

Научная статья

УДК 631.481

DOI: 10.37102/0869-7698_2023_228_02_9

EDN: VDBWOK

Посттехногенные преобразования почв урбанизированных ландшафтов города Хабаровск

В.И. Росликова

Валентина Ивановна Росликова

доктор географических наук, главный научный сотрудник

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия

iver@iver.as.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5689-5016>

Аннотация. Исследованы трансформированные почвы урбанизированных ландшафтов двух категорий земель (общего пользования и агрогенная). На основе морфологических признаков установлены различные стадии их преобразования в фазах техногенного и посттехногенного развития. В зависимости от положения почв в элементарном ландшафте, характера морфолитогенеза, степени воздействия антропогенного фактора раскрыты их диагностические признаки. Для каждой категории земель в посттехногенную фазу рассмотрена дальнейшая эволюция трансформированных почв, которая определяется не только «каркасной основой», сформированной в условиях техногенной фазы, но соответствующими новыми модифицированными условиями среды данной местности в посттехногенной фазе.

Ключевые слова: урбанизированный ландшафт, земли общего пользования, почвы агрогенные, техногенные почвы, посттехногенные преобразования

Для цитирования: Росликова В.И. Посттехногенные преобразования почв урбанизированных ландшафтов города Хабаровск // Вестн. ДВО РАН. 2023. № 2. С. 110-123. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_228_02_9.

Post-technogenic conversions of soils of urbanized landscapes of Khabarovsk

V.I. Roslikova

Valentina I. Roslikova

Doctor of Sciences in Geography, Chief Researcher

Institute of Water and Environmental Problems, FEB RAS, Khabarovsk, Russia

ivep@ivep.as.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5689-5016>

Abstract. Transformed soils of urbanized landscapes of two categories of lands (general use and agrogenic) were studied. Based on the morphological characters, various stages of their transformation in the phases of technogenic and post-technologic development have been established. Depending on the position of soils in the elementary landscape, the nature of morpholithogenesis, the degree of influence of the anthropogenic factor, their diagnostic features are revealed. For each category of lands in the post-technogenic phase, the further evolution of the transformed soils is considered, which is determined not only by the “frame base” formed in the technogenic phase, but by the corresponding new modified environmental conditions of the area in the post-technogenic phase.

Keywords: urbanized landscape, common lands, agrogenic soils, technogenic soils, post-technogenic transformations

For citation: Roslikova V.I. Post-technogenic conversions of soils of urbanized landscapes of Khabarovsk. *Vestnik of the FEB RAS*. 2023;(2):110-123. (In Russ.). http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2023_228_02_9.

В настоящее время экологическое состояние урбанизированных почв активно исследуется на территории России, а также ближнего и дальнего зарубежья [1–5]. Это закономерно: городские почвы являются новыми и малоизученными биологическими системами [6, 7]. Антропогенно-техногенные факторы изменяют многие параметры почвенной составляющей, но прежде всего преобразуется морфогенетический профиль почв. Направленность и степень этих преобразований полностью связаны с характером современных геологических процессов, вызванных хозяйственной деятельностью. Такие почвы характеризуются высокой мозаичностью и контрастностью профиля, значительным уплотнением, щелочной реакцией среды, загрязнением различными токсическими веществами [8]. В урбанизированных ландшафтах трансформация почв подразделяется на две фазы: техногенная (воздействие строительного-промышленных комплексов и иных мероприятий) и агрогенная (сельскохозяйственное использование отдельных приусадебных участков).

В основе работы лежат многолетние исследования урбанизированной территории, охватившие 5 административных округов г. Хабаровск и 6 крупных техногенно нарушенных зон.

Одним из важнейших объектов городских ландшафтов являются почвы категории земель общего пользования. Это почвы промышленных зон (заводов, фабрик, ремонтных баз, аэропортов). Они составляют значительную часть территории города, создавая повышенную антропогенную нагрузку (поступление на приповерхностные горизонты промышленных отходов). Качество и мощность этих отходов меняются в широких пределах. Эти отложения урбанизированных территорий обеспечивают особый техногенный морфолитогенез [9]. В новых условиях нарушаются естественные геохимические процессы, протекающие в почвенной системе, а это сопровождается ухудшением качества почвенного покрова, приводящим к разрушению рекреационных зон. В урбанизированных ландшафтах Среднеамурской низменности подобные исследования практически не проводились. Все сказанное определило постановку цели исследований: раскрыть основные особенности трансформации почв различных категорий земель (общего пользования и сельскохозяйственного назначения) в посттехногенную фазу, исследовать пути их дальнейшей эволюции.

