

Диагностика процессов почвообразования в аллювиальных луговых почвах речных долин таёжно-лесной и степной зон

© 2023. П. Н. Балабко¹, д. б. н., профессор,
Е. М. Лаптева², к. б. н., зав. отделом,
А. А. Снег¹, к. б. н., инженер,

¹Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,
119234, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12,

²Институт биологии Коми научного центра
Уральского отделения Российской академии наук,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,
e-mail: lapteva@ib.komisc.ru

Обобщены многолетние данные, полученные при изучении широкого спектра аллювиальных почв, формирующихся на пойменных террасах рек таёжно-лесной и степной зон Европейской и Западно-Сибирской равнин. С использованием методов микроморфологии и растровой электронной микроскопии исследовано микростроение аллювиальных почв центральной части пойменных террас ряда крупных рек – Оби, Печоры, Северной Двины, Угры, Оки, Десны, Клязьмы, Тихой Сосны. Выявлены особенности и диагностические признаки поемно-аллювиальных и элементарных почвообразовательных процессов, определяющих формирование профиля аллювиальных луговых почв. Показано, что для всех биоклиматических зон характерны высокая агрегированность и пористость гумусоаккумулятивных горизонтов, при этом в таёжно-лесной зоне формируется гумус типа мулль и модер, в степной – только мулль. Диагностическими признаками зональности аллювиальных луговых почв являются форма и размеры Fe-Mn-новообразований, наличие глинистых натёков и кутан, гипса и карбонатов. В таёжно-лесной зоне экологические условия высокой поймы маркируют присутствие Fe-Mn-новообразований в форме нодулей и наличие глинистых натёков в нижней части профиля, низкой поймы – присутствие Fe-Mn-новообразований в форме хлопьев и пятен, глинистых кутан (плёнок) в порах и вокруг агрегатов в нижней части профиля. Для аллювиальных луговых почв степной зоны характерно формирование в нижней части профиля новообразований из гипса и карбонатов, и отсутствие – кутан иллювиирования. Интенсивное агрогенное использование аллювиальных луговых почв способствует дезагрегации пахотного горизонта, вымыванию из него аморфных форм гумуса, переориентации глинистых минералов в горизонтальное расположение в горизонтах, располагающихся ниже плужной подошвы.

Ключевые слова: аллювиальные почвы, микроморфологическое строение, почвообразование, процессы, признаки, диагностика.

Diagnostics of soil formation processes in alluvial meadow soils of river valleys in taiga-forest and steppe zones

© 2023. P. N. Balabko¹ ORCID: 0000-0002-4612-3861¹
E. M. Lapteva² ORCID: 0000-0002-9396-7979²
A. A. Sneg¹ ORCID: 0009-0006-7865-1534²

¹Moscow State University named after M. V. Lomonosov,
1/12, Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119234,

²Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences,
28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,
e-mail: lapteva@ib.komisc.ru

Long-term data obtained from studying a wide range of alluvial soils formed on floodplain terraces of rivers in the taiga-forest and steppe zones of the European and West Siberian Plains are summarized. The microstructure of alluvial soils in the central part of the floodplain terraces of a number of large rivers such as the Ob, Pechora, Northern Dvina, Ugra, Oka, Desna, Klyazma and Tikhaya Sosna Rivers was studied using the methods of micromorphology and scanning electron microscopy. We identified the features and diagnostic signs of flood-alluvial and elementary soil-forming

processes that determine the formation of the profile of alluvial meadow soils. All bioclimatic zones are characterized by high aggregation and porosity of humus-accumulative horizons. However, humus of the mull and moder type is formed in the taiga-forest zone, while in the steppe – only mull. Diagnostic signs of zonality in alluvial meadow soils are the shape and size of Fe-Mn formations, clay deposits and cutans, gypsum and carbonates. In the taiga-forest zone the ecological conditions of the high floodplain are marked by the presence of Fe-Mn new formations in the form of nodules and the presence of clay deposits in the lower part of the profile. At the same time, the low floodplain is marked by Fe-Mn new formations in the form of flakes and spots, clay cutans (films) in the pores and around the units at the bottom of the profile. Alluvial meadow soils of the steppe zone are characterized by the presence of new formations of gypsum and carbonates in the lower part of the profile, and the absence of illuvial cutans. Intensive agrogenic use of alluvial meadow soils promotes the disaggregation of the humus-accumulative horizon, the leaching of amorphous forms of humus from it, and the reorientation of clay minerals into a horizontal arrangement in the horizons located below the plow base.

Keywords: alluvial soils, micromorphological structure, soil formation, processes, features, diagnostics.

Аллювиальные пойменные почвы занимают особое место в мире почв. Они относятся к категории наиболее молодых и очень динамичных образований в системе почвенного покрова Земли, и представлены во всех биоклиматических зонах и подзонах [1]. Формирование аллювиальных почв в пределах пойменных террас осуществляется под влиянием сложного сочетания собственно почвообразовательных процессов и таких интразональных факторов, связанных с ежегодными паводками, как поёмность и аллювиальность [2]. Отложение аллювия на поверхность почв (аллювиальность) и их развитие в течение определённого периода времени в условиях затопления паводковыми водами (поёмность) нарушают естественный ход протекания элементарных почвенных процессов. Это обусловило отрицание многими исследователями в течение длительного времени роли зональных факторов в формировании почв пойменных террас. Полученные к настоящему времени данные о морфологических и физико-химических свойствах широкого спектра пойменных почв, представленных в долинах рек Восточной Европы и Западной Сибири, подтвердили значимое влияние биоклиматических факторов на развитие их профиля [1, 3]. Почвенный покров пойменных террас, несмотря на их небольшие относительно водораздельных пространств площади, характеризуется значительным разнообразием почв. Оно обусловлено разнообразием условий формирования речных долин, разнообразием минералогического и гранулометрического состава размываемых речными потоками четвертичных отложений, спецификой растительного покрова пойм, особенностями климата и пр. Все эти факторы оказывают соответствующее влияние на скорость и направленность как процессов седиментогенеза, так и собственно почвообразовательных процессов. В связи с этим, при исследовании генезиса аллювиальных почв важным является

диагностика аллювиально-пойменных и элементарных почвенных процессов, определяющих дифференциацию профиля почв пойменных террас и маркирующих этапы их природной и антропогенной трансформации [4, 5].

