

На правах рукописи



Карпова Юлия Олеговна

**ПЕДОЛИТОСЕДИМЕНТЫ СРЕДНЕВЕКОВЫХ ПОСЕЛЕНИЙ В
АРИДНЫХ И ГУМИДНЫХ ЛАНДШАФТАХ: МОРФОЛОГИЯ,
СВОЙСТВА, ГЕНЕЗИС**

Специальность: 1.6.12 – Физическая география и биогеография, география
почв и геохимия ландшафтов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Москва – 2026

Работа выполнена в отделе географии и эволюции почв ФГБУН «Институт географии Российской академии наук»

Научный руководитель: **Бронникова Мария Артемовна,**
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела географии и эволюции почв ФГБУН «Институт географии Российской академии наук»

Официальные оппоненты: **Русakov Алексей Валентинович,**
доктор географических наук, профессор с возложенными обязанностями заведующего кафедрой почвоведения и экологии почв Института наук о Земле ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

Васенев Вячеслав Иванович,
доктор биологических наук, профессор департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов имени П. Лумумбы

Ведущее учреждение: ФИЦ «Пушинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»

Защита диссертации состоится «20» ноября 2026 г. в 14 час. 00 мин. в конференц-зале на заседании диссертационного совета 24.1.049.04 на базе ФГБУН «Институт географии Российской академии наук» по адресу: 119017, г. Москва, Старомонетный переулок, д. 29, стр. 4.


Факс: (495) 959-00-16, e-mail: d00204603@igras.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУН «Институт географии Российской академии наук» и на интернет-сайте: <http://igras.ru/4535>

Отзывы на автореферат (в электронном виде и на бумажном носителе в одном экземпляре, заверенные подписью и печатью) просим направлять на указанный выше адрес.

Автореферат разослан « » 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат географических наук



Елена Анатольевна Белоновская

Актуальность работы. Селитебные ландшафты по разным оценкам занимают от 1 до 3% площади суши Земли (Liu et al., 2014), а в историческом прошлом эта доля была еще меньше. Однако именно эти территории, как в ретроспективе, так и в современности, подвергаются самым интенсивным антропогенным нагрузкам и представляют собой ключевые зоны взаимодействия человека и природной среды. Культурные слои (КС) древних поселений – или археологические педолитоседименты (АПЛС), как вслед за М.А. Глазовской (2009) такого рода природно-антропогенные образования определяют некоторые исследователи (Долгих, Александровский, 2010), – являются продуктом сложного сочетания синхронных и последовательных антропогенных и природных процессов седиментации природных, антропогенно-привнесенных и собственно антропогенных субстратов и их последующей трансформации механическими, физико-химическими, химическими и биологическими почвенными процессами (Сычева 1994). Городские педолитоседименты, являющиеся объектом данного исследования, могут быть классифицированы как городские синлитогенные почвы: (палео)урбостратоземы (Прокофьева и др., 2014) или (палео)урбаноземы (Зазовская, 2013), а также как *Urbic Technosols Archaic* согласно *World Reference Base for Soil Resources (International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, 4th edition, 2022)*. Двойственная природа АПЛС определяет необходимость комплексных подходов к их изучению и высокую значимость таких исследований как для наук о Земле: географии и палеогеографии, четвертичной геологии, почвоведения, так и для наук гуманитарного цикла, прежде всего, археологии. Несмотря на значительный объем исследований поселенческих АПЛС, в том числе палеоурбостратоземов, недостаточно изученными остаются вопросы их генезиса, в частности роли и соотношения вкладов антропогенных и природных процессов в их формирование, а работы, рассматривающие географические закономерности формирования этих синлитогенных почвенно-осадочных образований остаются единичными (Гольева, Заповская, 2008; Долгих 2010; Alexandrovskiy et al., 2012; Заповская, 2013; Golyeva et al., 2016; Сычева и др., 2020; Bronnikova et al., 2022). Имеющиеся литературные данные показывают, что АПЛС, сформированные в разных природных условиях, всегда существенно отличаются от природных почв, обнаруживая конвергенцию морфологических и геохимических характеристик, определяющуюся доминированием антропогенных процессов в их формировании. Городские АПЛС отличаются от зональных почв сильной латеральной и вертикальной неоднородностью морфологии и состава, накоплением органического вещества, фосфора, карбонатов, ряда микроэлементов (Евдокимова, 1986; Кайданова, 1991; Александровский, Александровская, 2005, 2007; Сычева, 2006; Бронникова и др., 2008; Гольева, Заповская, 2008; Заповская, 2013; Борисов, Федотов, 2018; и др.). Вместе с тем, остается неясным до какой степени различия в природных условиях определяют процессы, а следовательно, морфологические и геохимические характеристики АПЛС, сформированных в городской среде. Отсюда возникает необходимость в детальном сравнении АПЛС, близких по возрасту и антропогенной нагрузке, но сформировавшихся в контрастных природных условиях, что позволяет выявить роль в их генезисе зональных и локальных природных факторов.

АПЛС представляют собой крайне неоднородные синлитогенные почвенно-седиментационные системы, где этапы осадконакопления и педогенеза часто сменяют друг друга, дневная поверхность быстро перекрывается новыми порциями отложений, происходит рост АПЛС вверх. В таких условиях одновременно действующие или последовательные почвенные и антропогенные процессы часто являются

кратковременными, оставляющими лишь слабые результаты в виде морфологических и геохимических признаков. Эти особенности АПЛС как объекта исследований определяют особую роль микроморфологического метода как одного из наиболее информативных для диагностики комплекса признаков, меняющихся в пространстве и времени, недолго действующих процессов и их последовательностей. Микроморфологический метод более пятидесяти лет используется в исследовании АПЛС, однако в большинстве случаев эти исследования носят прикладной характер: они нацелены на понимание стратиграфии (в том числе микростратиграфии) памятников и реконструкции селитебной и хозяйственной деятельности людей прошлого (Romans et al., 1983; Watez et al. 1990; Macphail et al., 1990; Goldberg et al., 2006; Angelucci et al. 2009; и др.), реконструкции региональных палеогеографических условий (Macphail, 1981; Courty et al., 1985; Goldberg, 1979) тогда как для фундаментальных исследований генезиса и географии АПЛС микроморфологические данные применяются редко (Bronnikova et al., 2022.).

Настоящее исследование направлено на выявление сходств и различий в морфологическом и микроморфологическом строении, составе, свойствах и генезисе АПЛС памятников, близких по возрасту, интенсивности и типам антропогенных воздействий, расположенных в контрастных ландшафтно-климатических условиях. Результаты исследования позволили выявить роль природных и антропогенных факторов и процессов в формировании педолитоседиментов, их зонально обусловленные особенности и определить степень их выраженности в морфологическом строении и свойствах. В основу диагностики процессов положены морфологические и микроморфологические данные.

Цель работы – выявить закономерности формирования и постантропогенной трансформации культурных слоев (АПЛС), оценить вклад природных условий и антропогенного фактора в формирование их морфологии и стратиграфии, состава, свойств и микростроения для двух близких по возрасту и длительности аккумуляции АПЛС археологических памятников, находящихся в контрастных биоклиматических и гидрологических условиях.

Задачи работы:

1. Изучить стратиграфию, морфологическое и микроморфологическое строение, состав, химические и физико-химические свойства АПЛС двух археологических памятников, близких по возрасту и длительности аккумуляции отложений, расположенных в зоне южной тайги и в зоне пустынь.
2. Идентифицировать основные диагностически значимые антропогенные и природные признаки и процессы формирования АПