

УДК 631.4

<https://doi.org/10.31251/pos.v7i4.251>

История исследований лаборатории биогеоценологии ИПА СО РАН: эколого-эволюционное направление в учении о гумусе почв

© 2024 М. И. Дергачева , Н. Л. Бажина 

ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, проспект Академика Лаврентьева, 8/2, г. Новосибирск, 630090, Россия. E-mail: dergacheva@issa-siberia.ru

Представлен обзор исследований, проведенных в лаборатории биогеоценологии (БГЦ) ИПА СО РАН, по проблемам, связанным с теоретическими и прикладными аспектами эколого-эволюционного направления в учении о гумусе почв. Приводится анализ новых подходов, методов, приемов, использованных при изучении системы гумусовых веществ почв. Дается обзор теоретических и прикладных положений в рамках нового эколого-эволюционного направления в учении о гумусе почв. В период проведения исследований гумусовой составляющей почв, разработаны основы нового, не имеющего аналогов направления в учении о гумусе почв – эколого-эволюционного, в рамках которого выявлены основные закономерности процесса гумусообразования в меняющейся естественным и антропогенным путем природной обстановке.

Рабочая база данных по эколого-гумусовым связям, содержащая информацию о составе, структурных особенностях и свойствах более, чем десяти тысяч гуминовых кислот почв разного возраста и территориальной локализации, вместе с подробными сведениями об экологических условиях их формирования способствовала подбору рядов почв, отличающихся только по одному из факторов или их характеристик, и использованию монофакторного анализа для установления особенностей влияния каждого из них. Обобщение имеющихся данных позволило привести веские доказательства реальности существования гуминовых кислот, их пространственно-временной специфичности, а также высокой индикаторной значимости для классификации и диагностики состояния природной среды, реконструкции палеоприродной обстановки. Разработанный для этих целей, теоретически и экспериментально обоснованный педогумусовый метод дал возможность проведения многочисленных оценок состояния и изменения природной среды в условиях Антарктики (на примере почв оазиса Ширмахера) и разных регионов Евразии, а также осуществления палеоприродных реконструкций для разных отрезков плиоцен-голоценового периода на отдельных территориях.

Эколого-эволюционное направление в учении о гумусе почв способствует более рациональному и экономичному планированию теоретических и прикладных исследований почв, экосистем и биосферы в целом. В этой связи, предстоящие работы сотрудников лаборатории БГЦ д.б.н., проф. М.И. Дергачевой, к.б.н. Н.Л. Бажиной, Е.Г. Захаровой будут направлены на расширение доказательной базы сформулированных ранее положений эколого-эволюционного направления в изучении гумуса почв, детализации используемых методических подходов, оценке значимости разных приемов изучения, сжатия и интерпретации материалов, определения пределов количественных показателей для разных параметров гуминовых кислот и гумусовых веществ в целом, которые могут выступать в качестве индикаторов изменений, происходящих в биосфере на разном уровне ее организации. Аналитические и экспериментальные исследования, направленные на дальнейшую детализацию педогумусового метода для диагностики почв, определения состояния экологических условий их формирования, реконструкции палеоприродной среды позволят расширить область применения этого метода к объектам с разной историей происхождения и условий локализации.

Ключевые слова: эколого-эволюционное направление; система гумусовых веществ; гуминовые кислоты; индикаторы; гумусовая память почв и экосистем; педогумусовый метод.

Цитирование Дергачева М.И., Бажина Н.Л. История исследований лаборатории биогеоценологии ИПА СО РАН: эколого-эволюционное направление в учении о гумусе почв // Почвы и окружающая среда. 2024. Том 7. № 4. e251. DOI: [10.31251/pos.v7i4.251](https://doi.org/10.31251/pos.v7i4.251)

В лаборатории биогеоценологии (БГЦ) эколого-эволюционное направление в учении о гумусе почв получило свое обоснование и развитие с конца 1997 года, когда в период перестройки структуры Института в нее перешла доктор биологических наук, профессор Мария Ивановна Дергачева вместе с членами своей группы – инженерами Е.Г. Коняевой (ныне младший научный сотрудник Е.Г. Захарова) и Е.А. Солодухиной (которая вскоре уволилась). В течение всего периода работы в лаборатории БГЦ М.И. Дергачевой, под ее руководством вели исследования аспиранты и молодые ученые (в том числе из Казахстана и Южной Кореи), которые успешно защитили кандидатские диссертации, а одна – докторскую. Три из них в дальнейшем в разное время пополнили

состав группы, продолжив совместные исследования в лаборатории БГЦ: И.Н. Феденева, К.О. Очур и Н.Л. Бажина. Следует отметить, что очень многие ученики М.И. Дергачевой, работающие в разных Вузах и НИИ, продолжают с ней совместные исследования, занимаясь разными аспектами эколого-эволюционного направления в изучении почв, почвенных компонентов и экологических условий их формирования.

К моменту перехода в лабораторию БГЦ М.И. Дергачева, которая с самого начала ее работы в ИПА СО РАН в 1975 г. активно решала широкий круг вопросов в рамках эволюционно-генетического направления в почвоведении, уже была автором и соавтором нескольких монографий. В них были обоснованы новые методические подходы к изучению гумуса почв в статике и динамике (Дергачева, 1984); введено концептуальное понятие гумусового профиля почв как «совокупности химически и генетически сопряженных однородных зон (слоев) почвы, каждая из которых характеризуется определенным, свойственным только этой зоне, сочетанием элементарных гумусообразовательных процессов (ЭГП) и сравнительно одинаковой степенью интенсивности их проявления» (Дергачева, 1984, с. 32); представлена комплексная система методов и принципов интерпретации результатов изучения палеопочв и одного из основных компонентов – гумусовых веществ – для диагностики и реконструкции условий их формирования (Дергачева, 1984, 1989, 1997а; Дергачева, Зыкина, 1981, 1988; Дергачева и др., 1984; и др.); впервые обосновано представление о гумусе почв как природной открытой системе гумусовых веществ и выявлены некоторые закономерности ее изменения в пространстве и во времени (Дергачева, 1989); обоснована необходимость и правомочность выделения археологического почвоведения в самостоятельный раздел науки о почве, объектом которого являются почвы местообитаний человека от древнейшего времени до исторического (включительно), а предметом – информация о природных условиях существования и деятельности человека, закодированная в почвах, ее расшифровка; показана применимость предложенных методов и принципов изучения признаков педогенеза на основе гумуса почв при решении широкого круга задач почвоведения и археологии (Дергачева, 1997а).

Позднее, в период работы в лаборатории БГЦ с 1997 г. по настоящее время, была продолжена разработка теоретических и методических вопросов пространственно-временной изменчивости системы гумусовых веществ на разных уровнях ее организации (от ландшафтного до макромолекулярного), а также функциональной роли гумусовых веществ в биосферных процессах. Особое внимание было сосредоточено на вопросах эколого-эволюционной направленности поведения почв и их компонентов в меняющейся природной обстановке. Реальность разработки разных аспектов эколого-эволюционного направления в учении о гумусе почв стала возможной в результате выполнения не только ежегодных плановых заданий, а с 2013 г. – госзаданий, в которые эколого-эволюционный блок был включен как самостоятельный раздел, но и инициативных исследований, совместных с другими организациями, а также поддерживаемых фондами РФФИ и Университеты России.

На основе материалов, полученных в период работы М.И. Дергачевой в ИПА СО РАН, как в лабораториях географии и генезиса почв, затем географии почв, так и биогеоценологии, к настоящему времени сформирована рабочая база данных для ряда регионов Евразии по эколого-гумусовым связям, то есть экологической обусловленности природных особенностей гумусовых веществ, которая содержит информацию для более, чем 10-ти тысяч единиц о доле участия и соотношении разных компонентов гумуса, составе, структурных особенностях и свойствах гуминовых кислот почв разного возраста и географической локализации, а также подробные сведения об экологических условиях их формирования. Ежегодно эта база данных пополняется новыми материалами, получаемыми членами группы и их единомышленниками с использованием идентичных методов, методик и приемов изучения системы гумусовых веществ почв и одного из ее основных компонентов – гуминовых кислот.

За период разработки эколого-эволюционного направления в лаборатории БГЦ проведены следующие исследования и установлены вытекающие из них положения.

Для пополнения базы данных по эколого-гумусовым связям продолжено выделение гуминовых кислот из почв разного возраста и условий формирования, а также изучение их состава, структурных особенностей и свойств разными аналитическими и инструментальными методами. (Тихова и др., 1998, 2000, 2001, 2002; Лаврик и др., 2000, 2004; Дергачева и др., 2012а, 2012б, 2015; Бажина и др., 2014, 2019; Бажина, 2016; Муллоев и др., 2020; Бажина, Дергачева, 2021; Dergacheva, 2000а; и др.). Применение при этом стандартизированных подходов, методов и приемов на всех этапах получения конечной информации и интерпретации ее с позиций системного подхода и теоретических

положений экологии почв позволило, в конечном итоге, доказать высокую значимость гумусовых веществ почв и, особенно, гуминовых кислот при решении широкого ряда прикладных задач: определении типового состояния почв и отклонений его под влиянием антропогенных изменений, воссоздании картины эволюции природной среды для многочисленных локальных и региональных территорий, выявлении влияния криогенеза как субфактора на состояние гумусовой составляющей почв и существенной роли гумусовых веществ в диагностике условий формирования почв и палеопочв (а также условий обитания древнего человека) в плиоцен-голоценовый период палеогеографической истории, и др. (Дергачева, 2018, 2021; Дергачева и др., 2000а, 2006; и др.).

