

УДК 638.48

ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И СОВРЕМЕННОЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ РОССИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПАЛЕОКРИОГЕНЕЗА

© 2011 Л.А. Гугалинская^{1,2}, А.Ю. Овчинников^{1,2}, Д.А. Попов¹, И.М. Вагапов²,
А.В. Бухонов¹, А.Г. Кондрашин², К.М. Рапацкая², В.М. Алифанов^{1,2}

¹ Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
г. Пущино

² Пущинский государственный университет

Поступила в редакцию 12.05.2011

Показано, что голоценовое почвообразование в Европейской лесостепи в значительной степени зависит от истории почвообразующих пород – позднелайстоценовых покровных лессовидных суглинков. Суглинки сформировались в результате совместного действия процессов лито-, крио- и педоморфогенеза, представляют собой педоциклиты, состоящие из серии наложенных друг на друга, мало отличающихся морфологически элементарных почвенных образований. Современные почвы сформировались в результате наложения голоценового почвообразования на позднелайстоценовые педоциклиты.

Ключевые слова: почвообразование, палеокриогенез, стратиграфия почвенного профиля, элементарное почвенное образование

В последнее время специалистами все большее внимание уделяется изучению почвенного покрова, функционирующего в современных условиях природной среды, но тесно связанного с изменчивостью палеогеографических и палеоэкологических условий его формирования. Эта проблема экологии почв решается путем изучения свойств не только современных, но и древних (погребенных и реликтовых) почв. Такие исследования, являясь основой одного из важнейших направлений генетического почвоведения – палеопочвоведения, позволяют получать палеоэкологическую информацию об условиях формирования экосистем в прошлом, понимать особенности их современного функционирования и неоднородности [2, 3, 7, 13, 16, 17]. К числу носителей, наиболее достоверно сохраняющих информацию об естественно-экологических условиях формирования почв, исходя из наших

исследований, относятся разновозрастные палеокриогенные признаки и явления, сохранившиеся в почвообразующих породах, в профилях погребенных и современных почв. Такая информационная достоверность признаков палеокриогенеза определяется узким диапазоном литологических и климатических параметров их формирования и хорошей изученностью этих параметров в смежной науке криолитологии [1, 3, 5, 6].

Одним из самых интересных регионов для изучения влияния палеокриогенеза на современные процессы почвообразования является центр Восточно-Европейской равнины. Для этой территории палеогеографами, палеоботаниками и другими специалистами установлены многочисленные факты значительной изменчивости климатических (температурных, атмосферной увлажненности) условий и изменения ландшафтов [4, 8, 10, 18, 19]. Вместе с тем влияние одного из наиболее важных палеогеографических показателей для понимания генезиса, эволюции и неоднородности почвенного покрова Европейской территории России – почвенного палеокриогенеза – изучено еще недостаточно.

Объекты и методы. Исследования проводили на северных подтипах черноземов центра Восточно-Европейской равнины (Тульская область, N 54°38' с.ш., E 38°28' в.д.). Разрез 1-

Гугалинская Любовь Анатольевна, доктор биологических наук, профессор. E-mail: gugali@rambler.ru
Овчинников Андрей Юрьевич, кандидат биологических наук. E-mail: ovchinnikov_a@inbox.ru
Попов Дмитрий Алексеевич, аспирант
Вагапов Ильдар Махмудович, аспирант
Бухонов Александр Вячеславович, главный специалист
Кондрашин Александр Геннадьевич, аспирант
Рапацкая Карина Михайловна, магистрант
Алифанов Валерий Михайлович, доктор биологических наук, профессор. E-mail: alifanov_v@mail.ru

2010 был заложен в стенке известнякового карьера, расположенного на правом коренном берегу долины р. Венёвки, долина которой имеет ширину 2-3 км, относительное врезание ее составляет 30-50 м. Водораздельная поверхность, на которой расположен разрез, имеет уклон с востока на запад около $1-2^{\circ}$. Длина разреза 12 м, глубина 3 м. В разрезе вскрыты: современная почва, позднплейстоценовые покровные лессовидные суглинки, слоистые, в нижней своей части содержащие погребенные почвы и сильно криотурбированные, подстилающая их морена красно-бурого цвета. В настоящем исследовании применялись следующие методы: нивелирная съемка поверхности на месте разрезов-траншей и выделение элементов палеокриогенного полигонально-блочного микрорельефа; документирование морфологических свойств почв, определение физических и физико-химических характеристик почв.