Цель данной работы заключалась в выявлении диагностических признаков седиментогенеза и поёмности, а также элементарных процессов почвообразования в аллювиальных луговых почвах таёжно-лесной и степной зон на основе изучения их микростроения.

Объекты и методы исследования

Проведено обобщение многолетних данных о микростроении аллювиальных луговых почв, исследованных авторами на типичных отрезках пойм рек Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин. Объектами исследования послужили почвы рек таёжной зоны – Оби [6], Печоры [7], Северной Двины [3], Угры и Оки [8, 9], Десны [3, 10], Клязьмы [3, 11]. Изучение особенностей микростроения аллювиальных луговых почв степной зоны проводили на примере поймы р. Тихая Сосна (Воронежская область) [12].

Микроморфологические исследования аллювиальных почв выполняли в соответствии с методическими руководствами [13–17]. Описание микростроения почв проводили в ориентированных (верх/низ) плоскопараллельных шлифах, приготовленных из образцов ненарушенных почв. Процесс просмотра и описания шлифов нами усовершенствован за счёт объединения в единый комплекс поляризационного микроскопа ПОЛАМ 312 и стационарного компьютера. Это позволило проводить просмотр в течение короткого времени значительно большего количества микрозон в шлифах и фиксировать их фотографические изображения. В ряде случаев при изучении структурных особенностей почв использовали метод растровой электронной микроскопии (РЭМ).

Для установления классификационного положения аллювиальных почв использовали принципы их диагностики и классификации, предложенные Г. В. Добровольским [2] и реализованные в «Классификации и диагностике почв СССР» [18].

Результаты и обсуждение

Особенности формирования почв в поймах рек и их классификация. Классификация аллювиальных пойменных почв, разработанная Г. В. Добровольским [2], носит универсальный характер. Исследованиями многих авторов показана возможность её применения при изучении почвенного покрова пойменных террас рек как гумидных, так и аридных областей [1]. Многие отечественные исследователи, наряду с современной субстантивно-генетической «Классификацией и диагностикой почв России» 2004 г. [19], продолжают активно использовать классификацию Г. В. Добровольского и в настоящее время [10, 20].

Согласно этой классификации [2, 18], в зависимости от характера водного режима и условий почвообразования в поймах рек принято выделять три основные группы типов аллювиальных почв – дерновые, луговые и болотные. С учётом зональных условий, особенностей гранулометрического и минералогического составов размываемого аллювия, специфики засоления высокоминерализованными грунтовыми водами в каждой группе выделяют типы по степени насыщенности основаниями – кислые (ненасыщенные основаниями), насыщенные основаниями (нейтральные и слабокислые), карбонатные (насыщенные основаниями, имеют слабощелочную реакцию среды). На уровне рода выделяют засоленные и солонцеватые почвы [18]. Специфика формирования пойменных террас, разнообразие складывающихся в их пределах экологических условий определяют значительное разнообразие типов и подтипов аллювиальных почв.

Во всех биоклиматических зонах наиболее плодородными почвами являются аллювиальные луговые почвы [1, 2, 7, 8, 10, 16, 21]. Они занимают плоские невысокие гривы и пониженные выровненные пространства центральной поймы, где почвообразование идёт на суглинистом и глинистом аллювии. Близкое залегание почвенно-грунтовых вод (1–2 метр почвенного профиля) и ежегодная влагозарядка гумусоаккумулятивных горизонтов в период паводка способствуют

преимущественному формированию на таких почвах высокопродуктивных мезофитных и мезофитно-гигрофитных лугов. Морфологически профиль аллювиальных луговых почв характеризуется развитием мощного гумусоаккумулятивного горизонта (A1) с хорошо выраженной зернистой или комковато-зернистой структурой, формированием в срединной части профиля переходного по содержанию гумуса горизонта с признаками оглеения (Bg), залегающим на подстилающем аллювии различного гранулометрического состава (Cg).