Обобщение полученных материалов позволило сформировать серию доказательств того, что гуминовые вещества – это реально существующие природные углеродсодержащие соединения, в которых соотношение структурообразующих элементов (Н:С, О:С, С:N) в почвах разных условий почвообразования лежит в определенных статистически достоверно различающихся пределах. Оценка положения их характеристик в координатных полях соотношения основных структурообразующих элементов (Н:С–О:С) показала (рис. 1, А–Г), что границы этих полей устойчиво отличаются индивидуальностью не только при выявлении различий на уровне классификационных единиц (например, разных типов и подтипов почв, рис. 1, А), но и на уровне разных горизонтов почв одной классификационной единицы (рис. 1, В). В то же время, гуминовые кислоты почв, сформированных в аналогичных биоклиматических условиях в разных регионах (Бажина и др., 2019; рис. 1, Б) имеют идентичные величины этого показателя. Положение полей распределения этих показателей по отношению оси О:С связано с их разным гранулометрическим составом (рис. 1, Г) (Дергачева, 2018, 2021).

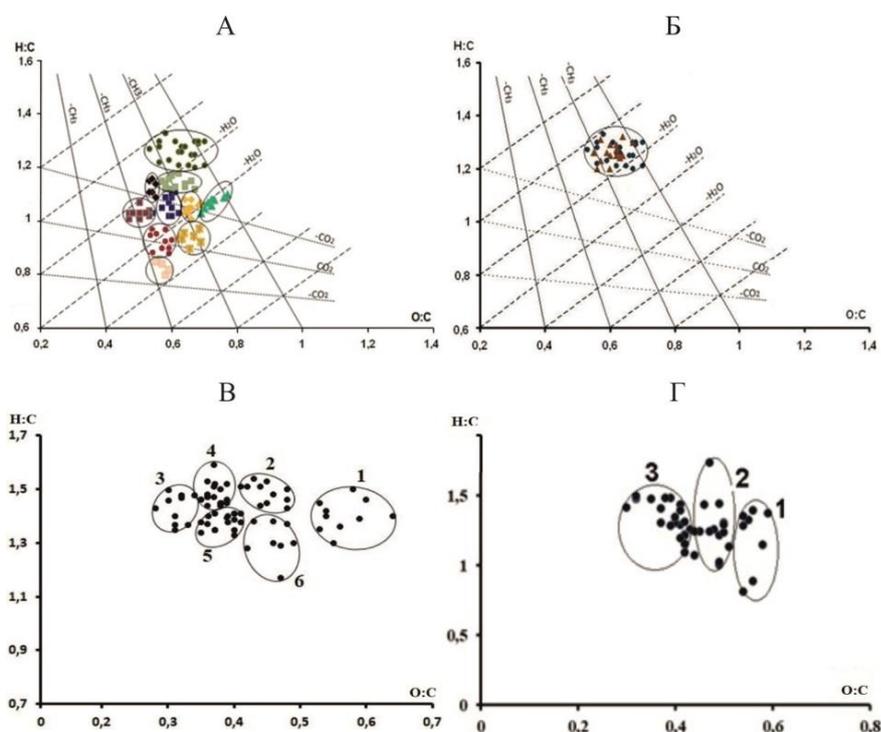


Рисунок 1. Примеры положения величины соотношения основных структурообразующих элементов гуминовых кислот почв разных условий формирования в координатных полях Н:С–О:С (Дергачева, 2018, с дополнениями): А – для почв разного генезиса. Обозначения: ● – горно-тундровые почвы; ■ – горно-тундровые дерновые почвы; ▲ – горно-тундровые степные; ▲ – горно-таежные дерновые; ■ – горно-дерновые; ◆ – каштановые криоаридные почвы; ◆ – горно-каштановые почвы северной экспозиции; ■ – горно-каштановые почвы южной экспозиции; ● – каштановые почвы; ■ – боровые пески; Б – горно-тундровых почв, сформированных в одинаковых биоклиматических условиях разных регионов. Обозначения: ● – Тувы; ▲ – Горного Алтая; В – поля распределения основных показателей элементного состава для разных горизонтов одногенетичных почв п-ова Быковский. Обозначения, горизонты: 1 – органогенные; 2 – В; 3 – Вg; 4 – G1; 5 – G2; 6 – Gt (на границе с мерзлотой); Г – соотношение О:С в гуминовых кислотах тундровых почв Якутии разного гранулометрического состава: 1 – супесчаного и легкосуглинистого; 2 – среднесуглинистого; 3 – тяжелосуглинистого.

Обобщение имеющихся материалов с позиций монофакторного анализа позволило установить, что каждая гуминовая кислота, имеющая индивидуальные величины соотношений водорода и углерода (Н:С), соответствует определенному сочетанию среднегодовых многолетних температур и осадков (рис. 2), а также выявить зависимость величины отношения О:С от гранулометрического состава (см. рис. 1, Г).

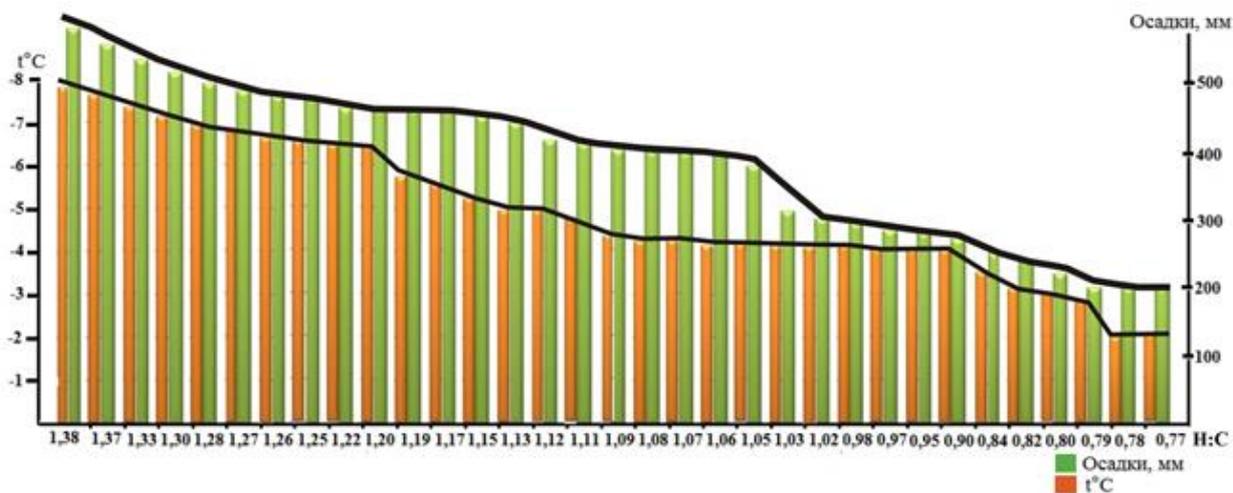


Рисунок 2. Соответствие конкретных величин Н:С гуминовых кислот сочетанию температур и осадков их формирования (на примере территории Тувы) (Дергачева, 2018, с дополнениями).

Продолжено экспериментальное обоснование и уточнение впервые изложенного в 1989 г. (Дергачева, 1989) положения о гумусе как системе гумусовых веществ почв, а его компонентах как природных открытых саморегулируемых супрамолекулярных системах разной степени организованности (Дергачева, 2018, 2021), лежащее в основе решения проблемы поведения почв в меняющейся природной обстановке (Дергачева, 2001б, 2004, 2005а, 2018, 2021; Дергачева, Потапова, 2007; и др.).

Расширено и дополнено концептуальное понятие гумусового профиля почв, предложенного ранее (Дергачева, 1984), учитывающее генезис, историю и эволюцию его формирования, показаны возможности использования его характеристик для расшифровки основных этапов гумусо- и почвообразования от плиоцена до голоцена (Дергачева, 1997б, 2018; Каллас, Дергачева, 2007, 2011а, 2011б; Дергачева и др., 2000б, 2010; Dergacheva, 2000b). В настоящее время в этом направлении проводит свои исследования младший научный сотрудник Е.Г. Захарова (Захарова и др., 2023).

Разработана и обоснована концепция гумусовой памяти почв и экосистем, суть которой заключается в признании гуминовых кислот носителем и хранителем информации о биоклиматическом состоянии природной среды (Дергачева, 1997а, 2001а, 2008, 2009а, 2009б, 2018, 2021); выделено три уровня гумусовой памяти почв (Дергачева, 2009а), описаны и обоснованы возможности и ограничения их применения при решении разных вопросов, связанных с эволюцией почв и природной среды, а также диагностикой и реконструкцией палеоэкологических условий педогенеза (Дергачева, 2008, 2018; Dergacheva, 2001b, 2003; Fedeneva, Dergacheva, 2003, 2006; Dergacheva et al., 2001, 2016а, 2016b; и др.).