Результаты и обсуждение.

Морфология черноземов в связи с палеокриогенезом. Современная почва в пределах стенки разреза представлена черноземом оподзоленным (межблочное понижение) и черноземом

выщелоченным (блочное повышение). В разрезе выявлены палеокриогенные структуры, которые по морфологическим особенностям были разделены на четыре типа (рис.1).

К **первому**, самому древнему типу, мы отнесли клиновидную структуру, по морфологическим особенностям соответствующую псевдоморфозам по повторно-жильному льду (ПЖЛ) [14, 15]. Структура залегает в морене на горизонтальной отметке 2,7-4,0 м на глубине 260 см и ниже, видимая глубина ее составляет около 50 см (рис. 1). Ширина псевдоморфозы в верхней части составляет около 140 см. Псевдоморфоза выполнена материалом серовато-сизого цвета с многочисленными субгоризонтальными светло-охристыми, разбитыми редкими субвертикальными язычками мощностью 0,5-1 см серого, сизоватого и охристого цветов. В целом границы структуры неясные (замытые), что подтверждает наше определение ее как именно псевдоморфозы по ПЖЛ, то есть крупной морозобойной трещины, заполнявшая рыхлым материалом в процессе вытаивания из неё льда.

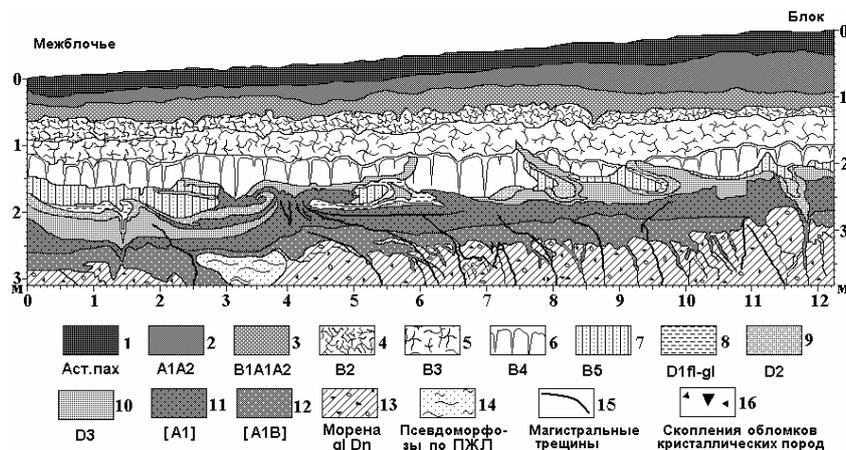


Рис. 1. Схема строения разреза 1-2010. Тульская область, Венёвский район:

1-9-горизонты современной почвы: 1-А старопашотный, 2-A1A2, 3-B1A1A2, 4-B2, 5-B3, 6-B4, 7-B5ca, 8-D1(fl-gl), 9-D3 с тонкими прослоями материала гор D2 мощностью 1-3 см, 11-12 – горизонты погребенной почвы: 11-[A1], 12-[A1B], 13 – морена, 14 – псевдоморфоза по ПЖЛ, 15 – магистральные трещины, 16 – скопления обломков кристаллических пород.

Ко **второму** типу мы отнесли крупные криогенные грунтовые структуры (ККГС) в виде субвертикальных клиньев-трещин высотой от 50 до 180 см и шириной в верхней части 30-35 см. Залегают они на горизонтальных отметках 1,5 м и 11,5 м соответственно (рис. 1). ККГС заполнены песчаным материалом и щебнем с примесью перекрывающего суглинка, который является почвообразующей породой для современной почвы. Отличительной особенностью

рассматриваемых ККГС является относительно малое влияние на них процессов солифлюкции, что позволило сохраниться их клиновидно-трещинной формы. По-видимому, субвертикальные клинья-трещины формировались в несколько этапов, что выражается в полигенетичности ККГС, наиболее ярко проявившейся на горизонтальной отметке 11,5 м. Возможность возникновения литологической неоднородности на участках погребения трещин подтверждена мерзлотоведами. Так, по данным

[9], эти участки всегда отличались рядом физических параметров от окружения, например, были всегда более увлажненными, и заложение новых морозобойных трещин происходила именно по «слабым» местам – более древним ККГС.