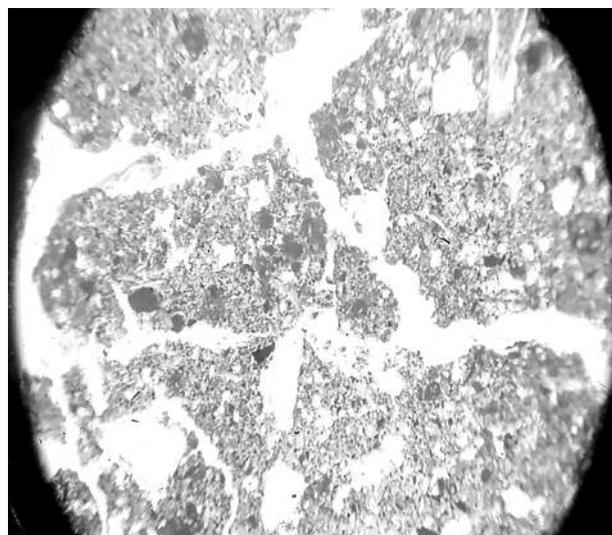
Благодаря господству в центральной пойме высокопродуктивных луговых сообществ, в аллювиальных луговых почвах ведущим почвообразовательным процессом, определяющим развитие их профиля, является дерновый процесс. На его протекание и дифференциацию профиля аллювиальных луговых почв существенное влияние оказывают также процессы седиментации паводкового аллювия на поверхность поймы (в силу снижения скорости потока полых вод в центральной части пойменных террас происходит оседание преимущественно тонких, обогащённых биофильными элементами наилков), а также особенности водного режима (глубина залегания почвенно-грунтовых вод, их химический состав, высота подъёма и мощность капиллярной каймы). Все отмеченные факторы способствуют развитию в аллювиальных луговых почвах комплекса элементарных почвообразовательных процессов – таких, как интенсивное гумусообразование и гумусонакопление, биогенное и гидроморфное оструктурирование, оглеение, ожелезнение, оруденение и окарбонирование, степень выраженности которых во многом зависит от зональных условий региона и специфики формирования пойменной террасы (её геоморфологии, особенностей русловых процессов, степени дренированности поймы и т.д.).

Процессы седиментогенеза в профиле аллювиальных луговых почв морфологически могут быть выражены в виде сочетания прослоек аллювия различного гранулометрического состава. Такой профиль характерен для подтипов аллювиальных луговых слоистых примитивных и слоистых почв, которые можно встретить на пониженных участках прирусловой части поймы, косах и пойменных островах. В подтипах собственно аллювиальных луговых почв морфологически процессы аллювиальности и поёмности практически не выражены – профиль почвы однороден, характеризуется постепенным переходом от гумусоаккумулятивного гори-

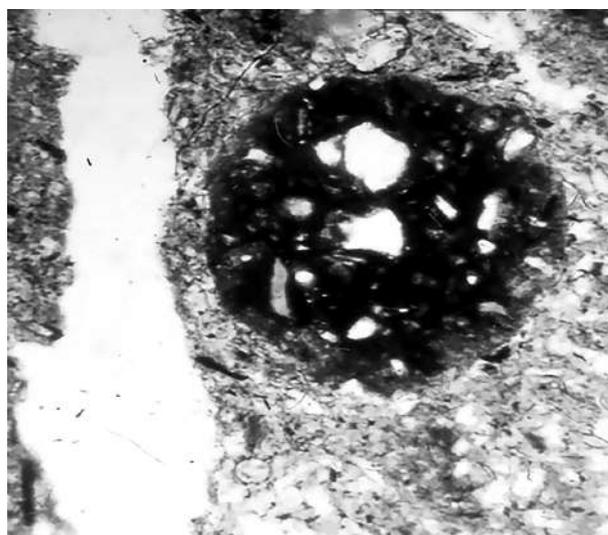
зонта А1 к переходному Вg. Однако процессы седиментогенеза могут быть диагностированы при изучении микростроения верхней части гумусоаккумулятивных горизонтов – по их микрослоистости, слабой связи органического вещества и минерального скелета, хорошей окатанности песчаных зёрен, горизонтальному расположению удлинённых минералов и растительных остатков.

Микростроение аллювиальных луговых кислых почв. Микроморфологическое описание широкого спектра аллювиальных луговых кислых почв, формирующихся в долинах рек таёжно-лесной зоны, позволило выявить ряд

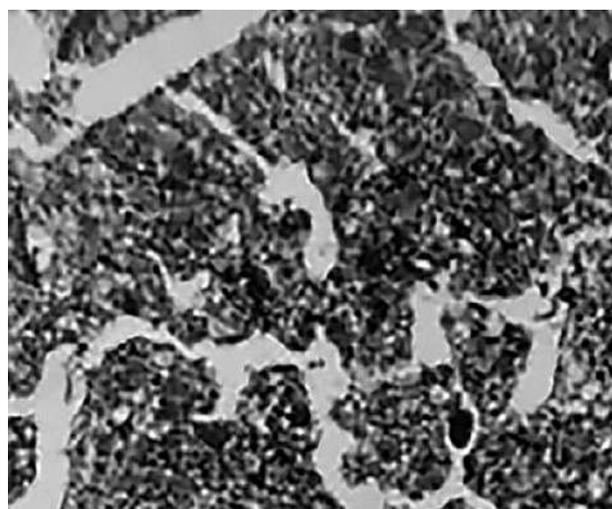
особенностей в специфике протекания в их профилях почвообразовательных процессов в зависимости от высоты пойменной террасы и, соответственно, длительности затопления почв в период паводка и их дренированности в послепаводковый период. Изучение микростроения аллювиальных луговых кислых почв высокой поймы свидетельствует об их активном формировании под влиянием процессов гумусообразования, гумусонакопления и биогенного оструктурирования. Микросложение гумусоаккумулятивных горизонтов таких почв агрегированное с преобладанием агрегатов 2 порядка и выраженной межагрегатной