Объекты и методы исследований

Объекты исследований представлены четырьмя промышленными и двумя сельскохозяйственными зонами, одна из которых – бывшие огороды, вторая – сельскохозяйственные угодья. В зависимости от характера производства на их поверхности образуются отходы с почвоподобными телами или преобразованными почвами. Описано 13 разрезов.

В работе применялись широко используемые в науках о Земле и почвоведении методы исследования: метод аналогий и естественно-исторического анализа, сравнительно-географический, литолого-геоморфологический, профильно-генетический, морфологический. Основой методологических посылок является субстантивно-генетическая классификация [10]. Индексацию горизонтов проводили по полевому определителю [11]. Приоритетом в оценке почв являлась морфологическая диагностика, которая показала, что в каждом конкретном участке и положении почвы в элементарном ландшафте эти преобразования имеют свои особенности [12].

Результаты и обсуждение

Промышленная зона

Первый объект. Почвы, расположенные на территории завода «Дальэнергомаш». Автономное положение.

Пологоволнистая поверхность овражно-балочной сети (бывшего русла р. Плюснинка), сложенная плейстоценовыми озерно-аллювиальными глинами. Под воздействием производственной деятельности на них сформировались субэральные шлаково-зольные отходы (сухая зола, извлеченная из печи), которые перекрыли естественные текстурно-дифференцированные эродированные почвы. Поросль тополя, клена, в наземном покрове – сухолюбивое разнотравье.

Разрез 21. Профиль: 1 UTCXcn, a2 → 2UTCXcn, a2 → 3 URcn, a3 → BgC. Слои 1–3 UTCX – пестрые, суглинистые с примесью техногенного субстрата (cn).

Характерна прерывистая многослойность крупных обломков шлака, гнезд золы (сн) от ярко-оранжевых до темно-серых тонов с включением артефактов (а2, а3) более 30 %. Переход в оглеенную тяжелосуглинистую толщу (BgC) резкий. Предпочвенное образование: цинозем золошлаковый субэзральный на озерно-аллювиальных отложениях. В 200 м северо-восточнее от непосредственного воздействия промышленных отходов завода «Дальэнергомаш». Откос придорожной насыпи, представленной переотложенными естественными легко- и среднесуглинистыми грунтами. Разреженный древостой вяза, в наземном покрове – полынь, молочай, клевер, пырей.

Разрез 20-10. Профиль: OUR → 1WUTCX a1 → 2TCX a2 → 3U(Egnn)TCX → 4 UTCX(Egnn) → С. Эфемерный слой травянистого опада, на поверхности бытовые отходы (OUR); 1WUTCX – слабообразованный аккумулятивный горизонт на искусственно привнесённом среднесуглинистом литогенном слое с включением бытовых отходов (а1), 2TCX – в составе техногенной толщи с включениями битума, стекла щебня (а2), 3U(Egnn)TCX – на общем фоне бывшей урбанизированной текстурно-дифференцированной почвы хаотичные включения отдельных линз горизонта Eпng и артефактов (а1, а2). Предпочвенное образование: урбалитострат с фрагментами текстурно-дифференцированной почвы на переотложенных природных грунтах.

Сравнение двух профилей показало, что преобразование почв обусловлено характером техногенной основы. На золошлаковых техногенных отложениях сформировались циноземы, а на насыпях природных грунтов – урбалитостраты.

Второй объект. Территория старейшего завода г. Хабаровск «Дальдизель». Правобережье крутого берега Амура, которое по своей природе было неустойчиво. Техногенные воздействия усилили это состояние с образованием техногенных оползней. Многоярусное сложное их строение представлено двумя блоками: природно-минеральным и вложенным техногенным. Почвенный покров изучался в различных частях склонового оползневого массива.

Природно-минеральный блок

Разрез 26. Автономное положение. Освоенный участок берегового склона р. Амур вдоль его подрезки. Бывшая пашня. Разреженный древостой: черная береза, дикая груша, посадки войлочной вишни. В наземном покрове полынь, горец, бобовые растения. Профиль: O→Ad→PY(B1)agr→B1(PYtr)→B1CLM→B2CM→CLM. (O) – свежий опад локально. Ad – слабообразованная дернина переходит в старопашотный горизонт PY(B1) agr с включением линз нижележащего горизонта (B1), который также неоднородный с включением горизонта PY. Неоднородность верхней части профиля (в том числе турбированность) обусловлена не только агрогенным фактором, но и другими механическими воздействиями. CLM – рыхлая кора выветривания. Почва: бурозем постагрогенный турбированный на коре выветривания осадочно-вулканогенных пород (рис. 1, а).

