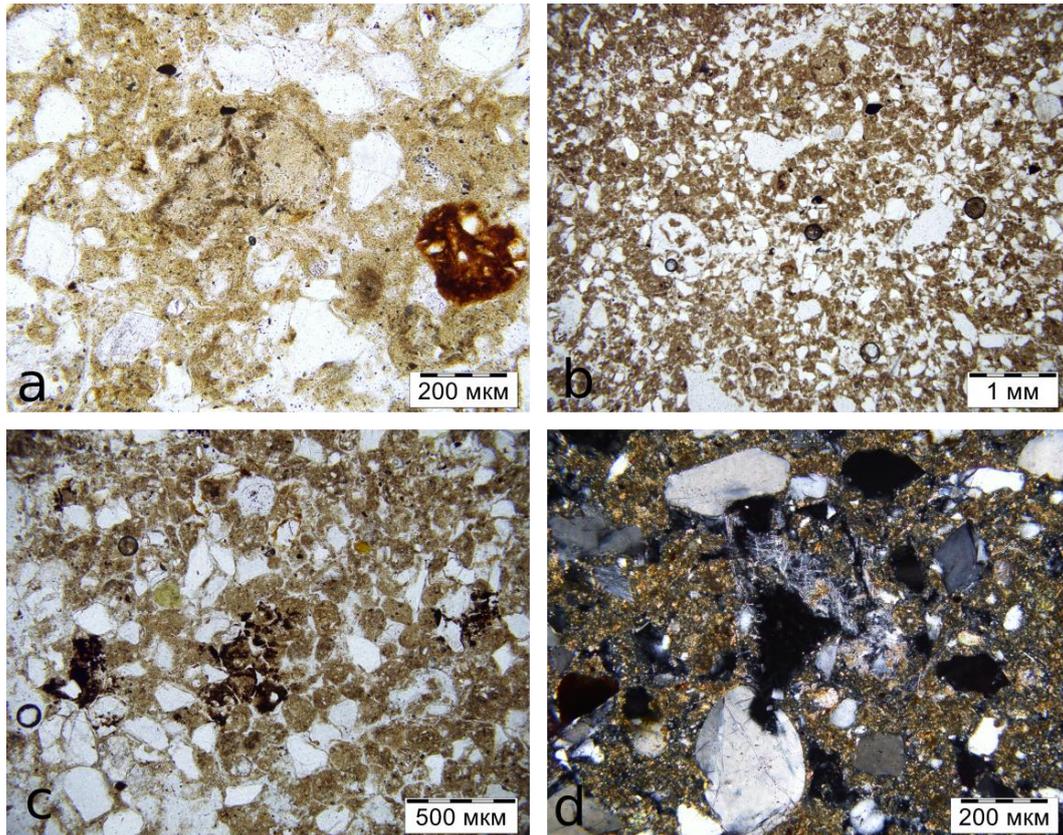


Рис. 26. Микроморфология брянской палеопочвы, I ритм, горизонт [Aymc].

Результаты микроморфологического описания палеогумусового горизонта I (верхнего) ритма брянской почвы были сравнены с результатами описания образцов, отобранных в 2015. В целом, они схожи, и имеют такие общие признаки, как наличие стяжений железисто-марганцевого состава, а также обилие игольчатых карбонатов в порах и биогенный характер генезиса пор. Однако, нами не были описаны ооидные структуры, наблюдаемые нами в образцах 2015 г. Также, в последнем, вышеизложенном описании палеогумусового горизонта впервые появились обильные трещиноватые зерна кварца, формирующие кольца.

[ABmc], I ритм.

Отличается от вышележащего меньшим содержанием тонкодисперсного вещества гумусо-глинисто-карбонатного состава. Поэтому состав основной почвенной массы можно охарактеризовать как песчано-плазменно-пылеватый. Кольцевая организация мелкопесчаных частиц видна, но менее отчетливо (рис. 27, a,b), что связано с более низким содержанием тонкодисперсного материала. Практически во

всех порах отмечен люблинит и тонкие микритовые кутаны по стенкам пор (рис. 27, c,d). Зерна песка так же сильно трещиноваты (рис. 27, c,d). Плазма кристаллитовая.

Отличается от вышележащего отсутствием относительно крупных дендровидных стяжений и узоров. Присутствуют мелкие железистые точечные выделения, вероятно, представляющие собой рудные минералы.