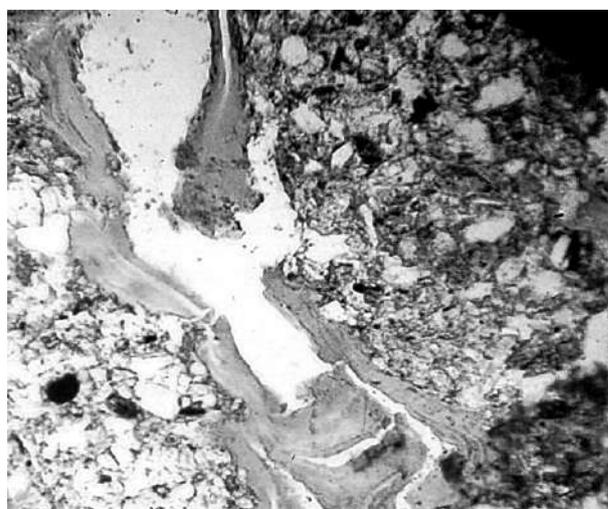
А / А



Б / В



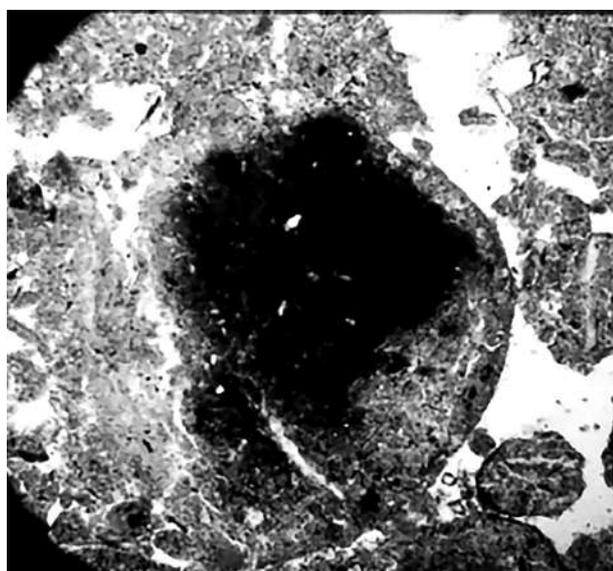
В / С



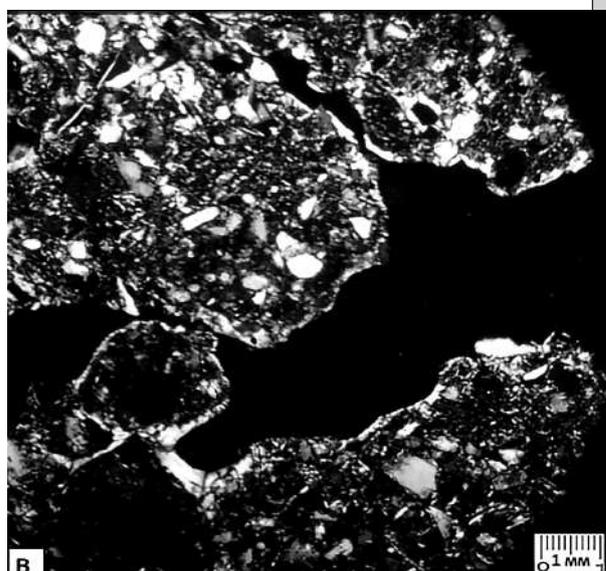
Г / D

Рис. 1. Микростроение аллювиальных луговых кислых почв высокой поймы на примере долины р. Оби (увеличение $\times 90$, николи параллельные): агрегированность (А) и железо-марганцевые нодули (Б) в гумусоаккумулятивном горизонте (гор. А1, глубина 0–30 см); пористость (В) и глинистые натёки (Г) в переходном горизонте Вg (глубина 30–55 и 55–70 см соответственно)

Fig. 1. Microstructure of alluvial meadow acidic soils of a high floodplain using the example of the Ob river valley (magnification $\times 90$, nicols parallel): aggregation (А) and iron-manganese nodules (Б) in the humus-accumulative horizon (horizon А1, depth 0–30 cm); porosity (С) and clay deposits (D) in the transition horizon Вg (depth 30–55 and 55–70 cm, respectively)



А / А



Б / В

Рис. 2. Микростроение аллювиальных луговых кислых почв низкой поймы на примере долины р. Оби: А – агрегированность и железо-марганцевые пятна в гумусоаккумулятивном горизонте (гор. А1, глубина 0–30 см; увеличение $\times 90$, николи параллельные); Б – пористость и глинистые кутаны в переходном горизонте (гор. Вg, глубина 50–68 см; увеличение $\times 90$, николи скрещенные)
Fig. 2. Microstructure of alluvial meadow acidic soils of a low floodplain using the example of the Ob river valley: А – aggregation and iron-manganese spots in the humus-accumulative horizon (А1 horizon, depth 0–30 cm; magnification $\times 90$, nicols parallel); В – porosity and clay cutans in the transition horizon (Вg horizon, depth 50–68 cm; magnification $\times 90$, nicols crossed)

разветвлённой пористостью (рис. 1А). Органическое вещество представлено гумусом типа мулль и модер. Среди марганцовисто-железистых новообразований преобладают нодули (рис. 1Б)

Переходные горизонты Вg, имеющие признаки оглеения в виде сизоватых пятен в профиле, также хорошо агрегированы, с ажурно-ветвистой пористостью (рис. 1В). Для них характерно присутствие осветлённых микрозон и равномерное распределение дисперсного гумуса. В некоторых порах, особенно на глубине 55–70 см, зафиксированы в шлифах отчётливо выраженные глинистые натёки (рис. 1Г). Они обнаружены нами в шлифах из горизонтов Вg аллювиальных луговых кислых почв высокой поймы в долинах рек Средней Оби, Печоры, Десны, Оки, Клязьмы [6–8]. Кроме того, в горизонте Вg аллювиальной луговой кислой почвы, формирующейся в пойме р. Десны (подзона южной тайги), были обнаружены кутаны, включающие зёрна кварца.