Хорошо сохранившаяся палеокриогенная структура **третьего** типа расположена на глубине около 180 см и горизонтальной отметке 4 м (см. рис. 1). По морфологическим особенностям структура третьего типа соответствует пятнам-медальонам, формирующимся в настоящее время в тундровой зоне. Формирование пятен-медальонов связано с образованием полигональных трещин, материал заполнения которых замерзает раньше межтрещинного суглинка, в результате чего образуются замкнутые системы текучего грунта, который под растущим гидростатическим давлением замерзающего материала прорывает верхнюю мерзлую корку и изливается наружу [12].

К **четвертому** выделяемому типу палеокриогенных структур мы отнесли наиболее ярко выраженные в разрезе крупные наклонные языковатые грунтовые структуры (ЯГС) разной степени выраженности, расположенные через 2-3 метра друг от друга и образующие видимые на горизонтальном срезе полигоны соответствующего размера. Угол наклона ЯГС на запад в центральной части разреза (с 3-го по 10-ый метры по горизонтали) составляет 20-25° (рис. 1). Сложены ЯГС неоднородным материалом, представленным преимущественно покровным суглинком (почвообразующая порода современной почвы), песчаным материалом, кристаллическими включениями, небольшим количеством бурого с сероватым оттенком материала, по-видимому, не выраженной

в разрезе, древней, разрушенной и перемытой почвы.

Таким образом, основными процессами, сформировавшими рассмотренную нижнюю часть разреза 1-2010, кроме осадконакопления, были процессы палеокриогенеза и, возможно, конвективной неустойчивости грунтов. Наличие подстилающей палеомерзлоты как водопора и источника дополнительной влаги, вероятно, приводило к значительной увлажненности разрушенного элементарного почвенного образования (ЭПО) и сохранившегося ЭПО (слои 10, 11) и течению их материала по наклонной поверхности мерзлоты в теплые интервалы. Условия, в которых ЭПО формировались, а также нижеприведенные аналитические характеристики ЭПО позволяют предполагать, что эти слабообразованные древние почвы принадлежали к типу тундрово-глеевых или их аналогам.

Физические и физико-химические характеристики черноземов, обусловленные палеокриогенезом.

Гранулометрический состав. Одним из главных физических свойств современных (голоценовых) почв является их гранулометрический состав. В данном исследовании различия по гранулометрическому составу определялись в двух зонах или в двух компонентах микро-рельефа – блочном повышении и межблочном понижении. По гранулометрическому составу в обоих случаях почвы данного ключевого участка (разрез 1-2010) относятся к легким глинам и тяжелым суглинкам, преобладающими фракциями в почвах блочного повышения и межблочного понижения являются илистая (<0,001 мм) и крупнопылеватая (0,05-0,01 мм) (рис. 2).

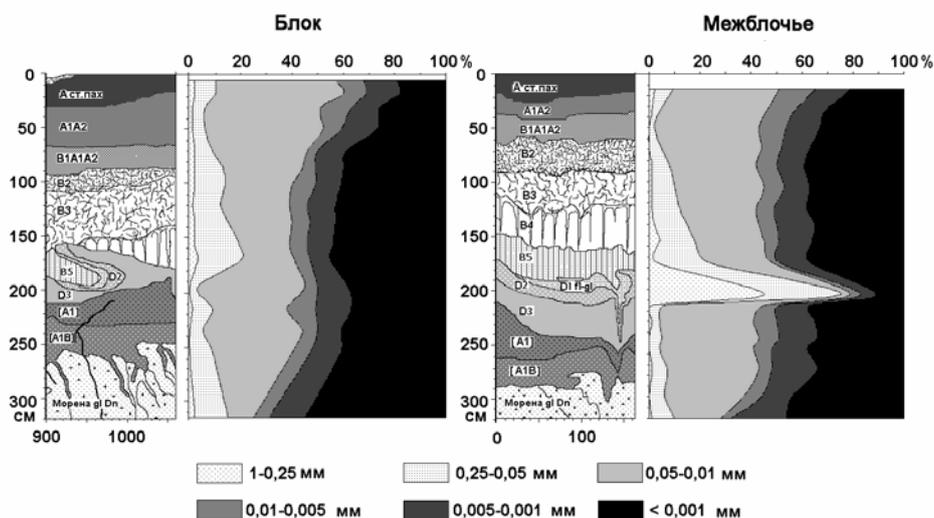


Рис. 2. Гранулометрический состав черноземов. Разрез 1-2010. Тульская область, Венёвский район