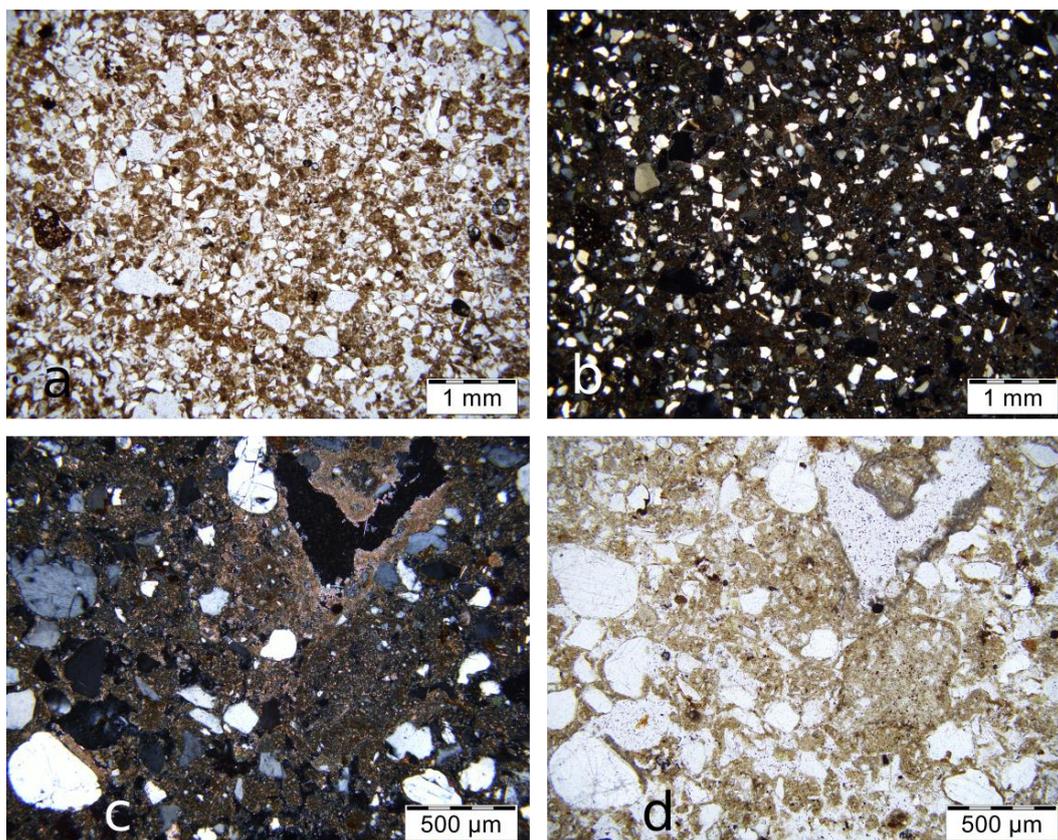


Рис. 27. Микроморфология брянской палеопочвы, I ритм, горизонт [АВмс].

[ВСАмс], I ритм.

Содержит существенно больше тонкодисперсного глинисто-карбонатного материала по сравнению с вышележащим горизонтом и существенно меньшим количеством мелкопесчаных и крупнопылеватых зерен, которые образуют преимущественно скопления в виде гнезд и в отдельных случаях нечеткие кольца. Практически во всех порах отмечен люблинит (рис. 28, а), вокруг пор микритовые кутаны. В некоторых порах отмечены скопления спарита. Крупные зерна кварца трещиноваты (рис. 28, c,d). В почвенной массе агрегаты с размером 100–200 мкм встречаются изолированно в отдельных рыхлых зонах, они не имеют четкой округлой формы и резких границ, как отмечалось в выше лежащих горизонтах. В этих же

рыхлых зонах встречаются более крупные агрегаты с размерностью около 500 мкм (рис. 28, b). В скрещенных николях видна легкая ооидная ориентация глины по краям круглых агрегатов.