На основе концепции о гумусовой памяти почв разработан, теоретически обоснован и опробован при реконструкции палеоклиматов, типов и условий почвообразования, экологических условий обитания древнего человека новый *педогумусовый метод диагностики почв и реконструкции палеоприродной среды*, который оказался приемлемым и надежным для объектов плиоцен-голоценового времени; первоначальная версия этого метода была опубликована в конце XX века (Дергачева, 1997а, 1998а, 1998б; Dergacheva, 1996, 1998). В дальнейшем он постоянно дорабатывался: уточнялся комплекс применяемых индикаторов, оценивались наборы признаков, наиболее приемлемых для решения разных прикладных задач, расширялось число объектов, сформированных в различающихся условиях природной среды, которые могут служить точкой отсчета при выявлении направленности изменений почв и окружающей среды при разных возмущающих воздействиях (Дергачева и др., 2000а; Дергачева, 2011а, 2018; Dergacheva, 2003, 2004; и др.); на его основе проведены многочисленные реконструкции природных обстановок для разных

районов Евразии, часть из которых представлена в монографических работах (Дергачева, 1997а, 2008, 2011а, 2018; Дергачева и др., 2000а, 2006; Лбова и др., 2000, 2005; Палеопочвы..., 2012; The Paleolithic archaeology..., 2006), а также в российских и зарубежных публикациях (Дергачева и др., 2002а, 2002б; Дергачева, Васильева, 2006; Дергачева, Очур, 2012; Учаев и др., 2018; Дергачева и др., 2024; Dergacheva, 2003; Fedeneva, Dergacheva, 2006; Dergacheva et al., 2001, 2016а, 2016б; Lefort et al., 2018; и др.). В таблице приводится пример проведения диагностики климатических параметров формирования, датированных по радиоуглероду почв на основе выявленных связей между величинами Н:С гуминовых кислот и климатическими показателями (см. рис. 2).

Таблица

Реконструированные среднегодовые температуры воздуха и осадки по величине Н:С гуминовых кислот датированных палеопочв и отложений (Дергачева, 2018, с дополнениями)

№	Разрез	Глубина, см	Дата по ^{14}C , л.н.	Н:С	Среднегодовые	
					t, °C	W, мм
1	Биче-Басэс	20–30	680±90 (СОАН 7141)	1,51	–7,8	870
2	Кара-Холь	18–20	2405±91 (LRMA GA11)	1,28	–6,6	450
3	Шанчы	32–42	609±198 (LRMA GA17)	1,21	–5,8	430
4	Улуг-Хондергей I	90–94	2490±45 (СОАН 7140)	1,05	–4,3	380
5	Сесерлиг	90–120	4105±80 (СОАН 7139)	1,03	–4,1	300
6	Барык	215–230	6309±305 (LRMA GA30)	1,03	–4,1	290
7	Улуг-Хондергей II	42–50	4970±105 (СОАН 9303)	1,01	–4,0	290
8	Шанчы	152–175	8430±135 (СОАН 7446)	0,89	–3,7	270
9	Ондум	24–36	605±55 (СОАН 7447)	0,88	–3,6	240
10	Сесерлиг	58–62	2695±55 (СОАН 7138)	0,83	–3,2	220
11	Улуг-Хондергей II	81–88	7745±145 (СОАН 9304)	0,70	–2,1	200

В период проведения исследований в лаборатории БГЦ обоснована необходимость выделения в учении о гумусе почв трех самостоятельных направлений, имеющих единый объект, но разный предмет, а также методологические принципы и методические основы и приемы решения вопросов в рамках каждого из них: теоретическое (гумусоведение), предметом которого является *решение вопросов методологии и практической реализации принципов познания гумусовых веществ почв и интерпретации результатов их изучения*; химическое – предмет которого состоит в *познании механизмов* формирования и обусловленности состава, структурных особенностей и свойств гумусовых веществ химическими, физико-химическими, биохимическими и другими процессами, приводящими к их образованию; а также экологическое направление с предметом, заключающимся в познании природных (экологических) *причин*, обуславливающих появление и направленность механизмов, приводящих к формированию компонентов гумусовых веществ с определенными составом, свойствами и структурными особенностями, которые определяют специфику их поведения и выполнения функций разного уровня (Дергачева, 2018, 2021).

Выявлена высокая и разносторонняя индикаторная значимость гуминовых кислот, позволяющая определять биоклиматические условия формирования почв локальных участков (по величинам Н:С и тесно коррелирующими с ними другим показателям состава, структуры и свойств гуминовых кислот), величину периода биологической активности (согласно ее пониманию по Д.С. Орлову), текстурные особенности почв, палеопочв и осадков (определяемые по соотношению О:С в ГК) и др. (Дергачева, 2018; Дергачева и др., 2012а). Особое внимание уделено флуоресцентной способности гуминовых кислот, которая зависит от их структурной организации и условий формирования. Показана высокая индикаторная значимость комплекса количественных показателей спектров флуоресценции испускания (λ_{max} , M_1 , α). Эти индикаторы имеют тесные связи с климатическими показателями и успешно используются при реконструкции природных условий разных периодов палеогеографической истории, в том числе, периода биологической активности (ПБА) (Дергачева, 2018; Дергачева и др., 2024; и др.). В настоящее время вопросами о роли флуоресценции гуминовых кислот в качестве индикатора природных процессов занимается старший научный сотрудник, кандидат биологических наук Н.Л. Бажина (Бажина, Дергачева, 2021, 2023; Бажина, 2023).

Обоснованы положения экологии почв как науки биосферного класса, главные разделы, теоретические положения и принципы которой лежат в основе анализа и интерпретации материалов исследования системы гумусовых веществ почв (Дергачева, 2002, 2005б, 2009в, 2011б, 2018; и др.); а также предложена оригинальная, отличающаяся от ранее имеющихся в литературе, систематизация экологических функций гумусовых веществ и обоснована необходимость выделения меморатной функции (или функции памяти) почв (Дергачева, 2003; Dergacheva, 2001a).

В период работы в лаборатории БГЦ разработан курс лекций по экологии почв и химии почв (Дергачева, 2012) для студентов биологических и химических специальностей, курс лекций по археологическому почвоведению и написаны учебно-методические пособия к ним (Дергачева, 2007, 2010а). Проведено десять (2010–2019 гг.) ежегодных Международных научных молодежных школ по палеопочвоведению «Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого», инициатором и основным организатором которых была М.И. Дергачева (Дергачева, 2010б; Дергачева, Макеев, 2012, 2019), а вдохновителями, участниками и помощниками – все члены лаборатории БГЦ и некоторых других лабораторий ИПА СО РАН. За период проведения мероприятия опубликовано девять сборников материалов молодых участников Школы (2011–2019 гг.), монография «Палеопочвы, природная среда и методы их изучения» (2012), написанная лекторами Школы, а также четыре выпуска серии лекций российских и зарубежных ученых в виде двуязычных текстов (Феденева, 2014; Седов, 2016; Пивоварова, Благодатнова, 2017; Зауэр и др., 2019).



Рисунок 3. Участники Международной научной молодежной школы по палеопочвоведению «Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого» у почвенного разреза (2018 год, Алтайский край). Фото М.И. Дергачевой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В период проведения в лаборатории биогеоценологии исследований гумусовой составляющей почв разработаны основы нового, не имеющего аналогов направления в Учении гумуса почв – эколого-эволюционного, в рамках которого выявлены основные закономерности изменения процесса гумусообразования в меняющейся естественным и антропогенным путем природной обстановке.

На основе разработанной и используемой рабочей базы данных по эколого-гумусовым связям, содержащей информацию о составе, структурных особенностях и свойствах для почти десяти тысяч гуминовых кислот почв разного возраста и географической локализации, а также подробные сведения об экологических условиях их формирования (вопреки существующей параллельно точке зрения об отсутствии этих самостоятельных особых природных соединений) доказана реальность существования гуминовых кислот, выявлена их пространственно-временная специфичность, доказана классификационная, диагностическая и индикационная значимость, разработан педогумусовый метод диагностики и реконструкции палеоприродной среды, на основе чего проведены многочисленные оценки состояния и изменения природной среды в Антарктике (на примере почв оазиса Ширмахера) и в разных регионах Евразии, осуществлены реконструкции палеоприродной среды плиоцен-голоценового периода для отдельных локальных территорий.

Основные материалы, позволившие выработать перечисленные в настоящем сообщении положения эколого-эволюционного направления в учении о гумусе почв, опубликованы не только в работах, приведенных в списке литературы данной публикации, но и в большом количестве других публикаций по широкому кругу вопросов, относящихся к обсуждаемой проблеме. Библиография работ до 2010 года включительно опубликована в издании: Мария Ивановна Дергачева: биобиблиографический указатель / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии, Гос. публ. науч.-техн. б-ка; [сост.: И.Н. Феденева, И.А. Павлова]. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2011. 91 с., до 2021 года – на сайте Томского государственного университета: wiki.lib.tsu.ru/wiki/Дергачева_Мария_Ивановна или wiki.tsu.ru/wiki/index.php/Дергачева_Мария_Ивановна.

В предстоящий период работы сотрудников лаборатории БГЦ доктора биологических наук, профессора М.И. Дергачевой, кандидата биологических наук Н.Л. Бажиной, Е.Г. Захаровой, доктора химических наук В.А. Труновой будут направлены на расширение доказательной базы сформулированных до настоящего времени теоретических положений эколого-эволюционного направления в учении о гумусе почв, детализации и оценке методических подходов, разных приемов изучения, сжатия и интерпретации материалов, определения пределов количественных показателей, имеющих индикационную значимость при решении разных прикладных задач биосфероведения; будут проводиться аналитические и экспериментальные исследования, направленные на дальнейшую детализацию педогумусового метода диагностики почв, определения состояния экологических условий их формирования, реконструкции палеоприродной среды, а также на расширение области приложимости метода к объектам разных условий локализации.

БЛАГОДАРНОСТИ

Благодарим всех, кто в течение всего периода решения проблем в рамках эколого-эволюционного направления в учении о гумусе почв делился с нами образцами почв разнообразных условий их формирования и функционирования, отобранных с соблюдением используемых нами приемов отбора образцов для этих целей, а также всех сотрудников лаборатории БГЦ и других лабораторий ИПА СО РАН за активное участие в организации и проведении десяти Международных научных молодежных школ по палеопочвоведению «Палеопочвы как источник информации о природной среде прошлого».

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Публикация подготовлена в рамках государственного задания Института почвоведения и агрохимии СО РАН при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № 121031700309-1).