Разрез 2-Р. Транзитно-аккумулятивное положение. Южная часть оползневого массива состоит из оползневых блоков, которые при движении измельчались, превращались в разрыхленный блок выпирания, сложенный суглинисто-глинистыми отложениями с включениями обломков глинистых сланцев. На оползневом блоке хорошо развито дубово-кленовое редколесье с зарослями элеутерококка, шиповника. По понижениям – осина, разнотравье и сорная растительность. Профиль:



Рис. 1. Предпочвенные образования на природно-минеральном блоке оползня. Условные обозначения: *а* – бурозем постагрогенный турбированный на коре выветривания глинистых сланцев (разр. 2б); *б* – бурозем турбированный на элюво-делювии глинистых сланцев (разр. 2-Р); *в* – фрактально-стратифицированное предпочвенное образование на оползневых минеральных отложениях (разр. 29)

O→AUtr→B1Myu→B2(A1)Mtry→B2C. Почва: бурозем турбированный на элюво-делювии глинистых сланцев. Набор генетических горизонтов характерный для буроземов, однако профиль заметно трансформирован. Сказанное подтверждается смятостью и извилистостью горизонта AU, резкостью переходов и хорошо выраженной языковатостью (y), что свидетельствует о турбированности профиля (tr) (рис.1, б).

Разрез 29. Аккумулятивное положение. Западная часть блокового сдвига, слабопологая часть повышенного участка. Подрост мелколиственных и единично широколиственных пород, разнотравье. Профиль: O→Frak, str clm→Frak, str clm→CLM.

Лесная подстилка маломощная (О). Слой Frak str clm – бурый со слабым сероватым оттенком от наличия тонкой гумусовой пленки на поверхности минеральных частиц, легкосуглинистый, пылеватый, с хаотичным включением раздробленного (со свежими остроугольными сколами) щебня осадочных пород. Слои различаются по количеству включений щебня. Их переход резкий в элювиально-делювиальную кору выветривания (CLM). Предпочвенное образование: фрактально стратифицированное (fractus – раздробленный) предпочвенное образование на оползневых минеральных отложениях (рис. 1, в).

Техногенный блок оползня

Разрез 28. Транзитно-аккумулятивное положение. Слабонаклонный участок.

Выход на поверхность техногенно-сбросовых вод черномаслянистого характера. Растительность – вяз, возобновление ивы, тростник. Профиль: О → XRU g f agua, a2 → XRU g f agua, a3 → ТПО g agua, str. Для разреза характерна косая слоистость охристой (f), суглинистой формовой земли (отходы производства). Предпочвенное образование: хемозем аквастратифицированный на перемещенных техногенных отложениях (рис. 2, а).

Разрез 27. Оползневая западина шириной около 20 м. По окраине вязы, ясени, береза, в наземном покрове хвощ, тростник, молочай. Профиль: А amb → XU Ragu, str → XUR agua, str a2. В аккумулятивной части проявляются четкие пирогенные процессы (А amb). В профиле скопление темной, влажно-маслянистой органоминеральной земли – отходы производства (1XU Ragu, str). Нижний горизонт сырой, много мокриц и червей. Толща стратифицирована с включением артефактов (2XU R agua, stra 2). Предпочвенное образование: хемозем пирогенный аквастратифицированный на перемещенных техногенных отложениях (рис. 2, б).

Разрез 30. Аккумулятивное положение. Западный склон эрозийного уступа с мелкобугристой поверхностью. Оползневые техногенные отложения до 2 м с включением строительных отходов. Дубовое редколесье, в пониженных участках тростник. Профиль: Огу → Угу, a2 → Угу, a1 → Угу, a3. О гу - опад из сухих трав и листьев с примесью обломков цемента, частиц угля. Слои 1–3 U гу легкосуглинистые опесчаненные с различной долей битума, цемента, стекла и других строительных артефактов (a1, a2, a3). Предпочвенное образование: рудизем на перемещенной техногенной толще с включением строительных отходов (рис. 2, в).

Разрез 31. Аккумулятивное положение. Распадок на оползне языка, береговая линия р. Амур. По повышенным участкам древостой тополя, бобовые, осока.

Понижения заняты камышом. Профиль: 1U f str → 2U str, a3. Бессистемное нагромождение стратифицированных техногенных отложений (Ustr) с охристыми аппликациями (f) по корням в верхней части профиля и артефактами (a3) в нижней. Предпочвенное образование: урбанозем на перемещенных техногенных отложениях. Трансформационные процессы в различных блоках (минеральном и техногенном) протекают соответственно составу отложений. В минеральном блоке трансформируются буроземы, сформированные на естественных отложениях, проходя ряд преобразований вплоть до *фрактально-стратифицированных*. В них почвенный профиль разрушен полностью. На техногенном блоке формируются иные предпочвенные образования – неоземы, хемоземы амбустированные, хемоземы аквастратифицированные, рудиземы, урбаноземы стратифицированные. Важно отметить то, что степень трансформации почв зависит от



Рис. 2. Предпочвенные образования на техногенном блоке оползня (завод «Дальдизель»). Условные обозначения: *а* – хемозем аквастратифицированный на турбированных техногенных отложениях (разр. 28); *б* – ахемозем пирогенный аквастратифицированный на перемещенных техногенных отложениях (разр. 27); *в* – рудизем на отложениях строительных отходов (разр. 30)

структурных процессов оползня: при образовании в оползне глубоких структурно-пластических поверхностей скольжения (5–20 м) происходит сжатие и разрушение аккумулятивной толщи, и почвенный профиль переходит в погребенное состояние; при образовании структурно-пластических и пластических мелких поверхностей скольжения (1–5 м) почвы подвергаются смыву; при блоковых сдвигах (крупные – прямолинейные) профиль почв сохраняется с некоторой долей трансформированности.

Третий объект – промышленная зона ТЭЦ -3. Третья надпойменная озерно-аллювиальная терраса р. Амур с лугово-дерновыми и частично луговыми текстурно-дифференцированными почвами (ТДП), которые перекрыты аква-золошлаковыми отходами и их аэрозольными вариантами.

Разрез 1-10. Автономное положение. В 30 м от осушенной полосы пруда-накопителя после гидросмыва золошлаков. Поверхность ровная, разбитая плакорными участками и блюдцеобразными понижениями с полигональными трещинами. Плоские поверхности полигонов покрыты тонкой пленкой зеленых лишайников, в блюдцеобразных понижениях вдоль трещин развиваются низкорослые растения (куриное просо, спорыш, осока). Профиль: О→ТСХ сп, аг →ТСХ сп, аг → ТСХ сп, аг. О – до 0,2 см: слабая пленка зольных частиц и корней зеленых лишайников. Слои ТСХ сп аг различаются по величине более осветленных крупных зольных частиц с прослойками более темных, тонкодисперсных. В нижней части профиля до 30 % тонких, мягких обломков шлака. Предпочтенное образование: цинозем водно-аккумулятивный на отходах гидросмыва золошлака (рис. 3, а).

Разрез 2-10. Транзитно-аккумулятивное положение. Краевая часть осушенной поверхности водосбора, понижение, заросшее бурыми лишайниками. Профиль: О → W ТСХ сп, аг → ТСХ сп, е, аг → ТСХ сп, аг. О – до 3 см: темная, тонкая уплотненная пленка скреплена корневой системой лишайников. На поверхности минеральных зольных частиц – скопления темноцветных пленок органического вещества (W ТСХ сп, аг). ТСХ сп, е, аг – белесовато-серый за счет оподзоленных



Рис. 3. Циноземы на отходах топливной промышленности ТЭЦ 2 г. Хабаровск. Условные обозначения: а – цинозем водно-аккумулятивный на отходах гидросмыва золошлака (разр. 1-10); б – цинозем оподзоленный водно-аккумулятивный на отходах гидросмыва золошлака (разр. 2-10)

(е) частиц золы с фрагментами темно-серых линз золы (ТСХ), которые не затронуты процессами оподзоливания. Переход четкий. ТСХ cn, ag – техногенный грунт золы. Предпочвенное образование: цинозем оподзоленный водно-аккумулятивный на отложениях гидросмыва золошлаков (рис. 3, б).

Обе разновидности циноземов, формирующиеся на водно-аккумулятивных зольных отложениях, характеризуются монотонным сизовато-серым тоном профилей, обусловленным цветом золы. Однако они различаются по степени общей выраженности почвенного профиля, развития аккумулятивной толщи и проявления нового почвообразовательного процесса (подзолистого). Последнее характерно для разреза 2-10, расположенного в самой краевой части осушенного участка.

Четвертый объект – городская топливная база (бывшая территория предприятия «Гортоп»). Вторая озерно-аллювиальная надпойменная терраса р. Амур с дерново-глебовыми и лугово-дерновыми почвами, которые участками перекрыты угольными отходами с примесью бытового мусора (*tr*).

Разрез 37. Трансаккумулятивное положение. Блюдцеобразное понижение. Заросли камыша, возобновление ивы, вяза. Профиль: $O \rightarrow Ad\ Ua \rightarrow UPet, a2 \rightarrow Pet \rightarrow UPet\ a3/Vg \rightarrow Vg/C$. Локальные скопления растительного войлока (O). $Ad\ Ua$ – грубо-опесчаненный, урбанизированный-задернованный. В последующих горизонтах угольный материал ($Pet\ a2$) фиксируется в виде различных скоплений (гнезда, угольные линзы, пластины). Иллювиальная толща оглеена. Переход в Vg/C постепенный. Предпочвенное образование: петролит с гнездами угольных линз и прослоями угля на озерно-аллювиальных отложениях. Петролиты в рассматриваемом варианте отличаются мозаичностью профиля лугово-дерновых почв, которые трансформированы включениями бытовых и строительных отходов (а), а также в виде гнезд угольной пыли, аппликаций из крошки угля и угольных пластов.

Аграрная зона

Охватывает два участка, приуроченных к разновозрастным озерно-аллювиальным террасам, которые находятся под воздействием сельскохозяйственных мероприятий.

Первый объект – сельскохозяйственные угодья ОПХ ДальНИИСХ, вторая озерно-аллювиальная терраса, 2-я клетка.

Разрез 44. Трансаккумулятивное положение. Слабопологая поверхность, многолетнее окультуренное пастбище в хорошем состоянии, злаково-разнотравный луг. Профиль: $PTR \rightarrow PY(B) \rightarrow B1g \rightarrow Vg/C \rightarrow B\ g/C$. Слабооторфованная дернина PTR четко переходит в светло-серый агрогумусовый горизонт PY, с включением линз иллювиальной неизменной толщи горизонта В. Линия перехода резкая. Почва: лугово-дерновая агропреобразованная.

Второй объект – участок, длительно находящийся в условиях залежи.

Разрез 50. Автономное положение. Долина р. Черная речка. Плоская поверхность 30–40 м озерно-аллювиальной террасы р. Амур. Молодой березовый лес, в понижениях ива, в подросте клены, акатник и др. Профиль: $O \rightarrow Ad\ O \rightarrow W \rightarrow APY \rightarrow Egnn \rightarrow EgnnB1 \rightarrow B1g \rightarrow B2g \rightarrow B2g/C$.

На поверхности оторфованной дернины $Ad\ O$ слой лесного опада (O). В верхней части пахотного горизонта (в пределах 10 см) формируется слаборазвитый гумусовый горизонт W, который постепенно переходит в бывший пахотный APY.

Последний имеет четкую, ровную границу перехода в хорошо сохранившиеся текстурно-дифференцированные горизонты (Eggn, Eggn/B1) с иллювиальной толщиной (B1). Подобное строение профиля свидетельствует о бывших агропроизводственных воздействиях. Почва: подбел постагрогенный на плейстоценовых озерно-аллювиальных отложениях.

Морфолого-диагностическая оценка предпочвенных образований выявила особенности преобразования почвенного покрова в каждом конкретном объекте, который проходит *две фазы* развития: техногенного и посттехногенного формирования [1].

Техногенная фаза охватывает совокупность современных динамических геологических процессов, обусловленных изменением геологической среды. Таковой являются: насыпи из природных песчано-глинистых и крупнообломочных пород; свалки бытовых, строительных и промышленных отходов – рыхлые и слежавшиеся; отвалы золо-шлаковых отходов ТЭЦ; аква-золоотвалы (в результате гидросмыва), субаэральные (сухие золошлаковые отложения), аэрозольные; искусственно созданные почвогрунты (серия горизонтов органического и органоминерального состава); остатки «культурных слоев» [9]. В этой фазе закладывается «каркасная основа» трансформационных процессов, которые обосновывают изменение геологической среды [1], вследствие чего происходит формирование современного морфолитогенеза, преобразование гидрологических условий, образование техногенных оползней, просадки грунтов и др. Все эти изменения незамедлительно проявляются в трансформации почвенного покрова.

Фаза посттехногенного развития. Она проходит под воздействием зональных факторов, воздействующих на почвы трансформированных ландшафтов, которые, как и естественные, эволюционируют в соответствии с условиями среды. Многообразие форм преобразования почвенной толщи определяется совокупным воздействием процессов, возникающих на фоне антропогенных факторов. Стирание и преобразование различных свойств почв в урбанизированной среде происходит многопланово. При этом, по заключению Н.Б. Хитрова [13], почвы несут в себе четыре группы признаков: унаследованные от породы; реликтовые, сохранившиеся от предыдущих стадий эволюции почвы; современные – возникшие в результате осуществления активных, актуальных процессов почвообразования; новые, возникшие в ходе почвообразования под антропогенным воздействием. Все эти признаки могут проявляться в различных вариациях. Наиболее четко эволюционные процессы прослеживаются на примере промышленной зоны «Дальди-зель» – техногенного оползня различных блоков (минерального и техногенного). В посттехногенный период (в данном случае при затухании катастрофических склоновых процессов на протяжении более чем 40 лет) в минеральном блоке при любых структурных процессах происходит возобновление мелколиственных и широколиственных пород с сухолюбивым разнотравьем. Унаследованным признаком являются заметно трансформированная верхняя часть профиля буроземов и естественная иллювиальная, материнские породы. Современные почвообразовательные процессы – формирование дернового горизонта и типичного профиля для буроземов. Подобная закономерность развития зонального процесса прослеживается даже во фрактально-стратифицированных предпочвенных образованиях, где почвенный профиль разрушен [12]. Это свидетельствует о том, что ландшафт трансформированных почв минерального блока постепенно стремится к формированию зональных почв.

Таким образом, в некоторых участках минерального блока, несмотря на трансформированность почв, в определенной степени сохранились признаки бывших процессов почвообразования, и они постепенно возобновляются. В то же время на техногенном блоке предпочвенные образования ввиду степени их преобразования, которая поддерживается техногенными воздействиями, не прослеживаются. Состав техногенных отложений и подток техногенных вод обеспечивают развитие гидроморфных процессов с формированием аква-химоземов стратифицированных.

Для их преобразования в соответствии с зональными условиями среды необходимо изменение особенностей местных условий, лежащих в «каркасной основе», и более длительное время преобразования зольной толщи. При этом дальнейшая эволюция подзолообразовательного процесса не будет иметь места, тем более что для равнинных территорий южной части Приамурья этот процесс несвойствен [12].

Важным остается вопрос эволюции вновь образованных почвенных тел в зоне влияния тепловых электростанций. На новейших техногенных отложениях (гидросмыв зольных отложений ТЭЦ-3) под слоем золошлаковых накоплений мощностью 1–8 м захоронены зональные лугово-дерновые почвы и ТДП. Они полностью экранированы. Реликтовые признаки в предпочвенных образованиях отсутствуют. Развитие зональных признаков в этих условиях за истекший период не проявилось. В то же время на участках, удаленных от ложа гидросмыва, которые длительное время находились в осушенных условиях, поселяются бурые лишайники. Они продуцируют низкомолекулярные органические кислоты, подкисляющие щелочную среду. На всем участке, перекрытом аква-золошлаковыми отходами, рН водный составляет 7,2–8,2, а в предпочвенных образованиях с бурыми лишайниками этот показатель снижается до 2,5. Недонасыщенные органические вещества обуславливают развитие процессов подзолообразования. В подобных условиях аква-циноземы эволюционируют в аква-циноземы подзолистые (разр. 2-10). Исследования М.А. Глазовской [14] показали, что емкость и скорость биологического круговорота в различных растительных формациях неоднозначны, однако эффект воздействия органических веществ оказывается сходным. Совершенно очевидно, что бурые лишайники (основной поставщик низкомолекулярных органических кислот) с изменением условий местообитания (гидрологический режим, гипергенные преобразования зольной толщи) будут замещены более высокоорганизованными растительными сообществами. При этом дальнейшая эволюция подзолообразовательного процесса не будет иметь места, тем более что для равнинных территорий южной части Приамурья этот процесс несвойствен [12].

В отличие от аква-золошлаковых отложений, где почвенный профиль характеризуется монотонным сизоватым тоном, обусловленным цветом зольных частиц (ТСХ сн, аг), на золошлаковых – субаэральных отложениях предпочвенное образование представлено естественной тяжелосуглинистой толщей. Профиль мозаичен за счет наличия бытовых и строительных отходов, включений прослоек мелких обломков угля, охристых гнезд золы и крупных плотных обломков шлака. В отдельных местоположениях сохранились реликтовые признаки (включения линз горизонта E_{gnp} бывших ТДП). Кроме того, рассматриваемый участок находится в условиях дополнительного поступления различных отходов. Например, в урболитострате (разр. 20-10) на поверхность постоянно поступает придорожная

пыль. Из-за отсутствия стабильных условий в подобной обстановке зональные признаки преобразований в посттехногенной фазе не проявляются. Но при этом идет возобновление мелколиственных пород с сухолюбивым разнотравьем. Формируются лесная подстилка с обилием артефактов (а), слабо развитая аккумулятивная урбанизированная толща (WUTCX a1), структурные отдельности; прослеживается начальная стадия автономного почвообразования.

Сравнение циоземов на субэдральных золошлаковых отложениях (промышленная зона «Дальэнергомаш») с циоземами на водно-аккумулятивных золошлаковых отложениях (промышленная зона «Дальдизель») показало их различие. Оно проявляется как в строении профилей, так и в развитии новых почвообразовательных процессов. Для зоны, где трансформация почвенного покрова обусловлена полным перекрытием природных почв отходами гидросмыва золы, на проявление новых почвообразовательных процессов оказывает влияние стабильность территории. Такое положение обеспечивается удаленностью профиля от береговой линии зоны водоотстойника. Именно в таких относительно спокойных условиях с поселением бурых лишайников развивается подзолообразование [12].