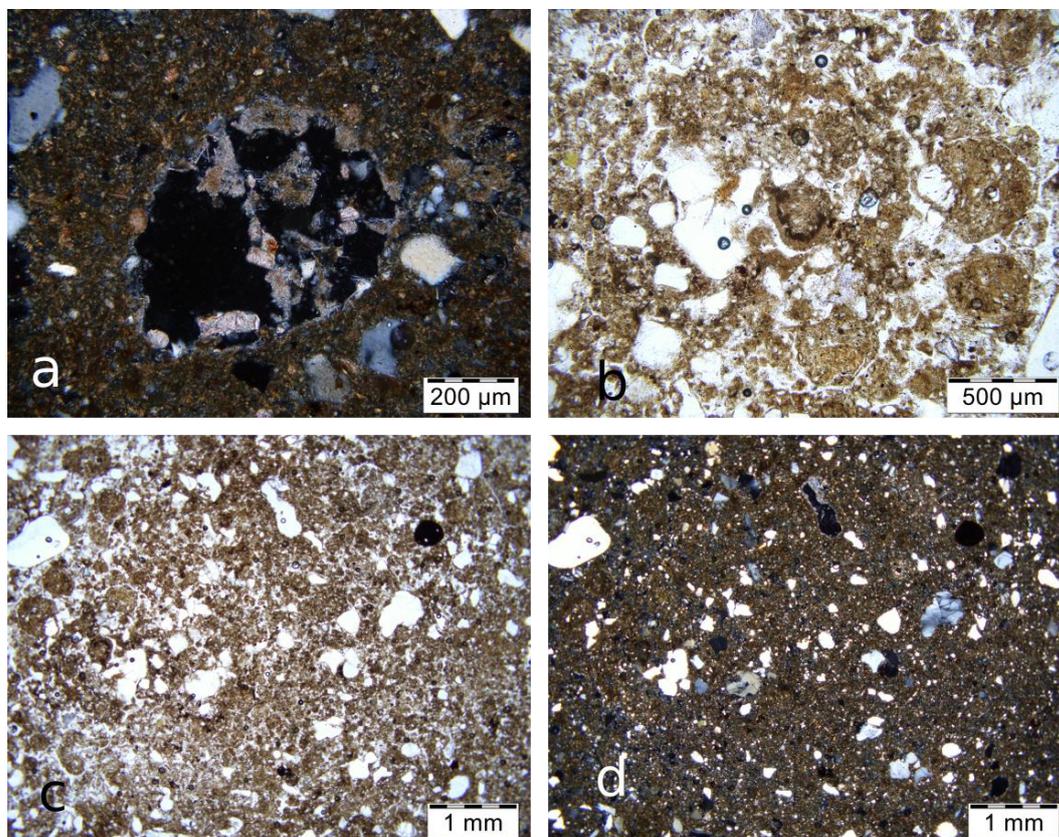


Рис. 28. Микроморфология брянской палеопочвы, I ритм, горизонт [BCAmc].

4.2. Гранулометрический состав почв и отложений разреза Ямская степь

Расчленение сложно организованной толщи разреза Ямской степи по гранулометрическому составу.

Гранулометрический состав почв имеет важное значение при интерпретации разновозрастных почвенно-осадочных толщ, которые формировались в течение последнего макроцикла (за последние 150 тыс. л.н.) в перигляциальных условиях в пределах Русской равнины. Учитывая водораздельную позицию изученного разреза, мы можем ожидать неравномерное поступление материала эоловым путем, который накапливался неравномерно в криоаридной эпохе: ранний валдай (MIS 4), поздний валдай (MIS 2).

Учитывая вышеизложенное, проинтерпретируем данные гранулометрического состава мощной толщи разреза (таблица 2) представим их в графической форме (рис. 29), где совмещены данные содержания фракций по профилю.

Анализ гранулометрического состава начинается с брянской почвы, которая представлена двумя ритмами почвообразования. I (верхний) ритм состоит из серии горизонтов [A_Уmc]–[ABmc]–[BCAmc] и относится к легкоглинистой пылевато-иловатой почве. Горизонт [A_Уmc] представлен несколькими образцами, однако, несмотря на разную глубину и место отбора образцов, данные гранулометрического состава получились схожими.

По содержанию крупного песка (фракция 1–0,25 мм) по всему первому ритму прослеживается стабильное распределение данной фракции и относительно невысокое содержание (3–4%). Содержание мелкого песка (0,25–0,05 мм) также стабильно, только один образец гумусового горизонта показал отклонение от средних 13% для данной фракции. Такая же тенденция стабильности замечена и в отношении лессовидной (0,05–0,01 мм) фракции.

Подобная картина повторяется и во всех фракциях физической глины. Стабильные значения в гумусовом горизонте всех трех фракций сохраняются на протяжении всего первого ритма брянской почвы. Такие данные гранулометрического состава показывают слабую дифференциацию, что говорит о слабом проявлении почвообразующего процесса и часто встречается в почвах органо-аккумулятивного отдела.

II (нижний), более древний ритм брянской палеопочвы сформирован на другом литогенном наносе. Профиль почвы повторяет I (верхний) ритм с системой горизонтов [A_Уmc]–[ABmc]–[BCAmc] и по классу гранулометрического состава относится к тяжелосуглинистой иловато-песчаной почве. Этот факт позволяет нам говорить о том, что почва сформирована на более облегченном материале, нежели почва I ритма. И действительно, по содержанию фракций крупного и среднего песка хорошо видно, что почва нижнего ритма, заметно опесчанена по сравнению с верхним ритмом. То же самое относится и к фракции мелкого песка (16–26%).

Фракция физической глины имеет меньшее содержание, нежели те же горизонты первого ритма. Нами выявлено меньшее содержание тонкодисперсных фракций по

сравнению с вышележащей почвой, в наибольшей степени выраженное во фракции мелкой пыли – здесь её содержание не превышает 16 %, в то время как в первом ритме максимальное значение составляет 19%. В целом, второй (нижний) ритм более облегчен. Наиболее вероятно, это связано с тем, что он сформирован на серии опесчаненных педоседиментов, формировавшихся в стадию MIS 4.

Следующая за брянскими почвами серия педоседиментов представлена двумя педоседиментами эфемерного почвообразования глубина 280–383 см, резко выделяется на общем фоне изученной толщи, т.к. здесь значительно возрастает содержание фракций крупного и среднего песка (9–15%) и мелкого песка (27%). Таким образом, общее содержание песчаных фракций достигает 35–43%. Это означает, что формирование педоседиментов проходило также на другой, более грубой, литогенной основе. Накопление эолового грубопесчаного материала происходило в ранневалдайское время (MIS 4). Лессовидная фракция распределена равномерно в мелкозем педоседиментов, как и фракция крупной пыли. Содержание обеих немногочисленно. Ила здесь 22–28%. Фракция физической глины стабильна по профилю и варьирует от 40 до 47%. Данные гранулометрического состава (преобладание грубодисперсных фракций, стабильное содержание ила и физической глины) подтверждают особенности морфологического строения разреза и преобладание литогенеза над педогенезом на границе микулинское межледниковье – ранний валдай.