ЛИТЕРАТУРА

Бажина Н.Л. Гуминовые кислоты почв западной части Тувы. Автореферат диссертации ... канд. биол. наук. Томск, 2016. 23 с.

Бажина Н.Л. Взаимосвязь флуоресцентных свойств гуминовых кислот горно-луговых почв Тувы с экологическими условиями их формирования // Материалы Международной научной конференции II Никитинские чтения «Актуальные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии в природных и антропогенных ландшафтах», посвящ. первому проф. почвовед. на Урале, зав. каф. почвоведения (1924–1932) В.В. Никитину, а также 100-летию первой кафедры почвоведения на Урале, 140-летию науки почвоведения (Пермь, 14–17 ноября 2023 г.). Пермь: Издательство «ОТ и ДО», 2023. С. 481–486.

Бажина Н.Л., Дергачева М.И. Флуоресцентные свойства гуминовых кислот почв разных условий формирования // Почвы и окружающая среда. 2021. Том. 4. № 4. e167. <https://doi.org/10.31251/pos.v4i4.167>

Бажина Н.Л., Дергачева М.И. Коррелятивные связи основных параметров флуоресценции гуминовых кислот тундровых почв Тувы с условиями климата // Почвы и окружающая среда [Электронный ресурс]: Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 55-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, 2–6 октября 2023 г.). Новосибирск: ИПА СО РАН, 2023. С. 700–704. <https://doi.org/10.31251/conf1-2023>

Бажина Н.Л., Ондар Е.Э., Дерябина Ю.М. Специфика поглощения света в видимой и ультрафиолетовой области спектра гуминовыми кислотами почв Западной части территории Тувы // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 6. С. 189–194.

Бажина Н.Л., Захарова Е.Г., Дергачева М.И. Сравнительный анализ гумусовой составляющей тундровых почв Тувы и Горного Алтая, сформировавшихся в одинаковых экологических условиях // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2019. Том 43. № 4. С. 337–347. <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2019-43-4-337-347>

Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика. Новосибирск: Наука, 1984. 153 с.

Дергачева М.И. Система гумусовых веществ почв: пространственные и временные аспекты. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1989. 108 с.

Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосибирск: Издательство СО РАН науч.-изд. центр ОИГГМ, 1997а. 227 с.

Дергачева М.И. Отражение эволюции природной среды в гумусовых профилях почв // Степи Евразии: сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем: сборник трудов Международного симпозиума (Оренбург, 19–23 мая 1997 г.). Оренбург: Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, 1997б. С. 130–131.

Дергачева М.И. Педогумусовый метод реконструкции палеоклиматов // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. 1998а. С. 132–142.

Дергачева М.И. Реконструкция условий почвообразования педогумусовым методом // Экология и почвы: избранные лекции 1–7 Всероссийской школы (1991–1997 гг.). Пушкино: Отдел научно-технической информации Пушкинского научного центра РАН, 1998б. Том 1. С. 263–283.

Дергачева М.И. Гумус как память экосистем // Функции почв в биосферно-геосферных системах: материалы Международного симпозиума (Москва, 27–30 августа 2001 г.). Москва: МАКС Пресс Москва, 2001а. С. 270–271.

Дергачева М.И. Гумус почв: к вопросу поведения в меняющейся обстановке // Экология и почвы: избранные лекции X Всероссийской школы. 2001б. Том IV. С. 29–39.

Дергачева М.И. Экология почв: итоги проблемы, перспективы // Известия Уральского государственного университета. 2002. № 23. Вып. 12. С. 53–60.

Дергачева М.И. Экологические функции системы гумусовых веществ // Биолого-почвенный факультет: прошлое, настоящее и будущее: материалы научной конференции, посвященной 125-летию основания Томского государственного университета и 70-летию биолого-почвенного факультета (Томск, 23–24 апреля 2003 г.). Томск: Томский государственный университет, 2003. С. 61–67.

Дергачева М.И. Гуминовые кислоты почв: их сенсорность, рефлекторность и поведение в меняющейся обстановке // Почвы – национальное достояние России: материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Новосибирск: Наука-Центр, 2004. Кн. 1. С. 293–295.

Дергачева М.И. Система гумусовых веществ почв: поведение в меняющейся обстановке при антропогенных воздействиях // Методы исследований органического вещества почв: сборник трудов конференции (Владимир, 27–28 мая 2005 г.). Владимир: Российская академия сельскохозяйственных наук, 2005а. – С. 252–274.

Дергачева М.И. Экология и палеоэкология почв: некоторые актуальные проблемы // Вестник Томского государственного университета. 2005б. Приложение. № 15. С. 14–15.

Дергачева М.И. Методы почвоведения в археологических исследованиях: учебно-методическое пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2007. 96 с.

Дергачева М.И. Гумусовая память почв // Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропогенных взаимодействий / Российская академия наук, Институт географии. Москва: Издательство ЛКИ, 2008. С. 530–560.

Дергачева М.И. Гумусовая память почв: уровни ее проявления и информативность при реконструкции палеоклиматов прошлого // Изменения климата, почвы и окружающая среда: материалы Международного

научного семинара (Белгород, 16–19 сентября 2009 г.). Белгород: Белгородский государственный университет, 2009а. С. 23–25.

Дергачева М.И. Концепция гумусовой памяти почв и ее значение в изучении эволюции типов и условий почвообразования // Эволюция почвенного покрова: история идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы: труды V Международной конференции (Пушино, 26–31 октября 2009 г.). Пушино: Государственное унитарное предприятие Московской области Серпуховская типография, 2009б. С. 14–16.

Дергачева М.И. Экология почв: становление новой науки биосферного класса // Сибирский экологический журнал. 2009в. Том 16. № 2. С. 143–150.

Дергачева М.И. Методы почвоведения в археологических исследованиях // Методы наук о Земле и человеке в археологических исследованиях: комплекс учебно-методических материалов. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2010а. С. 138–187.

Дергачева М.И. Почвы – хранители истории биосферы // Наука в Сибири. 2010б. № 41. С. 10.

Дергачева М.И. Диагностика и реконструкция палеоэкологических условий педогумусовым методом // Методические подходы к использованию биологических индикаторов в палеоэкологии. Казань: Казанский университет, 2011а. С. 193–240.

Дергачева М.И. Экология почв как наука биосферного класса // Биосфера – почвы – человечество: устойчивость и развитие: материалы Всероссийской научной конференции, посвященная 80-летию проф. А.Н. Тюрюканова (Москва, 14–16 марта 2011 г.). Москва: МГУ, 2011б. С. 114–124.

Дергачева М.И. Химия почв. Новосибирск: НГУ, 2012. 69 с.

Дергачева М.И. Система гумусовых веществ как основа диагностики палеопочв и реконструкции палеоприродной среды. Новосибирск: Издательство Сибирского отделения РАН, 2018. 291 с. <https://doi.org/10.15372/system2018DMI>

Дергачева М.И. Традиции и новаторство в учении о гумусе почв // Почвы и окружающая среда. 2021. Том 4. № 4. e172. <https://doi.org/10.31251/pos.v4i4.172>

Дергачева М.И., Васильева Д.И. Палеопочвы, культурные горизонты и природные условия их формирования в эпоху бронзы в степной зоне Самарского Заволжья // Вопросы археологии Поволжья. 2006. Вып. 4. С. 464–476.

Дергачева М.И., Зыкина В.С. Гуминовые кислоты верхнечетвертичных ископаемых почв // Верхнечетвертичные отложения и ископаемые почвы Новосибирского Приобья. Москва: Наука, 1981. С. 152–165.

Дергачева М.И., Зыкина В.С. Органическое вещество ископаемых почв. Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1988. 127 с.

Дергачева М.И., Макеев А.О. Международная научная молодежная школа по палеопочвоведению «Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого» // Почвоведение. 2012. № 7. С. 814–816.

Дергачева М.И., Макеев А.О. Ежегодная Международная научная молодежная школа по палеопочвоведению в Сибири: «Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого» (2010–2019 гг.) // Почвы и окружающая среда. 2019. Том 2. № 4. e103. <https://doi.org/10.31251/pos.v2i4.103>

Дергачева М.И., Очур К.О. Реконструкция изменений природной среды в течение голоцена педогумусовым методом на территории Центрально-Тувинской котловины // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 1. С. 5–17.

Дергачева М.И., Потапова С.С. Поведение системы гумусовых веществ торфяников низинного типа в меняющейся естественным и антропогенным путем природной обстановке // Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее: материалы II Международного полевого симпозиума (Ханты-Мансийск, 24 августа – 2 сентября 2007 г.). Ханты-Мансийск: Издательство научно-технической литературы, 2007. С. 93–94.

Дергачева М.И., Зыкина В.С., Волков И.А. Проблемы и методы изучения ископаемых почв: методические рекомендации. Новосибирск: ИГиГ, 1984. 79 с.

Дергачева М.И., Вашукевич Н.В., Гранина Н.И. Гумус и голоцен-плиоценовое почвообразование в Предбайкалье. Новосибирск: Издательство СО РАН, филиал "Гео", 2000а. 206 с.

Дергачева М.И., Никерова Т.В., Солодухина Е.А. Особенности гумусовых профилей почв острова Верхотурова и специфика почвообразования в зоне слабых пеплопадов // Современные проблемы почвоведения в Сибири: материалы Международной научной конференции, посвященной 70-летию образования кафедры почвоведения

в Томском государственном университете (Томск, 01–05 сентября 2000 г.). Томск: Томский государственный университет, 2000б. Том 1. С. 159–163.

Дергачева М.И., Гончарова Н.В., Феденева И.Н. Гумус современных почв Горного Алтая как основа диагностики природной среды и климатов прошлого // Основные закономерности глобальных и региональных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири: сборник статей / Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН. Новосибирск: Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН, 2002а. Вып. 1. С. 122–133.