Для петролитов, имеющих место на угольных насыпных грунтах, прослеживается возобновление ивы, вяза, влаголюбивого разнотравья. В аккумулятивной части формируется дерновый горизонт, а в нижней части развивается оглеение. Все это – свидетельство продолжения развития лугово-дерновой стадии.

В посттехногенный период также эволюционируют почвы сельскохозяйственных угодий. Важно отметить, что они в исследованных участках не подвергались коренным мелиоративным мероприятиям, но при этом испытали воздействие других агрогенных факторов (пастбище, молодая и старая залежь. Так, состояние разр. 44 (первая агрозона), заложенного на многолетнем культурном пастбище (ОПХ «ДальНИИСХ»), свидетельствует о том, что трансформацией охвачена только верхняя часть профиля. С 20 см линия перехода в неизменный естественный профиль лугово-дерновой почвы четкая. Несмотря на то что в условиях использования рассматриваемого участка водоотстойника приповерхностные горизонты постоянно подвергаются механическому воздействию (при выпасе стад), на агрогумусовом горизонте успевает формироваться оторфованная дернина (PTR). В нижележащих горизонтах развивается оглеение. В итоге продолжается дальнейшее развитие лугово-дерновой стадии.

Активные процессы почвообразования четко прослеживаются и на участке, который находится в условиях длительного перелога. Например, в разрезе 50 (вторая агрозона) на бывшем пахотном горизонте, который сформирован на текстурно-дифференцированном профиле, горизонт E_g np является реликтовым. В настоящее время вся поверхность здесь зарастает мелколиственным лесом с подлеском и травяным покровом. На реликтовом горизонте развиваются лесной опад (O), под которым формируется хороший задернованный горизонт (Ad/O), и новый аккумулятивный (W). Все это свидетельствует о наложении нового почвообразовательного процесса (дернового, а в процессе эволюции – буроземного). В этих условиях почвы достигли относительно равновесного с факторами почвообразования состояния. В соответствии с полученными диагностическими признаками данная почва пока классифицирована как лесной подбел постагрогенный. Дальнейшие изменения подобного рода антропогенно-преобразованных почв будут определяться не только временем, но и степенью воздействия главенствующего фактора. Таковыми являются современные геологические процессы, которые в

первую очередь обусловлены развитием базиса эрозии. С его понижением будет усиливаться развитие элювиальных процессов. Это приведет к развитию зонального буроземообразовательного процесса, а в последующем – и к текстурной дифференциации профиля. Роль агрогенного фактора также, соответственно, окажет свое влияние. В настоящее время его роль в урбанизированных ландшафтах ослаблена, и поэтому дальнейшая эволюция идет по пути естественного развития. В случае увеличения окультуривания эволюция может привести к развитию высококультурных разновидностей, а в иных вариантах будут развиваться процессы деградации.

Таким образом, проведенные нами исследования свидетельствуют о том, что в посттехногенный период во всех зонах гипергенное преобразование находится в полной зависимости как от «каркасной основы», заложенной в техногенную фазу преобразования объекта, так и от состояния новой среды. Ярким примером являются почвенные тела, вновь образованные при развитии техногенных оползней. На минеральном блоке преобразования идут по направлению развития зонального процесса – буроземообразования. Это проявляется не только на трансформированных и преобразованных буроземах, но и на глубоко разрушенных фрактально-стратифицированных почвоподобных телах. Совершенно иная картина на техногенных отложениях – здесь характерно образование системы новых горизонтов на «природоподобной» почвенной основе. Их дальнейшие преобразования зависят от конкретных создавшихся условий среды.

Глубокая трансформация почв различных категорий земель урбанизированных ландшафтов, развитие в них специфических морфологических признаков, продолжение развития зональных факторов и наложение новых активных процессов – свидетельство того, что в каждой конкретной зоне эти трансформационные процессы различны как по направленности почвообразовательного процесса, так и по его длительности.

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что в дальнейшем преобразование почвенного тела будет определяться модифицированными условиями среды данной местности. В связи с этим необходимы глубокие исследования преобразования почвенных тел в посттехногенный период. Они составят основу создания моделей, которые позволят обеспечить получение новой информации о динамике изменения почвенных тел и наметить комплексные технические и биоремедиационные методы их оздоровления.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Андроханов В.А. Специфика и генезис почвенного покрова техногенных ландшафтов // Сибирский экол. журн. 2005. № 5. С. 795–800.
2. Бажа С.Н., Гунин П.Д., Касимов Н.С., Кошелева Н.Е., Сорокина О.И., Энх-Амгалан С. Эколого-геохимическое состояние почв г. Улан-Батор (Монголия) // Почвоведение. 2011. № 7. С. 771–784.
3. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды: монография / под общ. ред. С.А. Куролапа, О.В. Клепикова. Воронеж: Научная книга, 2015. 232 с.
4. First International Conference on soils of urban, industrial, traffic and mining areas. (University of Essen, Germany). Essen, 2000. Vol. 1. 366 p.
5. Lehmann A., Stahr K. Nature and significance of anthropogenic urban soils // J. Soils Sediments. 2007. Vol. 7(4). P. 247–260.
6. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / под ред. Г.В. Добровольского. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.

7. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: функционально-экологический подход. М.: Наука, 2000. 185 с.
8. Почва, город, экология / под общ. ред. Г.В. Добровольского. М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. 320 с.
9. Подгорная Т.И. Опасные природно-техногенные геологические процессы на освоенной территории Дальнего Востока России. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. 285 с.
10. Классификация и диагностика почв России / сост. Д.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2004. 342 с.
11. Полевой определитель почв России. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. 182 с.
12. Росликова В.И., Матвиенко Т.И. Урбанизированные почвы Приамурья (на примере города Хабаровска). Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. 229 с.
13. Хитров Н.Б. Теоретические и методические аспекты исследования закономерностей изменения почв под влиянием антропогенных воздействий // Закономерности изменения почв при антропогенных воздействиях и регулирование состояния и функционирования почвенного покрова: материалы Всерос. науч. конф. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2011. С. 13–24.
14. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. М.: Высш. шк., 1988. 328 с.

REFERENCES

1. Androkhyanov V.A. Specificity and the genesis of the soil cover of technogenic landscapes. *Siberian journal of ecology*. 2005;(5):795-800. (In Russ.).
2. Bazha S.N., Gunin P.D., Kasimov N.S., Kosheleva N.E., Sorokina O.I., Enh-Amgalan S. Ecological-geochemical state of soils of the city of Ulan Bator (Mongolia). *Soil science*. 2011;(7):771-784. (In Russ.).
3. Kurolap S.A., Klepikov O.V. (eds). Integral ecological assessment of the state of the urban environment: monograph. Voronezh: Scientific book; 2015. 232 p. (In Russ.).
4. First International. Conference on soils of urban, industrial, traffic and mining areas. (University of Essen, Germany). Essen.; 2000. Vol. 1. 366 p.
5. Lehmann A., Star K. Nature and significance of anthropogenic urban soils. *J. Soils Sediments*. 2007;7(4):247-260.
6. Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V., Prokofieva T.V. Anthropogenic soils: genesis, geography, recultivation. Smolensk: Oikumena; 2003. 268 p. (In Russ.).
7. Dobrovolsky G.V., Nikitin E.D. Soil conservation as an indispensable component of the biosphere: a functional and ecological approach. Moscow: Nauka; 2000. 185 p. (In Russ.).
8. Dobrovolsky G.V. (ed.). Soil, city, ecologia. Moscow: Fund "For Economic Literacy"; 1997. 320 p. (In Russ.).
9. Podgornaya T.I. Dangerous natural and technogenic geological processes in the developed territory of the Russian Far East. Khabarovsk: Publishing House of the Pacific State University; 2013. 285 p. (In Russ.).
10. Shishov D.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I. (comp.). Classification and diagnostics of soils in Russia. Moscow: Soil Institute named after V.V. Dokuchaev RASKHN; 2004. 342 p. (In Russ.).
11. Field determinant in Russia. Moscow: Soil Institute named after V.V. Dokuchaev RASKHN; 2008. 182 p. (In Russ.).
12. Roslikova V.I., Matvienko T.I. Urbanized soils of the Amur region (on the example of the city of Khabarovsk). Khabarovsk: Publishing House of the Pacific State University; 2018. 229 p. (In Russ.).
13. Khitrov N.B. Theoretical and methodological aspects of the study of the laws of soil change under the influence of anthropogenic influences. *Laws of soil change under anthropogenic influences and regulation of the state and functioning of the soil cover*: Materials of the All-Russian Scientific Conference. Moscow: Soil Institute named after V.V. Dokuchaev of the RASKHN; 2011. P. 13-24. (In Russ.).
14. Glazovskaya M.A. Geochemistry of natural and technogenic landscapes. Moscow: Higher School of Economics; 1988. 328 p. (In Russ.).