Рассмотрим гранулометрический состав маломощная ранневалдайской почвы. Характерной особенностью является относительно высокое содержание крупного и среднего песка, немного меньшее, чем в вышележащих педоседиментах. Лессовидная фракция варьирует от 13 до 21%. Обращает на себя внимание очень высокое содержание фракции физической глины (61–63%) в горизонте [A_Уmc], обязанное большому содержанию ила и тонкой глины. Таким образом, данная толща разреза также сформирована на более однородном, сортированном материале по сравнению с вышележащей серией педоседиментов.

Примерно та же тенденция прослеживается и в нижележащей темногумусовой полугидроморфной почве, представленной тремя палеогоризонтами: [Gmc]–[AUmc]–[G]. Здесь описано практическое одинаковое, весьма высокое (58%) содержание фракций физического песка, не меняющееся книзу. Состав физической глины в толще почвы меняется, в верхней части преобладают фракции средней и мелкой пыли (21%), а в нижних горизонтах – палеогумусовом и глеевом – доминирует илистая фракция (28%). По гранулометрическому составу почва тяжелосуглинистая.

В заключение, рассмотрим гранулометрический состав профиля микулинской почвы, представленной серией палеогоризонтов [BTg1]–[BTg2]–[G]. Профиль дифференцирован по содержанию крупного и среднего песка. В верхней части палеогумусового горизонта составляет 16%, к нижней части уменьшается до 9–13%. Содержание мелкого песка по профилю значительно и достигает 22–30%. Лессовидная фракция в верхней части составляет 13% и в верхней части доходит до 5%, однако резко возрастает в палеоглеевом горизонте. Обогащенность физической глиной в наибольшей степени наблюдается в двух нижних глеевых горизонтах. По гранулометрическому составу почва тяжелосуглинистая иловато-мелкопесчаная.

По гранулометрическому составу с большой уверенностью можно констатировать наличие пяти крупных периодов эолового осадконакопления в позднем плейстоцене (MIS5–MIS2), четко диагностируемого по грубодисперсным фракциям. Полученные данные подтверждают деление почвенно-осадочной толщи по морфологическим признакам на палеопочвы и серию педоседиментов. Также, гранулометрический состав подтверждает результаты морфологического анализа и радиоуглеродной датировки и позволяет судить о двуритмичности Брянского интерстадиала, вызвавшего формирование двух отличающихся почв, развитых на разных почвообразующих породах.

Таблица 2. Гранулометрический состав почвенно-осадочной толщи Ямской степи.

Горизонт	Глубина отбора, см	Размер частиц, мм; содержание фракций, %					
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001
[AYmc]	190	4	12	21	10	19	34
	190	4	12	21	10	19	34
	200	3	14	22	10	18	34
	200	5	22	21	6	17	30
[ABmc]	230	5	14	23	8	18	33
[BCAmc]	200	3	13	27	11	15	32
	200	3	15	21	10	17	34
[AYmc]	200	8	29	17	6	13	26
	200	15	19	17	5	12	32
	230	8	23	19	5	15	30
[ABmc]	200	6	21	21	7	16	30
	230	7	22	23	6	15	26
[BCAmc]	230	4	20	26	7	16	27
	230	8	30	18	7	12	23
Педоседимент 1	280	15	28	16	5	13	22
Педоседимент 2	345–350	9	27	17	8	10	29
[Gmc1]	390–400	12	25	22	3	14	24
	400	13	25	19	3	11	29
	400	10	26	16	7	17	24
	405	10	26	16	6	12	29
[AYmc]	405	10	31	15	7	22	15
	405	11	20	16	14	22	17
[Gmc]	415–425	9	32	14	5	15	25
[Gmc]	405	14	29	16	9	12	19
	405	14	29	16	9	12	19
[AUmc]	425–435	13	33	11	4	10	28
[G]	430–440	15	34	9	4	9	29
[BTg1]	435	16	30	11	4	12	26
[BTg1]	455	12	34	13	4	13	25
[BTg1]	495–505	9	27	14	6	18	26
[BTg2]	560–570	6	23	16	10	18	26
[G]	590(600)						
	– 600(610)	14	32	19	6	15	15

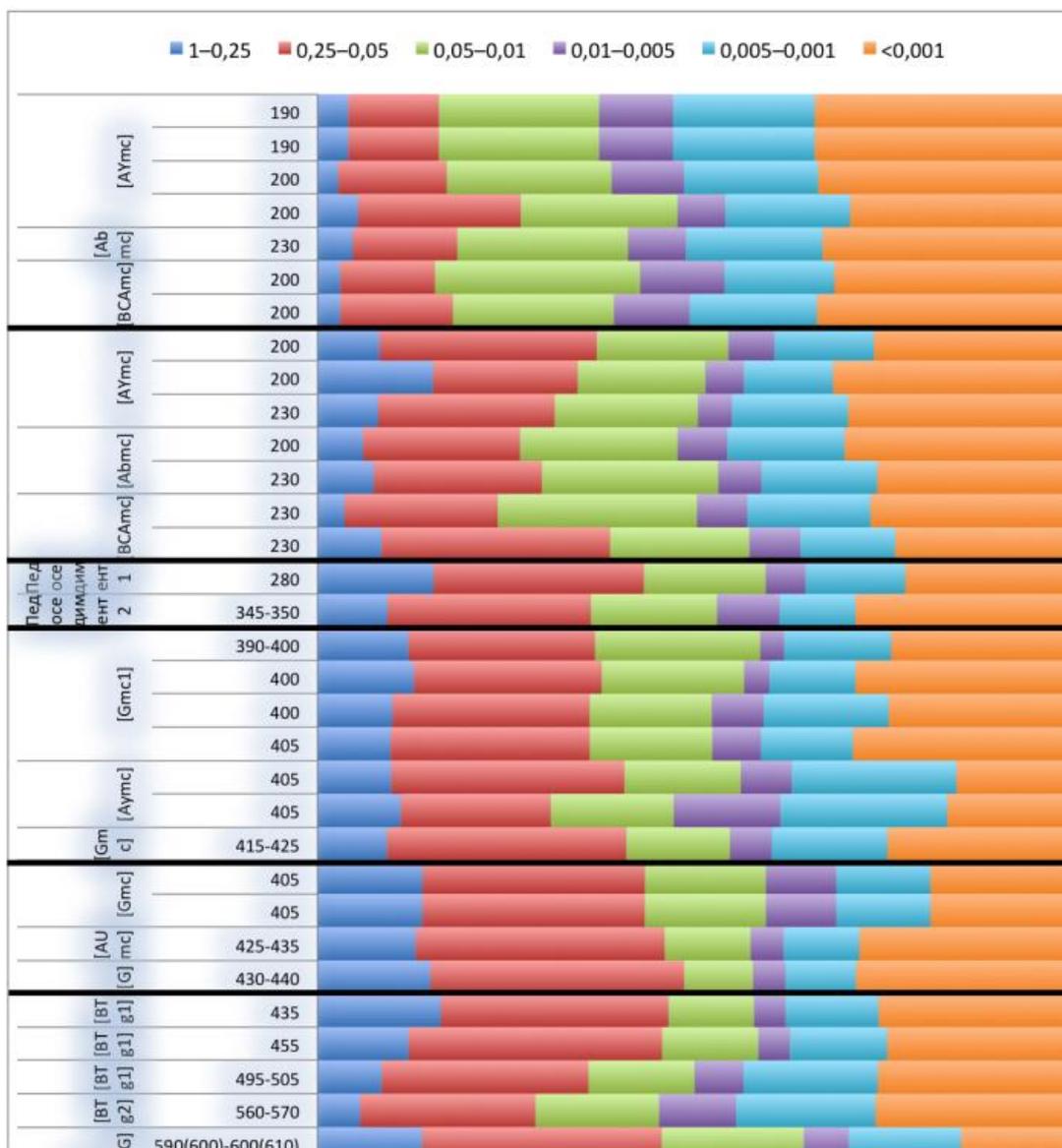


Рис. 29. Содержание фракций гранулометрического состава в толще разреза Ямской степи.

4.3. Содержание общего углерода

Общее содержание углерода имеет большое значение при интерпретации разновозрастных почвенно-осадочных толщ. Учитывая полученные ранее данные, мы можем проанализировать количество углерода в толще разреза Ямской степи и сравнить нахождение резких перепадов его содержания с границами, полученными в результате морфолого-генетического анализа и анализа гранулометрического состава.

В вышеуказанных методах мы обнаружили резкие изменения практически всех показателей на границах палеопочв и педоседиментов, что связано с условиями почвообразования и осадконакопления (рис. 30).

В первом ритме брянской почвы содержание углерода стабильно высокое, больше 2%. Здесь наблюдается традиционная тенденция снижения содержания углерода вниз по профилю, от гумусового горизонта к карбонатно-аккумулятивному. Небольшое возрастание наблюдается при переходе от [BCAmc] первого ритма к [AYmc] второго ритма (Рис. 28). Во втором ритме брянской почвы описана схожая картина постепенного снижения содержания углерода книзу, однако общее содержание углерода здесь ниже, чем в первом ритме, и его снижение происходит более активно – от 1,5% в палеогумусовом горизонте до 0,6% в нижней части [BCAmc].

Далее, в нижележащих почвах содержание углерода стабильно низкое, не превышающее 0,5%, однако его увеличение возрастает до 0,5–0,75% в [AYmc] и [AUmc] маломощной ранневалдайской и темногоумусовой полугидроморфной почвах. Ближе к концу, в микулинской почве, описано очень низкое содержание углерода, около 0,15%, а в глеевом горизонте – 0,03%.