Присутствие глинистых натёков в нижней части профиля аллювиальных луговых почв, занимающих высокие гривы в центральной части пойменных террас таёжно-лесных рек, свидетельствует об их дифференциации по элювиально-иллювиальному типу и тенденции формирования на пойменных

террасах в долинах рек почвенных профилей подобно зональным подзолистым и дерново-подзолистым почвам [22, 23]. Однако по сравнению с зональными почвами, кутаны иллювиирования в аллювиальных почвах как правило молодые, слабонарушенные, без включения соединений железа и гумуса. Присутствие в составе кутан зёрен кварца может свидетельствовать о возможности протекания в пойменных почвах таёжно-лесной зоны процессов партлювации [24].

Формирование аллювиальных луговых кислых почв в условиях низкой поймы осложняется более высоким уровнем залегания почвенно-грунтовых вод и более длительным периодом затопления паводковыми водами, по сравнению с участками высокой поймы. Это нашло своё отражение в макро- и микро-строении почв. Как правило, профиль аллювиальных луговых кислых почв низкой поймы долин рек Средней Оби, Печоры, Десны слабее дифференцирован на генетические горизонты. В их гумусоаккумулятивных горизонтах преобладают макроагрегаты 1 и 2 порядков, а марганцовисто-железистые новообразования имеют форму пятен (рис. 2А). Много углистых частиц, ожелезнённых растительных остатков, гумус типа модер. Эти признаки свидетельствуют о более гидроморфных условиях формирова-

ния таких почв, по сравнению с аллювиальными луговыми почвами высокой поймы.

Глинистые натёки представлены однослойными обезжелезненными тонкими глинистыми плёнками (кутанами) вдоль пор и вокруг агрегатов (рис. 2Б). Сезонное оглеение верхних горизонтов исследуемых почв в осенний и весенний периоды приводит к диспергации почвенной массы, что способствует иллювированию железисто-глинистой плазмы в нижележащие горизонты. Однако этот процесс протекает более интенсивно в аллювиальных луговых почвах высокой поймы (в условиях лучшего дренажа), по сравнению с почвами низкой поймы, отличительной чертой водного режима которых является слабая дренированность территории.

Анализ микростроения аллювиальных луговых кислых почв, формирующихся в условиях высокой и низкой поймы, свидетельствует о высокой пористости их профиля. В них диагностированы такие почвообразовательные процессы, как биоморфное и гидроморфное оструктурирование, глееобразование и ожелезнение, лессиваж. На глобальное распространение глеевого процесса в различных типах почв, в том числе и пойменных, обратил внимание Ф.Р. Зайдельман [25].

Наличие железистых новообразований и глинистых кутан в профиле аллювиальных луговых кислых почв свидетельствуют о том, что ещё на пойменной стадии их эволюционного развития в них начинают формироваться признаки зональных таёжно-лесных почв. Разнообразие и форма новообразований и кутан иллювиования являются диагностическими признаками экологических условий почвообразования. В условиях высокой поймы (хороший дренаж, залегание зеркала почвенно-грунтовых вод во втором метре почвенного профиля) Fe-Mn-новообразования представлены нодулями, глинистое вещество имеет натёчную форму. В условиях низкой поймы (слабая дренированность, зеркало грунтовых вод во втором полуметре профиля) марганцовисто-железистые новообразования имеют форму пятен, глинистые кутаны – однослойные, выстилают стенки пор.

Микростроение аллювиальных луговых насыщенных почв. При изучении микростроения аллювиальных луговых насыщенных почв, представленных в пределах пойменных террас долин рек степной зоны (Верхняя Обь, Верхний Чулым, Тихая Сосна) [1, 6, 12], нами выявлен ряд отличительных признаков. Гумусоаккумулятивные горизонты таких почв характеризуются высокой макро- и микро-

агрегированностью, компактным микро-сложением, хорошо развитой межагрегатной пористостью (рис. 3А). Гумусо-глинистая плазма скоагулирована, гумус типа мулль.

Заметных признаков передвижения по профилю луговых насыщенных почв глинистой плазмы не обнаружено – в нижних горизонтах этих почв натёчные формы глины отсутствуют. В некоторых микроразонах встречаются Fe-Mn-новообразования в форме хлопьев, пятен и мелких нодулей. Характерной чертой аллювиальных луговых насыщенных почв степной зоны является присутствие кристаллов гипса (рис. 3Б) и различных форм карбонатов (рис. 3В, Г) в нижней части профиля, находящейся в зоне влияния почвенно-грунтовых вод. Карбонаты представлены, как правило, карбонатной плазмой и крупнозернистым кальцитом в порах.

Таким образом, к микроморфологическим признакам зональности аллювиальных луговых насыщенных почв степной зоны можно отнести наличие в нижних горизонтах гипса и различных форм карбонатов, а также отсутствие глинистых натёков и кутан.

Диагностика агрогенной трансформации аллювиальных луговых почв. Почвы пойменных террас рек во всех биоклиматических зонах и подзонах являются основой развития сельскохозяйственного производства. Использование пойменных лугов в качестве сенокосов и пастбищ, как правило, мало влияет на свойства аллювиальных почв [4]. Основные изменения в данном случае связаны с уменьшением содержания и запасов гумуса в связи с изъятием части надземной фитомассы травостоев из биологического круговорота веществ [7]. Существенное преобразование морфологических и физико-химических свойств наблюдается при использовании пойменных террас рек для создания пахотных угодий с целью выращивания культурных растений в открытом грунте [4, 9, 10, 26]. Интенсивное агрогенное воздействие на аллювиальные почвы находит своё отражение в изменении их макро- и микростроения.