Дергачева М.И., Деревянко А.П., Феденева И.Н. Эволюция палеопедогенеза и условий природной среды в позднем плейстоцене в Западном Тянь-Шане // Археология, антропология и этнография Евразии. 2002б. № 2. С. 38–45.

Дергачева М.И., Феденева И.Н., Гончарова Н.В. Эволюция природной среды Северо-Западного и Центрального Алтая в позднем плейстоцене – голоцене // География и природные ресурсы. 2003. № 1. С. 76–83.

Дергачева М.И., Деревянко А.П., Феденева И.Н. Эволюция природной среды Горного Алтая в позднем плейстоцене и голоцене: реконструкция по признакам педогенеза. Новосибирск: Издательство Института археологии и этнографии, 2006. 143 с.

Дергачева М.И., Ондар Е.Э., Захарова Е.Г. Гумусовые профили горно-каштановых почв сложной катены (Центральная Тува) // Сибирский экологический журнал. 2010. Том 17. № 3. С. 429–436.

Дергачева М.И., Некрасова О.А., Оконешникова М.В., Васильева Д.И., Гаврилов Д.А., Очур К.О., Ондар Е.Э. Соотношение элементов в гуминовых кислотах как источник информации о природной среде формирования почв // Сибирский экологический журнал. 2012а. Тот 19. № 5. С. 667–676.

Дергачева М.И., Некрасова О.А., Васильева Д.И., Фадеева В.П. Элементный состав гуминовых кислот целинных черноземов разных условий формирования // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012б. № 10. С. 90–96.

Дергачева М.И., Бажина Н.Л., Ондар Е.Э., Очур К.О., Рябова Н.Н. Экологическая обусловленность состава и свойств гуминовых кислот почв западной части Тувы // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 10. С. 162–165.

Дергачева М.И., Бажина Н.Л., Седов С.Н., Шейнкман В.С. Гумусовая составляющая педоседиментов конца сарганского криохрона в бассейне реки Надым (Западная Сибирь) // Почвы и окружающая среда. 2024. Том 7. № 1. e263. <https://doi.org/10.31251/pos.v7i1.263>

Зауэр Д., Шулли-Мауэр И., Вагнер С., Скарцилья Ф., Шперштад З., Свендгард-Стокке С., Серенсен Р., Шеллманн Г. Почвообразование тысячелетнего масштаба времени – примеры из разных климатических условий // Избранные лекции Международной молодежной школы по палеопочвоведению. Новосибирск: Издательство Окарина, 2019. Выпуск 4. 22 с.

Захарова Е.Г., Дергачева М.И., Каллас Е.В., Бажина Н.Л. Специфика гумусовых профилей чернозёмов левобережья реки Оби в пределах Приобского плато // Почвы и окружающая среда. 2023. Том 6. № 2. e214. <https://doi.org/10.31251/pos.v6i2.214>

Каллас Е.В., Дергачева М.И. Гумусовый профиль почв как отражение стадийности почвообразования // Сибирский экологический журнал. 2007. Том 14. № 5. С. 711–717.

Каллас Е.В., Дергачева М.И. Гумусовые профили почв экотона тайга – степь Западной Сибири. Томск: ООО Окарина, 2011а. 121 с.

Каллас Е.В., Дергачева М.И. Гумусовые профили почв Сибири разных условий почвообразования // Сибирский экологический журнал. 2011б. Том 18. № 5. С. 633–640.

Лаврик Н.Л., Дергачева М.И., Ковалева Е.И. Применение методов инфракрасной и люминесцентной спектроскопии для изучения структурных свойств гуминовых кислот, выделенных из хроноряда орошаемых каштановых почв Кулундинской степи // Химия в интересах устойчивого развития. 2000. Том 8. № 6. С. 815–821.

Лаврик Н.Л., Сагдиев А.М., Дергачева М.И. Изучение особенностей структуры гуминовых кислот, выделенных из почв в пределах горизонта А, методами флуоресценции и электронного поглощения // Химия в интересах устойчивого развития. 2004. Том 12. № 4. С. 451–457.

Лбова Л.В., Резанов И.Н., Коломиец В.Л., Савинова В.В., Дергачева М.И., Вашукевич Н.В., Первалов А.В., Резанова В.П., Калмыков Н.П. Изменение природной среды и климата в позднем плейстоцене и голоцене в центральной зоне Западного Забайкалья: по данным изучения геoarхеологических объектов Онинского комплекса // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири: сборник

статей / Институт археологии и этнографии СО РАН; редколлегия: Е.А. Ваганов, А.П. Дервянко, В.С. Зыкин. Новосибирск: Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН, 2000. Вып. 2. С. 288–301.

Лбова Л.В., Коломиец В.Л., Дергачева М.И., Феденева И.Н., Клементьев А.М. Природные обстановки и климат верхнего неоплейстоцена западного Забайкалья: по данным геоархеологических объектов // Археология, антропология и этнография Евразии. 2005. № 2. С. 2–17.

Муллоев Н.У., Лутфилоев Н.А., Одинаев С., Дергачева М.И., Лаврик Н.Л. Сравнительный анализ спектральных характеристик гуминовых кислот различного генезиса // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2020. Том 63. № 1–2. С. 78–84.

Палеопочвы, природная среда и методы их диагностики / Г.В. Добровольский, М.И. Дергачева. (отв. ред.). Новосибирск: Офсет, 2012. 264 с.

Пивоварова Ж.Ф., Благодатнова А.Г. Водоросли как неотъемлемый компонент почв и возможности применения альгодиагностики в палеопочвоведении // Избранные лекции Международной научной молодежной школы по палеопочвоведению. Новосибирск: Издательство Окарина, 2017. Вып. 3. 30 с.

Седов С.Н. Лёссовые палеопочвы: летопись изменений природной среды четвертичного периода (педогенетический анализ, интерпретация, использование в глобальных реконструкциях) // Избранные лекции Международной научной молодежной школы по палеопочвоведению. Новосибирск: Издательство Окарина, 2016. Вып. 2. 19 с.

Тихова В.Д., Фадеева В.П., Шакиров М.М., Дергачева М.И. Различие гуминовых кислот почв по данным термического анализа и спектроскопии ЯМР¹³C // Журнал прикладной химии. 1998. Том 71. № 7. С. 1173–1176.

Тихова В.Д., Шакиров М.М., Фадеева В.П., Дергачева М.И. Применение метода спектроскопии ЯМР ³¹P для исследования почвенных гуминовых кислот // Журнал прикладной химии. 2000. Том 73. № 7. С. 1206–1209.

Тихова В.Д., Шакиров М.М., Фадеева В.П., Дергачева М.И., Каллас Е.В., Орлова Л.А. Исследование гуминовых кислот ископаемых почв разного возраста аналитическими методами // Журнал прикладной химии. 2001. Том 74. № 8. С. 1343–1347.

Тихова В.Д., Шакиров М.М., Фадеева В.П., Дергачева М.И., Самутенко Л.В., Федорова Л.В. Исследование методом спектроскопии ЯМР структурных изменений в гуминовых кислотах лугово-дерновой почвы // Журнал прикладной химии. 2002. Том 75. № 5. С. 847–851.

Учаев А.П., Некрасова О.А., Дергачева М.И. Диагностика палеоприродной среды лесостепной зоны Южного Урала на границе Брюнес-Матуяма // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2018. Том 42. № 2. С. 142–151. <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2018-42-2-142-151>

Феденева И.Н. Классификация палеопочв: проблемы и возможные решения // Избранные лекции Международной научной молодежной школы по палеопочвоведению. Новосибирск: Издательство Окарина, 2014. Вып. 1. 25 с.

Dergacheva M.I. The pedohumic method of paleoecological reconstruction // VII Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology (Savonlinna, Finland, 7–11 September, 1996). Savonlinna, 1996. P. 15. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(02\)00162-3](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(02)00162-3)

Dergacheva M. New approaches to the reconstruction of environment of ancient men's inhabitation // Палеоэкология плейстоцена и культуры каменного века Северной Азии и сопредельных территорий. Новосибирск: Издательство Института археологии и этнографии СО РАН, 1998. Том 1. С. 78–82.

Dergacheva M.I. Humic acids of soils of different age and genesis // 10th International meeting of the international humic substances society (Toulouse, France, 24–28 July, 2000). Toulouse, 2000a. P. 267–270.

Dergacheva M.I. Humus profiles of soils: their diversity as a reflection of environment and its evolution // Biodiversity and dynamics of ecosystems in North Eurasia: abstr. of IC&G Intern. conf. Novosibirsk, 2000b. P. 10.

Dergacheva M.I. Ecological Functions of Soil Humus // Eurasian Soil Science. 2001a. Vol. 34. Suppl. 1. P. S100–S105.

Dergacheva M.I. Humus as memory of ecosystem // Functions of Soils in the Geosphere-Biosphere Systems: materials of the International Symposium (Moscow, 27–30 August, 2001). Moscow, 2001b. P. 257.

Dergacheva M. Pedohumic method in paleoenvironmental reconstructions: an example from Middle Siberia // Quaternary International. 2003. Vol. 106–107. P. 73–78. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(02\)00162-3](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(02)00162-3)

Dergacheva M. Humic acids of Eurasian paleosols, their diagenetic changes and significance for reconstructions of paleopedogenesis direction // Paleosols: memory of ancient landscapes and living bodies of present ecosystems: abstr. of Intern. conf. a. field (Trip, 7–11 June, 2004). Florence, 2004. P. 86–87.

Dergacheva M.I., Fedeneva I.N., Laukhin S.A. Paleocological Reconstructions of the Chulym-Enyceysk Depression in Late Pleistocene // Scientific bulletin Institute of Management and Economics. Series of Technical Sciences. 2001. No. 3. P. 164–177.

Dergacheva M., Fedeneva I., Bazhina N., Nekrasova O., Zenin V. Shestakovo site of Western Siberia (Russia): Pedogenic features, humic substances and paleoenvironment reconstructions for last 20–25 ka // Quaternary International. 2016a. Vol. 420. P. 199–207. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.10.087>

Dergacheva M., Nekrasova O., Uchaev A., Bazhina N. Sarykul paleosol in Southern Urals sediments (Russia) // Quaternary International. 2016b. Vol. 420. P. 90–100. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.10.075>

Fedeneva I.N., Dergacheva M.I. Paleosoils as the basis of environmental reconstruction in Altai mountainous areas // Quaternary International. 2003. Vol. 106–107. P. 89–101. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(02\)00164-7](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(02)00164-7)

Fedeneva I.N., Dergacheva M.I. Soilscape evolution of West Tien Shan during the Late Pleistocene based on humus properties of the Obi-Rakhmat archaeological site // Quaternary International. 2006. Vol. 156–157. P. 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2006.05.004>

Lefort J.P., Danukalova G., Ansart A., Charrier M., Dergacheva M., Eynaud F., Monnier J.L. Migrations néandertaliennes et variations climatiques pendant le Saalien supérieur. Journée du “CReAAH” // Archeologie, Archeosciences, Histoire. Rennes, 21 avril 2018. Résumés des communications. Rennes University, France, 2018. P. 23–24.

The Paleolithic archaeology and quaternary geology in Yongsan River region / Lee H.-J., Derevianko A.P., Dergacheva M.I., Bolikchovskaya N.S. et al. Seoul: Mokpo University, 2006. 320 p.

Поступила в редакцию 01.12.2024

Принята 02.12.2024

Опубликована 12.12.2024

Сведения об авторах:

Дергачева Мария Ивановна – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории биогеоценологии ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); dergacheva@issa-siberia.ru

Бажина Наталья Леонидовна – кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биогеоценологии ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (г. Новосибирск, Россия); bazhina@issa-siberia.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

History of research in the laboratory of biogeocenology (ISSA SB RAS): ecologo-evolutionary direction in the soil humus doctrina

© 2024 M. I. Dergacheva ¹, N. L. Bazhina 

Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Lavrentieva, 8/2, Novosibirsk, Russia. E-mail: dergacheva@issa-siberia.ru

This article provides an overview of the research conducted in the laboratory of the Biogeocenology (BGC) about the problems related to theoretical and applied aspects of the environmental-evolutionary direction in soil humus studies. New approaches, methods, and techniques used for studying the system of soil humic substances were analyzed. An overview of theoretical and applied provisions within the framework of the new environmental-evolutionary direction in soil humus studies is given. During the period of research, performed by the BGC laboratory on the soil humus component, the foundations of a new, unparalleled environmental-evolutionary direction in the soil humus studies were developed, within the framework of which the main patterns of change in the humus formation process in a changing natural and anthropogenic environment were revealed.

The working database on environmental-humus relationships, containing information on the composition, structural features and properties for more than 10 thousand humic acids of soils of different ages and territorial localities, together with detailed information on the environmental conditions of their formation,

contributed to the selection of soil series that differ only in one of the factors or their characteristics, and their use to establish the features of the influence of each of them using monofactorial analysis. Generalization of the available data made it possible to provide strong evidence of the reality of the humic acids existence, their spatiotemporal specificity, as well as their high indicator significance for classification, diagnostics of the natural environment status, and paleoenvironment reconstruction. The theoretically and experimentally substantiated pedohumus method developed for these purposes made it possible to conduct numerous assessments of the status and changes in the natural environment in Antarctica (using the Schirmacher Oasis soils as an example) and different regions of Eurasia, as well as to carry out paleoenvironment reconstructions for different deposits of the Pliocene-Holocene period in some local areas.

The environmental-evolutionary direction in soil humus studies contributes to a more rational and economic planning of theoretical and applied research on soils, ecosystems and the biosphere as a whole. In this regard, the further work of the BGC laboratory staff, namely Professor M.I. Dergacheva, cand.biol.sci. N.L. Bazhina, E.G. Zakharova will be aimed at expanding the evidence base of the provisions of the environmental-evolutionary direction in soil humus studies formulated to date, detailing the methodological approaches used, assessing the significance of different methods of studying, compressing and interpreting materials, determining the limits of quantitative indicators for different parameters of humic acids and humus substances in general, which can act as indicators of changes occurring at different levels of biosphere organization. Analytical and experimental studies aimed at further detailing the pedohumus method for soil diagnostics, determining the state of the ecological conditions of their formation, reconstructing the paleoenvironment, will expand the scope of application of this method to objects with different origin histories and localization conditions.

Keywords: *environmental-evolutionary direction; humus substances system; humic acids; indicators; humus memory of soils and ecosystems; pedohumus method.*

How to cite: *Dergacheva M.I., Bazhina N.L. History of research in the laboratory of biogeocenology (ISSA SB RAS): environmental-evolutionary direction in the soil humus doctrina. The Journal of Soils and Environment. 2024. 7(4). e251. DOI: [10.31251/pos.v7i4.251](https://doi.org/10.31251/pos.v7i4.251) (in Russian with English abstract).*

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank everyone who, during the entire period of solving problems within the framework of the ecological-evolutionary direction in the study of soil humus, shared with us soil samples of various conditions of their formation and functioning, selected in compliance with the sampling techniques we use for these purposes, as well as all employees of the BGC laboratory and other laboratories of the IAP SB RAS for their active participation in organizing and holding ten International Scientific Schools on Paleopedology for Young researchers: "Paleosols as source of Information about Past Environment".

FUNDING

The study was carried out according to the state assignment of the Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS with the financial support by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. 121031700309-1).

REFERENCES

- Bazhina N.L. Humic acids of soils of the western part of Tuva. Abstract of Dissertation ... Cand. Boil. Sci. Tomsk, 2016. 23 p. (in Russian).
- Bazhina N.L. The relationship of the fluorescent properties of humic acids in mountain meadow soils of Tuva with the environmental conditions of their formation. Materials of the International Scientific Conference of the II Nikitin Readings "Current problems of soil science, agrochemistry and ecology in natural and anthropogenic landscapes" (Perm, 14–17, 2023). Perm: Publishing House "OT and DO", 2023. P. 481–486. (in Russian).
- Bazhina N.L., Dergacheva M.I. Fluorescent properties of soil humic acids of different formation conditions. The Journal of Soils and Environment. 2021. Vol. 4. No. 4. e167. (in Russian). <https://doi.org/10.31251/pos.v4i4.167>
- Bazhina N.L., Dergacheva M.I. Correlative connections of the main parameters of fluorescence of humic acids in tundra soils of Tuva with climate conditions. In book: Soils and Environment [Electronic resource]: Collection of scientific papers of the All-Russian scientific conference with international participation, dedicated to the 55th anniversary of the Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS (Novosibirsk, October 2–6, 2023). Novosibirsk: ISSA SB RAS, 2023. P. 700–704. (in Russian). <https://doi.org/10.31251/conf1-2023>
- Bazhina N.L., Ondar E.E., Deryabina Yu.M. Specificity of light absorption in the visible and ultraviolet region of the spectrum by humic acids in soils of the Western part of the territory of Tuva. Vestnik of the Orenburg State University. 2014. No. 6. P. 189–194. (in Russian).

- Bazhina N.L., Zakharova E.G., Dergacheva M.I. Comparative analysis of tundra soil humus component of Tuva and Mountain Altai formed in the same environmental conditions. *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences*. 2019. Vol. 43. No. 4. P. 337–347. (in Russian). <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2019-43-4-337-347>
- Dergacheva M.I. *Soil Organic Matter: statics and dynamics*. Novosibirsk: Nauka Publ., 1984. 153 p. (in Russian).
- Dergacheva M.I. *The system of humic substances in soils: spatial and temporal aspects*. Novosibirsk: Nauka Publ, Siberian Branch, 1989. 108 p. (in Russian).
- Dergacheva M.I. *Archaeological pedology*. Novosibirsk: SB RAS Publ., 1997a. 227 p. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Reflection of the evolution of the natural environment in humus profiles of soils. In book: *Steppes of Eurasia: conservation of natural diversity and monitoring of the state of ecosystems: collection of proceedings of the International Symposium (Orenburg, 19–23 May, 1997)*. Orenburg: Steppe Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 1997b. P. 130–131. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Pedogumus method for reconstruction of paleoclimates. *Problems of reconstruction of climate and natural environment of the Holocene and Pleistocene of Siberia*. 1998a. P. 132–142. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Reconstruction of soil formation conditions using the pedogumus method. In book: *Ecology and soils: selected lectures 1–7 of the All-Russian School (1991–1997)*. Pushchino: Department of Scientific and Technical Information of the Pushchino Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 1998b. Vol. 1. P. 263–283. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Humus as a memory of ecosystems. In book: *Functions of soils in biosphere-geosphere systems the International Symposium (Moscow, 27–30 August, 2001)*. Moscow: MAKS Press Moscow, 2001a. P. 270–271. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Soil humus: on the issue of behavior in a changing environment. In book: *Ecology and soils: selected lectures of the X All-Russian School*. 2001b. Vol. IV. P. 29–39. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Soil Ecology: results of problems, prospects. *Izvestia. Ural Federal University Journal*. 2002. No. 23. Iss. 12. P. 53–60. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Ecological functions of the system of humic substances. In book: *Faculty of Biology and Soil Sciences: past, present and future the scientific conference dedicated to the 125th anniversary of the founding of Tomsk State University and the 70th anniversary of the Faculty of Biology and Soil Sciences (Tomsk, 23–24 April, 2003)*. Tomsk: Tomsk State University, 2003. P. 61–67. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Humic acids of soils: their sensitivity, reflexivity and behavior in a changing environment. In book: *Soils - the national heritage of Russia the IV Congress of Dokuchaevsky Island of Soil Scientists*. Novosibirsk: Science-Center, 2004. Book. 1. P. 293–295. (in Russian).
- Dergacheva M.I. The system of humic substances in soils: behavior in a changing environment under anthropogenic influences. In book: *Methods for studying soil organic matter (Vladimir, 27–28 May, 2005)*. Vladimir: Russian Academy of Agricultural Sciences, 2005a. P. 252–274. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Ecology and paleoecology of soils: some current problems. *Tomsk State University Journal*. 2005b. Appendix. No. 15. P. 14–15. (in Russian).
- Dergacheva M.I. *Methods of Soil Science in archaeological research: educational and methodological manual*. Novosibirsk: Novosibirsk State University Publishing House, 2007. 96 p. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Humus memory of soils. In book: *Memory of soils: soil as a memory of biosphere-geosphere-anthroposphere interactions*. Moscow: LKI Publishers, 2008. P. 530–560. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Humus memory of soils: levels of its manifestation and information content in the reconstruction of paleoclimates of the past. In book: *Climate changes, soils and the environment the International Scientific Seminar (Belgorod, 16–19 September, 2009)*. Belgorod: Belgorod State University Publishing House, 2009a. P. 23–25. (in Russian).
- Dergacheva M.I. The concept of humus memory of soils and its significance in the study of the evolution of types and conditions of soil formation. In book: *Evolution of soil cover: history of ideas and methods, Holocene evolution, forecasts the V International Conference (Pushchino, 26–31 October, 2009)*. Pushchino: State Unitary Enterprise of the Moscow Region Serpukhov Printing House, 2009b. P. 14–16. (in Russian).
- Dergacheva M.I. Ecology of soils: formation of a new science of the biosphere class. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*. 2009c. Vol. 16. No. 2. P. 143–150. (in Russian).

Dergacheva M.I. Methods of Soil Science in archaeological research. In book: Methods of Earth and human sciences in archaeological research: a set of educational and methodological materials. Novosibirsk: Novosibirsk State University Publishing House, 2010a. P. 138–187. (in Russian).

Dergacheva M.I. Soils are the guardians of the history of the biosphere. Science in Siberia. 2010b. No. 41. P. 10. (in Russian).

Dergacheva M.I. Diagnostics and reconstruction of paleoecological conditions by the pedogumus method. In book: Methodological approaches to the use of biological indicators in paleoecology. Kazan: Kazan University Publ., 2011a. P. 193–240. (in Russian).

Dergacheva M.I. Soil Ecology as a Science of the biosphere class. In book: Biosphere – soils – humanity: sustainability and development: materials of the All-Russian scientific conference dedicated to the 80th anniversary of prof. A.N. Tyuryukanov (Moscow, 14–16 March, 2011). Moscow: MSU, 2011b. P. 114–124. (in Russian).

Dergacheva M.I. Soil Chemistry. Novosibirsk: NSU, 2012. 69 p. (in Russian).

Dergacheva M.I. System of humic substances as a basis for the paleosol diagnosis and paleoenvironment reconstruction. Novosibirsk: Publ. House SB RAS, 2018. 291 p. (in Russian). <https://doi.org/10.15372/system2018DMI>

Dergacheva M.I. Traditions and innovations in the study of soil humus. The Journal of Soils and Environment. 2021. Vol. 4. No. 4. e172. (in Russian). <https://doi.org/10.31251/pos.v4i4.172>

Dergacheva M.I., Vasilyeva D.I. Paleosols, cultural horizons and natural conditions of their formation during the Bronze Age in the steppe zone of the Samara Trans-Volga region. Issues of the Volga region archaeology. 2006. Iss. 4. P. 464–476. (in Russian).

Dergacheva M.I., Zykina V.S. Humic acids of Upper Quaternary fossil soils. Upper Quaternary sediments and fossil soils of the Novosibirsk Ob region. Moscow: Nauka Publ., 1981. P. 152–165. (in Russian).

Dergacheva M.I., Zykina V.S. Organic matter in fossil soils. Novosibirsk: Nauka Publ., Siberian Branch, 1988. 127 p. (in Russian).

Dergacheva M.I., Makeev A.O. International scientific youth school on paleosol science “Palaeosols are keepers of information about the natural environment of the past”. Pochvovedenie. 2012. No. 7. P. 814–816. (in Russian).

Dergacheva M.I., Makeev A.O. Annual International Scientific Youth School on Paleosol Science in Siberia: “Palaeosols are keepers of information about the natural environment of the past” (2010–2019). The Journal of Soils and Environment. 2019. Vol. 2. No. 4. e103. (in Russian). <https://doi.org/10.31251/pos.v2i4.103>

Dergacheva M.I., Ochur K.O. Reconstruction of changes in the natural environment during the Holocene using the pedogumus method on the territory of the Central Tuva Basin. Tomsk State University Journal of Biology. 2012. No. 1. P. 5–17. (in Russian).

Dergacheva M.I., Potapova S.S. Behavior of the system of humic substances in lowland peatlands in a changing natural and anthropogenic environment. In book: Peatlands of Western Siberia and the carbon cycle: past and present: materials of the II International Field Symposium (Khanty-Mansiysk, August 24 – September 2, 2007). Khanty-Mansiysk: Publishing house of scientific and technical literature, 2007. P. 93–94. (in Russian).

Dergacheva M.I., Zykina V.S., Volkov I.A. Problems and methods of studying fossil soils: methodological recommendations. Novosibirsk: IGI, 1984. 79 p. (in Russian).

Dergacheva M.I., Vashukevich N.V., Granina N.I. Humus and Holocene-Pliocene soil formation in the Cis-Baikal region. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, branch "Geo", 2000a. 206 p. (in Russian).

Dergacheva M.I., Nikerova T.V., Solodukhina E.A. Features of humus profiles of soils of Verkhoturova Island and the specificity of soil formation in the zone of weak ashfalls. In book: Modern problems of soil science in Siberia. Proceedings of the International scientific conference dedicated to the 70th anniversary of the formation of the Department of Soil Science of Tomsk State University (Tomsk, 01–05 September, 2000). Tomsk: TSU, 2000b. Vol. 1. P. 159–163. (in Russian).

Dergacheva M.I., Goncharova N.V., Fedeneva I.N. Humus of modern soils of the Altai Mountains as a basis for diagnosing the natural environment and climates of the past. In book: Basic patterns of global and regional changes in climate and natural environment in the late Cenozoic of Siberia. collection of articles / Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Novosibirsk: Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2002a. Iss. 1. P. 122–133. (in Russian).

Dergacheva M.I., Derevyanko A.P., Fedeneva I.N. Evolution of paleopedogenesis and the environment during the Late Pleistocene in Western Tien Shan. Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia. 2002b. No. 2. P. 38–45.