Полученные данные подтверждают двуритмичность педогенеза брянского интерстадиала, а также показывают некоторые различия в палеопочвах всей почвенно-осадочной толщи, в том числе в гумусовых горизонтах погребенных почв стадии MIS5.

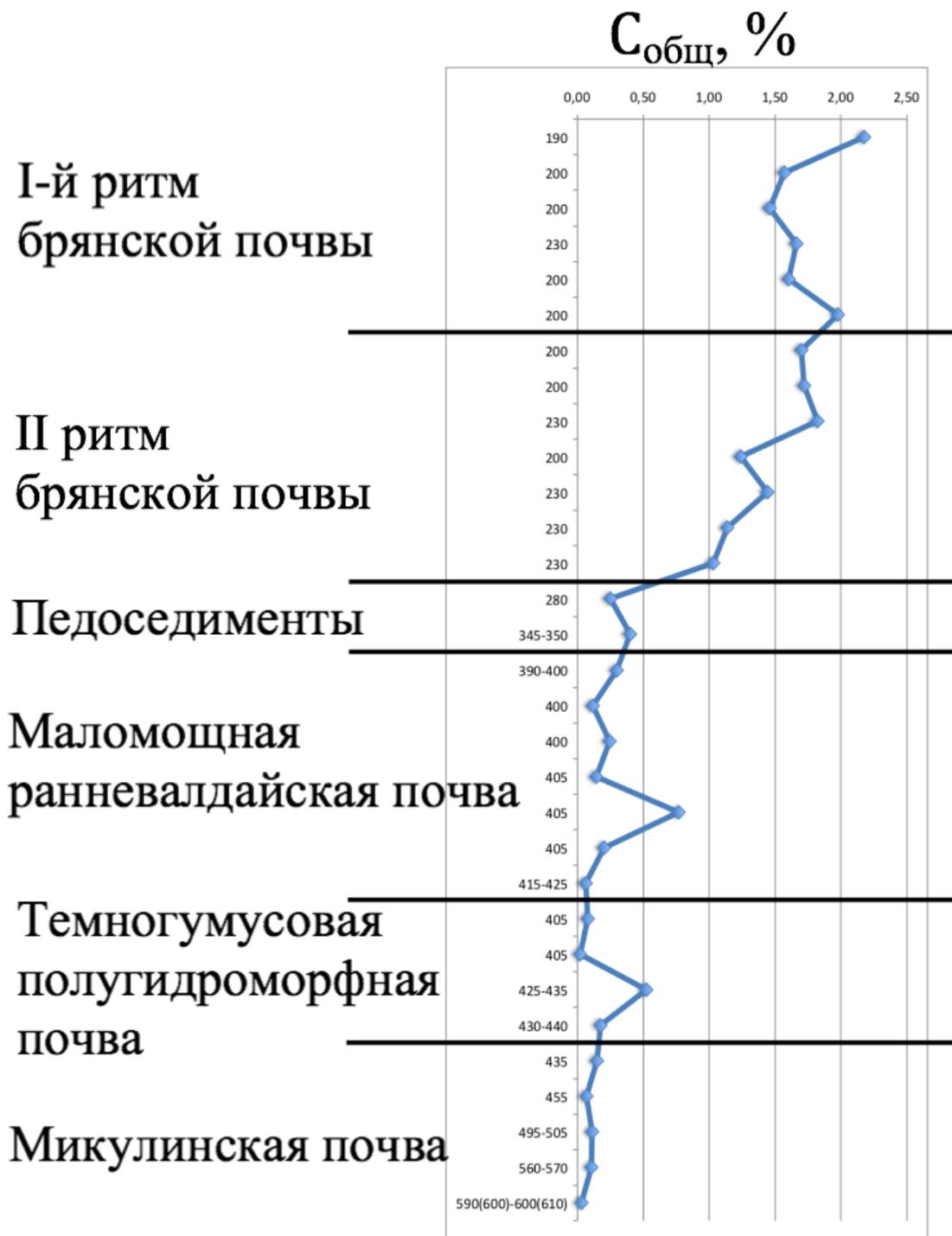


Рис. 30. График содержания общего углерода в почвенно-осадочной толще Ямской степи.

4.4. Радиоуглеродное датирование горизонтов брянских почв

В дополнение к вышеперечисленным анализам нами было принято решение о дополнительном определении возраста в качестве доказательства ритмично почвообразования в брянский интервал. Для этого были отобраны образцы из гумусовых горизонтов обоих ритмов.

В результате проведения данного анализа был установлен возраст двух ритмов брянской палеопочвы. В соответствии с этим, возраст верхнего (первого) ритма датирован 25113 ± 35 к.л.н. лет назад, нижний (второй) соответствует возрасту 28781 ± 379 к.л.н. лет назад, что соответствует брянскому интерстадиалу (32–24 тысячи лет назад (Величко, 2002) и является прямым доказательством ритмичности и позволяет однозначно судить о принадлежности почв к брянскому интервалу (цит. По Багровой, 2015)

Таблица 3. Радиоуглеродное датирование горизонтов брянских почв с использованием метода AMS в разрезе Я62-П16.