На примере аллювиальных почв долины реки Ока, находящихся в режиме интенсивного земледелия (мелиорация, внесение минеральных удобрений, орошение, выращивание овощей), нами выполнены комплексные исследования, включающие в том числе применение методов микроморфологии и сканирующей электронной микроскопии [9]. Показано, что при распаивании аллювиальных почв в их профиле морфологически вычлняется

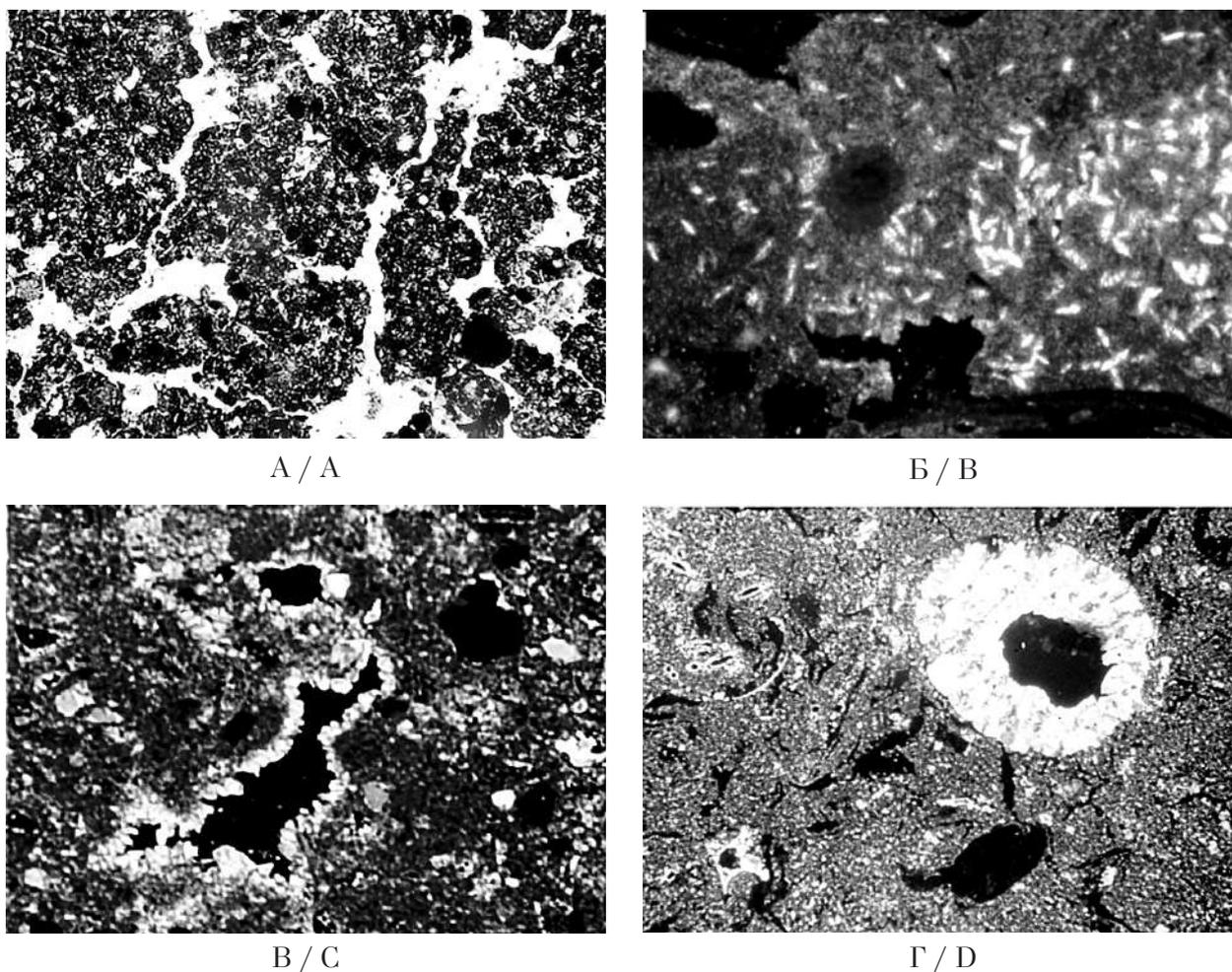


Рис. 3. Микростроение аллювиальной луговой насыщенной почвы на примере поймы р. Тихая Сосна: А – макро- и микроагрегированность гумусоаккумулятивного горизонта (гор. А1, глубина 0–20 см; увеличение $\times 90$, николи параллельные); Б – кристаллы гипса; В – тонкозернистый кальцит; Г – крупнозернистый кальцит в порах нижней части переходного горизонта (гор. Вг, глубина 60–70 см; увеличение $\times 90$, николи скрещенные)

Fig. 3. Microstructure of alluvial meadow saturated soil using the example of the Tikhaya Sosna river floodplain: А – macro- and microaggregation of the humus-accumulative horizon (А1 horizon, depth 0–20 cm; magnification $\times 90$, nicols parallel); В – gypsum crystals; С – fine-grained calcite; D – coarse-grained calcite in the pores of the lower part of the transition horizon (Bg horizon, depth 60–70 cm; magnification $\times 90$, nicols crossed)

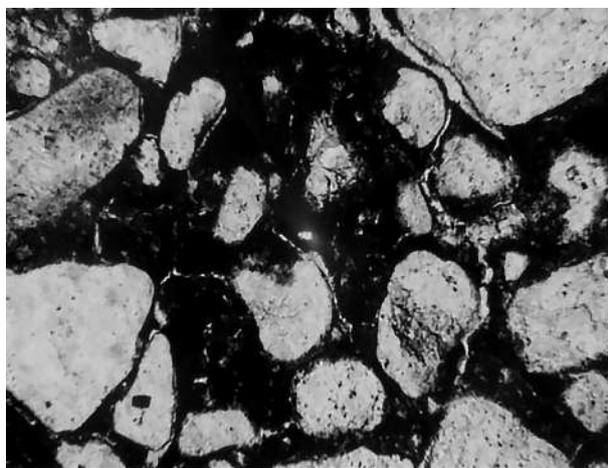
чётко выраженный пахотный горизонт, происходит переуплотнение подпахотных горизонтов и образование плужной подошвы.

Для пахотных горизонтов агрогенно трансформированных пойменных почв характерно интертекстурное строение (рис. 4А), отличительной чертой которого является погружение зёрен минералов в тонкопористую плазму или их связывание друг с другом за счёт образования плазменных мостиков. Кроме того, в шлифах фиксируется потеря аморфных форм гумуса и появление марганцовисто-железистых новообразований (рис. 4Б), образование которых связано с временным переувлажнением верхних горизонтов в результате снижения фильтрационной способности переуплотнённой плужной подошвы.

В результате давления почвообрабатывающей и уборочной техники в горизонте В, располагающемся ниже подплужной подошвы, формируются своеобразные вторичные глинистые новообразования (рис. 4В). Здесь же присутствуют глинистые домены с горизонтальным расположением чешуек глин (рис. 4Г). Горизонтальное расположение чешуек вторичных глинистых минералов можно рассматривать в качестве диагностического признака, маркирующего формирование почв в условиях выраженного на них давления сельскохозяйственной техники.

Заключение

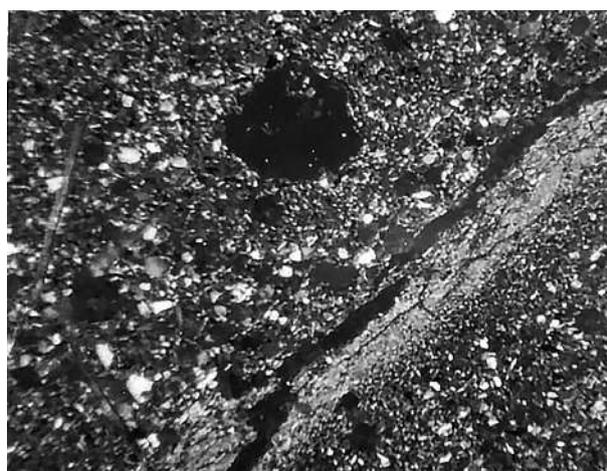
Изучение микростроения аллювиальных почв речных долин в пределах таёжно-лесной



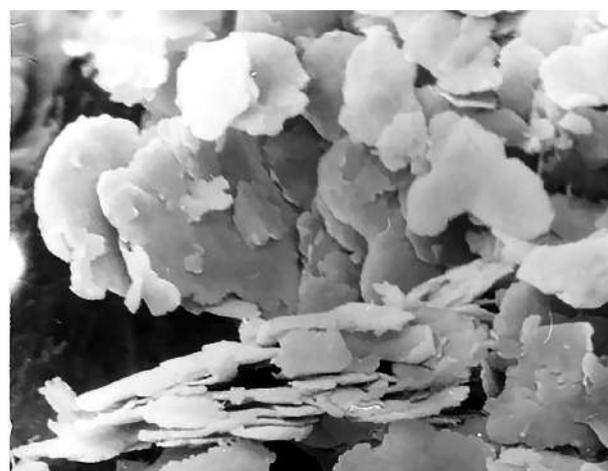
A / A



Б / B



В / C



Г / D

Рис. 4. Микроморфологическое строение пахотных луговых насыщенных почв долины р. Ока, формирующихся в условиях интенсивного антропогенного воздействия. Пахотный горизонт: А – интертекстурное микростроение; Б – потеря аморфного гумуса при распашке и орошении (увеличение 90, николи параллельные). Горизонт В ниже подплужной подошвы: В – деформированный глинистый натёк (увеличение 90, николи параллельные);

Г – глинистые домены с горизонтальным расположением чешуек (увеличение 10000, РЭМ)

Fig. 4. Micromorphological structure of arable meadow saturated soils of the Oka river valley, formed under intensive anthropogenic impact. Arable horizon: A – intertextural microstructure; B – loss of amorphous humus during plowing and irrigation (magnification 90, nicols parallel). Horizon B below the plow sole: C – deformed clay deposit (magnification 90, nicols parallel); D – clay domains with horizontal flakes (magnification 10000, SEM)

и степной зон позволило получить новые данные о формах органического вещества, различных видах почвенной структуры и пористости, провести раннюю диагностику процессов лессиважа, партлювации и оглеения.

Показано, что типоморфными новообразованиями, отражающими зональные черты аллювиальных луговых почв, являются разнообразные по форме и размерам новообразования, а также глинистые натёки и кутаны (плёнки). Для аллювиальных луговых кислых почв таёжно-лесной зоны в качестве диагностических признаков следует рассматривать

форму и распределение железо-марганцевых новообразований и характер глинистых натёков и кутан. В экологических условиях высокой поймы (свободный дренаж) в профиле почв формируются хорошо оформленные железистые новообразования (нодулы) и натёчные формы оптически ориентированных глин. В экологических условиях низкой поймы (затруднённый дренаж) железистые новообразования имеют преимущественно форму пятен и хлопьев, оптически ориентированные глины представлены кутанами (тонкими обесцвеченными плёнками). Разделение аллювиальных почв на почвы высокой и низкой поймы следу-

ет учитывать при диагностике, классификации и практическом использовании этих почв.

В аллювиальных луговых насыщенных почвах, формирующихся в речных долинах степной зоны, типоморфными новообразованиями, отражающими зональность почв, являются различные формы карбонатов и гипса.