- Dergacheva M.I., Fedeneva I.N., Goncharova N.V. Evolution of the natural environment of Northwestern and Central Altai in the Late Pleistocene – Holocene. *Geografia i prirodnye resursy*. 2003. No. 1. P. 76–83. (in Russian).
- Dergacheva M.I., Derevyanko A.P., Fedeneva I.N. Evolution of the natural environment of the Altai Mountains in the Late Pleistocene and Holocene: reconstruction based on the characteristics of pedogenesis. Novosibirsk: Publishing House of the Institute of Archeology and Ethnography, 2006. 143 p. (in Russian).
- Dergacheva M.I., Ondar E.E., Zakharova E.G. Humus profiles of Mountain-Chestnut Soils of a complex catena in Central Tyva. *Contemporary Problems of Ecology*. 2010. Vol. 3. No. 3. P. 299–304. <https://doi.org/10.1134/S1995425510030070>
- Dergacheva M.I., Nekrasova O.A., Okoneshnikova M.V., Vasilyeva D.I., Gavrilov D.A., Ochur K.O., Ondar E.E. The ratio of elements in humic acids as a source of information about the natural environment of soil formation. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*. 2012a. Vol. 19. No. 5. P. 667–676. (in Russian).
- Dergacheva M.I., Nekrasova O.A., Vasilyeva D.I., Fadeeva V.P. Elemental composition of humic acids in virgin chernozems under different formation conditions. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2012b. No. 10. P. 90–96. (in Russian).
- Dergacheva M.I., Bazhina N.L., Ondar E.E., Ochur K.O., Ryabova N.N. Ecological dependence of the composition and properties of humic acids in soils in the western part of Tuva. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2015. No. 10. P. 162–165. (in Russian).
- Dergacheva M.I., Bazhina N.L., Sedov S.N., Sheinkman V.S. Humus component of pedosediments at the end of the Sartan cryochron in the Nadym River basin (West Siberia). *The Journal of Soils and Environment*. Vol. 7. No. 1. e263. (in Russian). <https://doi.org/10.31251/pos.v7i1.263>
- Sauer D., Schulli-Mauer I., Wagner S., Scarziglia F., Sperstad Z., Svendgard-Stokke S., Sørensen R., Schellmann G. Soil formation on a millennial time scale - examples from different climatic conditions. Selected lectures of the International youth school on paleosoil science. Novosibirsk: Okarina Publishing House, 2019. Iss. 4. 22 p. (in English and Russian)
- Zakharova E.G., Dergacheva M.I., Kallas E.V., Bazhina N.L. Humus profile specificity of chernozems of the Ob river left bank within the Priob Plateau. *The Journal of Soils and Environment*. 2023. Vol. 6. No. 2. e214. (in Russian). <https://doi.org/10.31251/pos.v6i2.214>
- Kallas E.V., Dergacheva M.I. Humus profile of soils as a reflection of the stages of soil formation. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*. 2007. Vol. 14. No. 5. P. 711–717. (in Russian).
- Kallas E.V., Dergacheva M.I. Humus profiles of soils in the taiga-steppe ecotone of Western Siberia. Tomsk: Okarina LLC, 2011a. 121 p. (in Russian).
- Kallas E.V., Dergacheva M.I. Humus profiles of soils in Siberia under different soil formation conditions. *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*. 2011b. Vol. 18. No. 5. P. 633–640. (in Russian).
- Lavrik N.L., Dergacheva M.I., Kovaleva E.I. Application of infrared and luminescent spectroscopy methods to study the structural properties of humic acids isolated from a chronosequence of irrigated chestnut soils of the Kulunda steppe. *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya*. 2000. Vol. 8. No. 6. P. 815–821. (in Russian).
- Lavrik N.L., Sagdiev A.M., Dergacheva M.I. Fluorescence and electron absorption studies of the structure of humic acids extracted from the A horizon of soils. *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya*. 2004. Vol. 12. No. 4. P. 451–457. (in Russian).
- Lbova L.V., Rezanov I.N., Kolomiets V.L., Savinova V.V., Dergacheva M.I., Vashukevich N.V., Perevalov A.V., Rezanova V.P., Kalmykov N.P. Changes in the natural environment and climate in the late Pleistocene and Holocene in the central zone of Western Transbaikalia: according to the study of geoarchaeological objects of the Onin complex. In book: *Problems of reconstruction of climate and natural environment of the Holocene and Pleistocene of Siberia*. Collection of articles / Institute of Archeology and Ethnography of the SB RAS; editorial board: E.A. Vaganov, A.P. Derevyanko, V.S. Zykina. Novosibirsk: Institute of Archeology and Ethnography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2000. Vol. 2. P. 288–301. (in Russian).
- Lbova L.V., Kolomiets V.I., Dergacheva M.I., Fedeneva I.N., Klementiev A.M. Environment and Climate during the Late Upper Pleistocene in the Western Trans-Baikal Region: based on data from geo-archaeological sites. *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. 2005. No. 2. P. 2–17. (in Russian).
- Mulloev N.U., Lutfiloev N.A., Odinaev S., Dergacheva M.I., Lavrik N.L. Comparative analysis of the spectral characteristics of humic acids of various genesis. *Doklady Akademii nauk Respubliki Tadjikistan*. 2020. Vol. 63. No. 1–2. P. 78–84. (in Russian).

Paleosoils, natural environment and methods of their diagnostics / G.V. Dobrovolsky, M.I. Dergacheva (resp. ed.). Novosibirsk: Ofset, 2012. 264 p. (in Russian).

Pivovarova Zh.F., Blagodatnova A.G. Algae as an integral component of soils and the possibility of using algodiagnosics in paleosoil science. Selected lectures of the International Scientific Youth School on Paleosoil Science. Novosibirsk: Okarina Publishing House, 2017. Iss. 3. 30 p. (in Russian and English).

Sedov S.N. Loess paleosols: a chronicle of changes in the natural environment of the Quaternary period (pedogenetic analysis, interpretation, use in global reconstructions). Selected lectures of the International Scientific Youth School on Paleosoil Science. Novosibirsk: Okarina Publishing House, 2016. Iss. 2. 19 p. (in English and Russian).

Tikhova V.D., Fadeeva V.P., Shakirov M.M., Dergacheva M.I. Specific features of humic acids from various soils as studied by thermal analysis and C-13 NMR. Russian Journal of Applied Chemistry. 1998. Vol. 71. No. 7. P. 1229–1233.

Tikhova V.D., Shakirov M.M., Fadeeva V.P., Dergacheva M.I. Application of the ³¹P NMR study of soil humic acids. Russian Journal of Applied Chemistry. 2000. Vol. 73. No. 7. P. 1278–1281.

Tikhova V.D., Shakirov M.M., Fadeeva V.P., Dergacheva M.I., Kallas E.V., Orlova L.A. Elemental Content and Functional Group Analysis of Humic Acids in Fossilized Soils of Different Ages. Russian Journal of Applied Chemistry. 2001. Vol. 74. No. 8. P. 1380–1384. <https://doi.org/10.1023/A:1013783002596>

Tikhova V.D., Shakirov M.M., Fadeeva V.P., Dergacheva M.I., Samutenko L.V., Fedorova L.V. NMR study of structural changes in humic acids of meadow soddy soils. Russian Journal of Applied Chemistry. 2002. Vol. 75. No. 5. P. 829–833. <https://doi.org/10.1023/A:1020335301848>

Uchaev A.P., Nekrasova O.A., Dergacheva M.I. Diagnostics of the paleonatural environment of the forest-steppe zone of the Southern Urals on the Brunhes-Matuyama border. Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences. 2018. Vol. 42. No. 2. P. 142–151. (in Russian). <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2018-42-2-142-151>

Fedeneva I.N. Classification of paleosols: problems and possible solutions. Selected lectures of the International Scientific Youth School on Paleosoil Science. Novosibirsk: Okarina Publishing House, 2014. Iss. 1. 25 p. (in Russian and English).

Dergacheva M.I. The pedohumic method of paleoecological reconstruction. VII Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology (Savonlinna, Finland, 7–11 September, 1996). Savonlinna, 1996. P. 15. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(02\)00162-3](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(02)00162-3)

Dergacheva M. New approaches to the reconstruction of environment of ancient men's inhabitation. In book: Paleocology of the Pleistocene and Stone Age Cultures of Northern Asia and Adjacent Territories. Novosibirsk: Publishing House of the Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, 1998. Vol. 1. P. 78–82.

Dergacheva M.I. Humic acids of soils of different age and genesis. 10th International meeting of the international humic substances society (Toulouse, France, 24–28 July, 2000). Toulouse, 2000a. P. 267–270.

Dergacheva M.I. Humus profiles of soils: their diversity as a reflection of environment and its evolution. Biodiversity and dynamics of ecosystems in North Eurasia: abstr. of IC&G Intern. conf. Novosibirsk, 2000b. P. 10.

Dergacheva M.I. Ecological Functions of Soil Humus. Eurasian Soil Science. 2001a. Vol. 34. Suppl. 1. P. S100–S105.

Dergacheva M.I. Humus as memory of ecosystem. Functions of Soils in the Geosphere-Biosphere Systems: materials of the International Symposium (Moscow, 27–30 August, 2001). Moscow, 2001b. P. 257.

Dergacheva M. Pedohumic method in paleoenvironmental reconstructions: an example from Middle Siberia. Quaternary International. 2003. Vol. 106–107. P. 73–78. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(02\)00162-3](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(02)00162-3)

Dergacheva M. Humic acids of Eurasian paleosols, their diagenetic changes and significance for reconstructions of paleopedogenesis direction. Paleosoils: memory of ancient landscapes and living bodies of present ecosystems: abstr. of Intern. conf. a. field (Trip, 7–11 June, 2004). Florence, 2004. P. 86–87.

Dergacheva M.I., Fedeneva I.N., Laukhin S.A. Paleoecological Reconstructions of the Chulym-Enyceysk Depression in Late Pleistocene. Scientific bulletin Institute of Management and Economics. Series of Technical Sciences. 2001. No. 3. P. 164–177.

Dergacheva M., Fedeneva I., Bazhina N., Nekrasova O., Zenin V. Shestakovo site of Western Siberia (Russia): Pedogenic features, humic substances and paleoenvironment reconstructions for last 20–25 ka. Quaternary International. 2016a. Vol. 420. P. 199–207. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.10.087>

Dergacheva M., Nekrasova O., Uchaev A., Bazhina N. Sarykul paleosol in Southern Urals sediments (Russia). Quaternary International. 2016b. Vol. 420. P. 90–100. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2015.10.075>

Fedeneva I.N., Dergacheva M.I. Paleosoils as the basis of environmental reconstruction in Altai mountainous areas. Quaternary International. 2003. Vol. 106-107. P. 89–101. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(02\)00164-7](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(02)00164-7)

Fedeneva I.N., Dergacheva M.I. Soilscape evolution of West Tien Shan during the Late Pleistocene based on humus properties of the Obi-Rakhmat archaeological site. Quaternary International. 2006. Vol. 156–157. P. 60–69. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2006.05.004>

Lefort J.P., Danukalova G., Ansart A., Charrier M., Dergacheva M., Eynaud F., Monnier J.L. Migrations néandertaliennes et variations climatiques pendant le Saalien supérieur. Journée du “CReAAH” // Archeologie, Archeosciences, Histoire. Rennes, 21 avril 2018. Résumés des communications. Rennes University, France, 2018. P. 23–24.

The Paleolithic archaeology and quaternary geology in Yongsan River region / Lee H.-J., Derevianko A.P., Dergacheva M.I., Bolikchovskaya N.S. et al. Seoul: Mokpo University, 2006. 320 p.

Received 01 December 2024

Accepted 02 December 2024

Published 12 December 2024

About the authors:

Maria I. Dergacheva – Doctor of Biological Sciences, Professor, Principal Researcher of the Laboratory of Biogeocenology of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); mid555@yandex.ru; dergacheva@issa-siberia.ru

Natalia L. Bazhina – Candidate of Biological Sciences, Researcher in the Laboratory of Biogeocenology in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); bazhina@issa-siberia.ru

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)