IGAN_{AMS}	UGAMS	Брянская палеопочва, разрез Я62-П16	¹⁴C, BP	¹⁴C Cal BP-лет назад
5062	24572	I ритм Горизонт [AYmc], Глубина 200 см	20981±55	25113 ± 355
5061	24573	II ритм Горизонт [AYmc], Глубина 230 см	23921±66	28781 ± 379

По устному сообщению С. А. Сычевой (2016) (данные не опубликованы), полученные нами даты близки к единственной датировке по Александровскому карьере.

Выводы

1. В пределах сложно организованной гетерохронной почвенно-осадочной толщи разреза (MIS 5e–MIS 1) мощностью $\approx 6,5$ м в пределах водораздельной поверхности Ямской степи выявлены следующие составные части:

- голоценовый миграционно-мицеллярный чернозем;
- два полноразвитых профиля брянской почвы с профилем [AYmc]–[ABmc]–[BCAmc];
- ранневалдайские педоседименты инициального полугидроморфного педогенеза (2 педоседимента);
- Две ранневалдайские гидроморфные палеопочвы (MIS5a–d): маломощная серогумусовая и темногумусовая глеевая;
- Серия горизонтов [BTg1]–[BTg2]–[G] микулинской межледниковой почвы (MIS5e), сформированной на двучленном наносе (лессовидные суглинки-олигоценые пески).

Таким образом, в изученном разрезе, процессы педогенеза доминируют над процессами осадконакопления (эоловый привнос пылеватого материала).

Несмотря на водораздельную позицию разреза в современном ландшафте, в почвенной толще разреза записаны признаки полугидроморфного и гидроморфного 2. В пределах выявленного хроноинтервала (последние 100–150 тыс. лет) наибольшая выраженность педогенеза диагностирована в выявлении полнопрофильных почв: темногумусовой глеевой крутицкой фазы (MIS 5a–d) и голоценового чернозема, а также двух ритмов брянская палеопочвы (MIS 3).

2. Впервые на основании современных методов абсолютного геохронологического датирования (на основании метода AMS) установлено, что для территории южной части Среднерусской возвышенности выявлено существование почв двух ритмов педогенеза средневалдайского мегаинтерстадиала, имеющих возраст ~ 25 тыс. кал.л.н. для верхнего и ~ 29 тыс. кал.л.н. для нижнего ритмов, что однозначно подтверждает принадлежность почв к брянскому интерстадиалу.

3. Несмотря на то, что брянские палеопочвы совмещены с нижними горизонтами голоценового чернозема и разбиты мощной сетью клиньев позднеплейстоценового криогенеза, выявлен не нарушенный криогенными процессами позднеледниковья профиль верхнего (позднего) ритма брянской почвы. В пределах лесостепной зоны Русской равнины при изучении палеопочв Брянского интерстадиала ранее не было выявлено сохранившихся профилей. Такая сохранность палеопедогенной информации, зафиксированной в памяти брянских палеопочв, является событием исключительной важности.

4. Проведенный сравнительный анализ по перераспределению фракций гранулометрического состава профиля погребенных почв, а также анализ общего углерода, макро- и микроморфологическое описание профиля погребенных почв подтверждают двуритмичность педогенеза брянского интерстадиала; профиль каждого ритма формировался на своей почвообразующей породе (разновозрастном лессовом материале), что позволяет судить о разнородности литогенных слоев, на которых формировались почвы двух ритмов.

5. Разрез Ямская степь, заложенный в пределах современных водораздельных территорий, представляет большую ценность для изучения палеогеографической обстановки Среднерусской возвышенности. Здесь сохранились основные лессово-почвенные реперы последнего макроцикла, отражающие колебания климата в криоаридно-криогумидной амплитуде: средневалдайские почвы, представленные в виде двух ритмов педогенеза, палеопочвы и криоструктуры раннего Валдая и текстурно-дифференцированная почва предыдущего межледниковья. Все описанные палеопочвы сформированы на плоских погребенных поверхностях или в пределах пологих склонов и сохранились *in situ*.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ВКР

1. Коркка М.А., Рыбин Г.В. Первые данные о нахождении палеопедокомплекса позднего неоплейстоцена в Ямской степи (ФГБУ ГЗ «Белогорье») // Материалы Международной научной конференции XVIII Докучаевские молодежные «Деградация почв и продовольственная безопасность России» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб.: Издательский дом С.-Петербургского государственного университета, 2015. С 288–289.
2. Коркка М.А., Русаков А.В., Багрова С.М., Рыбин Г.В. Морфологическое строение и стратиграфия позднеплейстоценовых палеопочв разреза Ямская степь (Белгородская область) // Пути эволюционной географии: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Величко (Москва, 23–25 ноября 2016 г.). – М.: Институт географии РАН, 2016. С. 153–157.
3. М.А. Коркка, Г.В. Рыбин. Морфологическое строение и стратиграфия позднеплейстоценовых палеопочв разреза Ямская степь (Белгородская область) // Материалы Международной научной конференции XX Докучаевские молодежные чтения «Почва и устойчивое развитие государства» / Под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб., 2017. С. 321–322.