По распределению фракций по профилю почвы блока и межблочья существует четкая граница между верхней и нижней криоморфной частями профиля. Граница эта обусловлена существованием в межблочном понижении самостоятельной прослойки грубого материала, накопленного в результате поверхностного перераспределения не только дресвы и щебня, но и обеих фракций песчаного материала (среднего и тонкого песка). Кроме того, возрастание содержания легких фракций на границе нижней криоморфной и верхней частями профиля в межблочном понижении связано еще и с тем, что на глубине 180-200 см в условиях дополнительного увлажнения сформированы языки-карманы, языки-трещины, криотурбационные ямы, заполненные песчаным материалом. В почве блочного повышения во время накопления почвообразующего материала криоморфной (нижней) части профиля современных почв палеокриогенная ситуация, скорее всего, была иная. Здесь граница между верхней и нижней криоморфной частями профиля фиксируется лишь небольшим увеличением содержания фракции тонкого песка, а солифлюкционные и криотурбационные процессы практически не выражены. Но в условиях холодного и сухого климата позднего валдая во всей нижней криоморфной толще, могли развиваться процессы криогенеза, способствующие раздроблению зерен минералов крупных фракций до размеров крупной пыли, и одновременному коагулированию более мелких частиц (мелкая пыль, ил) также до состояния крупной пыли [11]. Во всяком случае, объяснение факта значительного обогащения крупной пылью материала нижней части профиля современного чернозема на блочном повышении развитием процесса криогенной пелитизации почвообразующего материала нам представляется наиболее вероятным.

Влажность и плотность. Определение влажности и плотности почв термостатно-весовым методом проводилось в каждом генетическом горизонте в двукратной повторности. Профили черноземов на разных элементах палеокриогенного микрорельефа (блочном повышении и межблочном понижении) заметно различаются по влажности. На общем фоне увеличение влажности вниз по профилю по обоим элементам палеокриогенного микрорельефа в почве блочного повышения наблюдается некоторое уменьшение влажности в гор. В3 (на 5-7 единиц на глубине 110-130 см) по сравнению с выше- и нижележащими горизонтами. В почве межблочья в гор. В3, и нижележащих горизонтах (на глубине 140-185 см) происходит снижение количества влаги, что, скорее всего, связано с повышенным содержанием

песчаных фракций в гранулометрическом составе этих горизонтов, уменьшающую влагоудерживающую способность почв (рис. 3). Профили черноземов по разным элементам палеокриогенного микрорельефа (блочных повышении и межблочных понижениях) заметно различаются по плотности. В черноземе межблочного понижения плотность почв в отдельных случаях более чем на $0,1-0,3 \text{ г/см}^3$ в нижних иллювиальных горизонтах (на глубине 140-160 см) больше, чем плотность почвы блочного повышения. Это увеличение значительной плотности, по-видимому, связано с облегчением гранулометрического состава и уменьшением влажности почвы на данной глубине.

Физико-химические характеристики. По физико-химическим характеристикам почвы блока и межблочья различаются заметно (рис. 3). Содержание органического вещества в почве блока уменьшается с глубиной более постепенно; почва блока существенно более кислая, чем почва межблочья; распределение поглощенного Ca^{2+} в почве межблочья значительно более неравномерное; распределение поглощенного Mg^{2+} в почве межблочья, наоборот, значительно более равномерное; обменные Na^+ K^+ распределены неравномерно и в почве блока, и в почве межблочья, но пики их содержания не совпадают; распределение подвижных P_2O_5 K_2O очень сильно разнятся в почвах блока и межблочья. Таким образом, полученные физические и физико-химические характеристики исследованной позднеплейстоценовой суглинистой толщи и сформированной на ней голоценовой почвы показали, что свойства почвы заметно дифференцированы в зависимости от положения ее профиля на элементе палеокриогенного микрорельефа – на блочном повышении или межблочном понижении.

Выводы:

1. Признаки палеокриогенеза относятся к числу наиболее устойчивых к процессам диagenеза, поэтому криоморфные почвы (современные и древние) обладают высокой палеоэкологической информативностью. Покровные лессовидные суглинки в качестве почвообразующих пород современных почв, сформированные в результате циклического чередования процессов лито-, крио- и педогенеза, представляют собой педоциклиты, то есть циклически построенные толщи, состоящие из криоморфных элементарных почвенных образований. К числу наиболее часто встречающихся признаков палеокриогенеза относятся криотурбации, солифлюкционное течение грунтов, морозобойные трещины, создающие полигональную неоднородность строения генетических горизонтов и дневной поверхности.