В условиях интенсивного орошаемого земледелия в поймах рек происходит вымывание аморфного гумуса из пахотного горизонта и переориентация глинистых минералов в горизонтальное расположение в горизонтах, располагающихся ниже плужной подошвы.

Работа выполнена в рамках государственного задания факультета почвоведения МГУ им. М. В. Ломоносова (№ 121041300098-7) и ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (№ 122040600023-8).

References

- Dobrovolskiy G.V., Balabko P.N., Stasjuk N.V., Bykova E.P. Alluvial soils of fluvial floodplains and deltas and their zonal differences // *Aridnye ekosistemy*. 2011. V. 17. No. 3 (48). P. 5–13 (in Russian).
- Dobrovolskiy G.V. Soils of river floodplains of the center of the Russian Plain. Moskva: Izd-vo MGU, 2005. 290 p. (in Russian).
- Shishkina N.G., Vostokova L.B., Balabko P.N., Lukyanova N.N. Soils of river valleys and floodplains of the forest zone of the Non-Black Earth Region // *Lesnoj vestnik*. 2001. No. 1. P. 108–114 (in Russian).
- Gerasimova M.I., Savitskaya N.V. Micromorphological interpretation of natural and anthropogenic evolution of soils in Bykovo lacustrine-alluvial section of the Moskva river floodplain // *Eurasian Soil Science*. 2020. V. 53. No. 7. P. 950–959. doi: 10.31857/S0032180X20070035
- Zharinova N.Y., Yamskikh G.Yu., Shpedt A.A. The diagnostics of the alluvial peat-gley soils of Krasnoyarsk forest-steppe // *Vestnik KrasGAU*. 2014. No. 11. P. 87–93 (in Russian).
- Balabko P.N., Sneg, A.A. Genesis, classification and zoning of floodplain soils of river valleys of the Siberian region // *Sibirskij ekologicheskij zhurnal*. 2007. V. 14. No. 5. P. 737–741 (in Russian).
- Lapteva E.M., Balabko P.N. Peculiarities of formation and use of floodplain soils of the Pechora River valley. Syktyvkar: Komi NC UrO RAN, 1999. 204 p. (in Russian).
- Balabko P.N., Avetov N.A., Gurova T.A., Oreshnikova N.V. About floodplain soils of Kaluga vicinity // *Plodородie*. 2004. No. 3 (18). P. 27–29 (in Russian).
- Balabko P.N., Sneg A.A., Lokalina T.V., Shechdrin V.N. Reclaimed floodplain soils of upper Oka river used in intensive farming // *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*. 2016. No. 3 (23). P. 116–137 (in Russian).
- Prosyannikov D.E., Balabko P.N., Prosyannikov E.V., Chekin G.V. Modern condition ecosystems right-bank flood plain average Desna and prospect of its rational use // *Agrohimicheskij vestnik*. 2012. No. 5. P. 9–13 (in Russian).
- Vostokova L.B., Shishkina N.G., Balabko P.N. Soils of floodplain forests of Nechernozemye // *Lesnoj vestnik*. 2003. No. 5. P. 25–33 (in Russian).
- Balabko P.N. Micromorphological signs of zoning in alluvial meadow soils of the Ob and Tikhaya Sosna river valleys // *Morphology of soils: from macro- to submicrolevel: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Moskva: Soil Institute named after V.V. Dokuchaev*, 2016. P. 290–293 (in Russian).
- Methodological Guide to Soil Micromorphology. Training guide / Ed. G.V. Dobrovolskiy. Moskva: MGU, 1983. 80 p. (in Russian).
- Parfenova E.I., Yarilova E.A. A guide to micromorphological studies in soil science. Moskva: Nauka, 1977, 198 p. (in Russian).
- Brewer R. Fabric and mineral analysis of soils. New York: Wiley, 1964. 470 p.
- Kubiena W. Micropedology. Ames, Iowa: Collegiate Press, 1938. 243 p.
- Kubiena W. Micromorphological features of soil geography. New Brunswick: Rutgers University Press, 1970. 254 p.
- Egorov V.V., Friedland V.M., Ivanova E.N., Rozov N.N., Nosin V.A., Frieve T.A. Classification and diagnostics of soils of the USSR. Moskva: Kolos, 1977. 224 p (in Russian).
- Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. Classification and diagnostics of soils in Russia. Smolensk: Oycumena, 2004. 342 p. (in Russian).
- Grigoryan B.R., Kulagina V.I. Diagnostics and nomenclature of sandy alluvial soils in four classification systems on the example of soils of the Kuibyshev Reservoir islands // *Pochvovedenie*. 2014. No. 6. P. 677–684 (in Russian). doi: 10.7868/S0032180X14060045
- National soil atlas of the Russian Federation. Moskva: Astrel: AST, 2011. 632 p. (in Russian).
- Gerasimova M.I., Gubin S.V., Shoba S.A. Micromorphology of soils in natural zones. Pushchino: Pushchino Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 1992. 215 p. (in Russian).
- Rusanova G.V. Micromorphology of anthropogenic-altered soils (on the example of tundra and taiga soils of the Russian plain and the Northern Urals). Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 1998. 158 p. (in Russian).
- Targulyan V.O. Soil formation and weathering in cold humid areas (on massive crystalline and sandy polymictic rocks). Moskva: Nauka, 1971. 268 p. (in Russian).
- Zaidelman F.R. Gleyzation process and its role in soil formation. Moskva: Publishing house Moscow. Univ., 1998. 300 p. (in Russian).
- Zaidelman F.R., Belichenko M.V., Nikiforova A.S. Changes in the chemical properties of floodplain soils under the influence of drainage, sprinkling and agricultural use // *Vestnik MGU. Seriya 17. Pochvovedenie*. 1999. P. 10–16 (in Russian).