Литература

1. Алисов Б.П. Климатический очерк Курской, Орловской, Тамбовской и Воронежской областей // Вопросы географии. Сб. 13. М., 1949.
2. Алифанов В.М., Гугалинская Л.А., Овчинников А.Ю. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно–Европейской равнины. ГЕОС, 2010, 178 с.
3. Багрова С.М. Брянские палеопочвы (МИСЗ) водораздельной позиции Ямской степи: морфология, свойства, палеогеографическая интерпретация. Выпускная работа бакалавра. СПб, СПбГУ, ИНоЗ, 2016, 54 с. (Кафедра почвоведения и экологии почв ИНоЗ СПбГУ).
4. Бердников В.В. Палеокриогенный микрорельеф центра Русской равнины. М.: Наука, 1976, 126 с.
5. Величко А.А. Вопросы геохронологии лессов Европы // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1965. № 4.
6. Величко А.А. Периодизация событий позднего плейстоцена в перигляциальной области // Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет / под ред. И.П. Герасимова. Наука, 1982, с. 70–74.
7. Величко А.А., Морозова Т.Д., Нечаев В.П., Порожнякова О.М. Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие. М.: Наука, 1996. 150 с.
8. Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. Наука, 1973, 256 с.
9. Величко А.А. Проблемы корреляции плейстоценовых событий в ледниковой, перигляциально-лессовой и приморской областях Восточно-Европейской равнины // Проблемы палеогеографии лессовых и перигляциальных областей. ИГ АН СССР, 1975. С. 7–25.
10. Величко А.А. Реликтовая криогенная морфоскульптура Русской равнины, ее научное и прикладное значение // Докл. АН СССР. 1964, с. 1078–1081.
11. Величко А.А. Основные черты ландшафтных изменений на территории Северной Евразии в позднем плейстоцене и голоцене // Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 130 000 лет / Под ред. А.А. Величко. М.: ГЕОС. 2002, с. 156–164.
12. Гугалинская Л.А. Почвообразование и криогенез Центра Русской равнины в позднем плейстоцене. Пущино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1982. 204 с.
13. Заррина Е.П., Краснов И.И. Стратиграфическая корреляция четвертичных отложений Европейской части СССР // Четвертичная геология и структурная геоморфология СССР. Труды ВСЕГЕИ, 1977. Новая серия. Т. 222.

14. Коркка М.А., Русаков А.В., Багрова С.М., Рыбин Г. В. Морфологическое строение и стратиграфия позднеплейстоценовых палеопочв разреза Ямская степь (Белгородская область) // Пути эволюционной географии: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А.Величко (Москва, 23-25 ноября 2016 г.). – М.: Институт географии РАН, 2016. С. 153–157.

15. Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А. Геолого-палеоэкологические события и обстановка позднего плейстоцена в районе палеолитического поселения Сунгирь // Позднепалеолитическое поселение Сунгирь. М.: Научный мир, 1998. С. 189–218.

16. Морозова Т.Д. Развитие почвенного покрова Европы в позднем плейстоцене. М.: Наука, 1981. 282 с.

17. Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет / Под ред. Герасимова И.П., Величко А.А. Наука, 1982. 156 с.

18. Палеоклиматы и палеоландшафты внетропического пространства Северного полушария. Поздний плейстоцен – голоцен // Атлас–монография / Под ред. А.А. Величко. М., 2009. 120 с.

19. Покровская В.М. Описание растительности Ямской степи // Тр. Центр.-Чернозёмн. гос. заповедника. Вып. 1. М., 1940. С. 369-407.

20. Путеводитель научных полевых экскурсий VII съезда Общества почвоведов им. Докучаева и Всероссийской с зарубежным участием научной конференции «Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны» (Белгород, 15–22 августа 2016 г.) / Под ред. Ю.Г. Чендева. – Москва-Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2016, 122 с.

21. Путеводитель научных экскурсий XII международного симпозиума и полевого семинара по палеопочвоведению «Палеопочвы, педоседименты и рельеф как архивы природной среды». Под ред. И.В. Ковда. М.; 2013, 109 с.

22. Русаков А.В. Почвы и почвенный покров Ямской степи. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2012. 216 с.

23. Чеботарева Н.С., Макарычева И.А., Фаустова М.А. Ритмичность изменений природных условий на Русской равнине в валдайскую эпоху // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1978. №3. С. 15-28.

24. Alifanov V.M., Bader N.O., Gugalinskaya L.A., Sulerzhitsky L.D. Paleosols on the Paleolithic capsite of Sungir // Paleosols and modern soils as stages of continuous soil formation. M.; 2010. P. 57-66.

25. Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I. et al. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia // Quaternary Science Reviews. 2004. Vol. 23. P. 1229-1271.