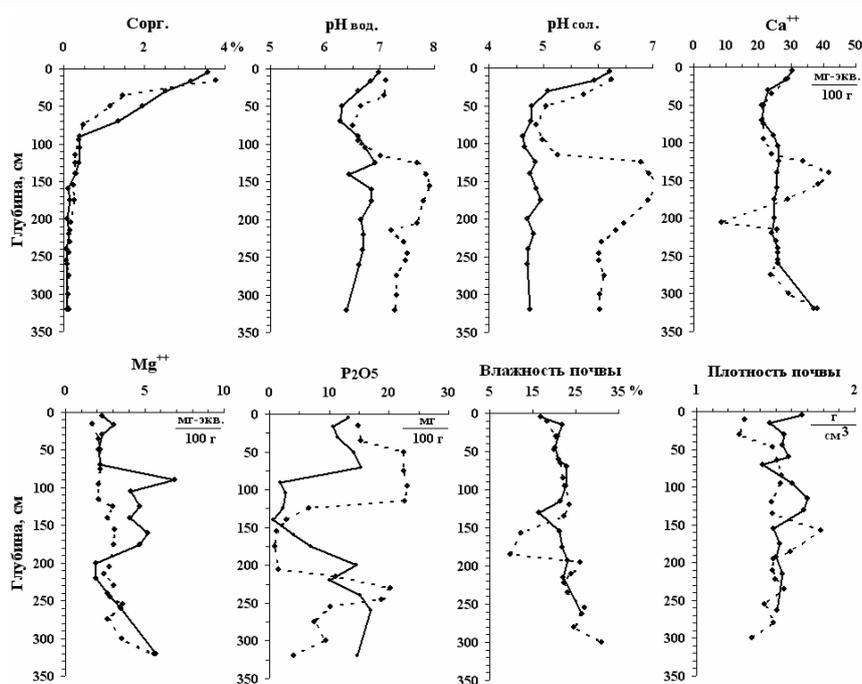


Рис. 3. Физические и физико-химические характеристики разреза 1-2010.
Блок-повышение – сплошная линия; межблочное понижение – пунктирная линия.
Тульская область, Венёвский район.

2. Каждому из элементов палеокриогенного микрорельефа (блочное повышение, межблочное понижение) соответствует свой тип профиля современной почвы, определяемый наличием или отсутствием определенных генетических горизонтов, формой и степенью выраженности отдельных морфологических признаков этих горизонтов, изменчивостью физических (гранулометрический состав, влажность и плотность почв), физико-химических характеристик черноземов и палеокриогенных деформаций.

3. Разновозрастные явления позднплейстоценового палеокриогенеза, изменяющие строение, а иногда и гранулометрический состав почвообразующих пород, влияют на формирование и функционирование современных почв, в частности, черноземов Европейской лесостепи. В результате формируется временная связь процессов литогенеза, палеокриогенеза и почвообразования от позднплейстоценового (ледникового) времени до современности.

4. Выявленные многочисленные и разнообразные палеокриогенные явления в современных почвах Европейской лесостепи расширяют ареал почв, причина пространственной неоднородности которых заключается преимущественно в реликтовой криогенной дифференцированности их почвообразующих пород. Это разнообразие строения структуры почвенного покрова требует от исследователей поиска новых подходов к его исследованию.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 11-04-00354, № 11-04-01083), Программы Президиума РАН (подпрограмма 2), Программы «Развитие научного потенциала высшей школы», код 2.1.1/13314.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Алифанов, В.М. Палеокриогенез и современное почвообразование. – Пушкино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1995. 318 с.
2. Алифанов, В.М. Палеокриогенез и структура почвенного покрова Русской равнины / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская // Почвоведение. 1993. №7. С. 65-75.
3. Алифанов, В.М. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины / В.М. Алифанов, Л.А. Гугалинская, А.Ю. Овчинников. – М.: ГЕОС, 2010. 160 с.
4. Величко, А.А. Динамика ландшафтных компонентов и внутренних морских бассейнов Северной Евразии за последние 13000 лет. Атлас-монография. – М.: ГЕОС, 2002. 240 с.
5. Гугалинская, Л.А. Почвообразование и криогенез в центре Русской равнины в позднем плейстоцене. – Пушкино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1982. 204 с.
6. Гугалинская, Л.А. Морфогенетический анализ профиля как основа реконструкции условий почвообразования (на примере мерзлотных почв Нерчинской котловины) / Л.А. Гугалинская, В.М. Алифанов // Почвоведение. 1979. № 6. С. 5-19.
7. Демкин, В.А. Почвоведение и археология. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. 213 с.
8. Добровольский, Г.В. Роль и значение почв в становлении и эволюции жизни на Земле // Эволюция биосферы и биоразнообразие. – М.: Т-во науч. изданий КМК. 2006. С. 246-256.

9. *Катасонов, Е.М.* Криогенные текстуры, ледяные и земляные жилы как генетические признаки многолетнемерзлых четвертичных отложений / Вопросы криолитологии при изучении четвертичных отложений. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 37-44.
10. Климаты и ландшафты Северной Евразии в условиях глобального потепления. Ретроспективный анализ и сценарии. Атлас-монография «Развитие ландшафтов и климата Северной Евразии. Поздний плейстоцен-голоцен-элементы прогноза». Выпуск III. Под ред. проф. *А.А. Величко*. – М.: ГЕОС. 2010. 220 с.
11. *Конищев, В.Н.* Криогенное выветривание // Генезис, состав и строение мерзлых толщ и подземные льды. Доклады и сообщения. II Междунар. конф. по мерзлотоведению. 1973. Вып. 3. С. 38-45.
12. *Кудрявцев, В.А.* Мерзлотоведение. – М., Изд-во Моск. ун-та. 1981. 240 с.
13. Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий / Отв. ред. *В.О. Таргульян, С.В. Горячкин*. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. 692 с.
14. *Попов, А.И.* История вечной мерзлоты СССР в четвертичный период // Вестн. Моск. ун-та. Сер. биолог. и почвовед., геолог. и географ. 1957. № 3. С. 49-62.
15. *Романовский, Н.Н.* Формирование полигонально-жильных структур. – Новосибирск: Наука, 1977. 216 с.
16. *Соколов, И.А.* Теоретические проблемы генетического почвоведения. – Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. 288 с.
17. *Таргульян, В.О.* Концепция памяти почв: развитие фундаментальной базы генетического почвоведения / Многоликая география. Развитие идей *И.П. Герасимова* (к 100-летию со дня рождения). 2005. С. 114-131.
18. *Svendsen, J.I.* Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia / *J.I. Svendsen, H. Alexanderson, V.I. Astakhov et al.* // Quaternary Science Reviews. 2004. Vol. 23. P. 1229-1271.
19. *Svendsen, J.I.* Maximum extent of the Eurasian ice sheets in the Barents and Kara Sea region during the Weichselian / *J.I. Svendsen, V.I. Astakhov, D.Yu. Bolshiyakov et al.* // Boreas. 1999. Vol. 28. P. 234-242.

HISTORY OF FORMATION AND MODERN FUNCTIONING OF BLACK SOILS ON EUROPEAN FOREST-STEPPE OF RUSSIA UNDER THE INFLUENCE OF PALEOCRYOGENESIS

© 2011 L.A. Gugalinskaya^{1,2}, A.Yu. Ovchinnikov¹, D.A. Popov¹, I.M. Vagapov²,
A.V. Buhonov¹, A.G. Kondrashin², K.M. Rapatskaya², V.M. Alifanov^{1,2}

¹ Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino

² Pushchino State university

It is shown, that holocenic soilformation in the European forest-steppe substantially depends on history of parent rocks, which are the Late Pleistocenic coveral loesslike loams. Loams were generated as a result of joint action of processes litho-, cryo- and pedogenesis, represent the pedocyclitis, consisting of a series imposed against each other, a little differing for morphologically elementary soil bodies. Modern soils were generated as a result of imposing of holocenic soilformation on Late Pleistocenic pedocyclitis.

Key words: *soilformation, paleocryogenesis, stratigraphy of soil profile, elementary soil body*

Lyubov Gugalinskaya, Doctor of Biology, Professor.

E-mail: gugali@rambler.ru

Andrey Ovchinnikov, Candidate of Biology. E-mail:

ovchinnikov_a@inbox.ru

Dmitriy Popov, Post-graduate Student

Ildar Vagapov, Post-graduate Student

Alexander Bukhonov, Main Specialist

Alexander Kondrashin, Post-graduate Student

Karina Rapatskaya, Student

Valeriy Alifanov, Doctor of Biology, Professor.

E-mail: alifanov_v@mail.ru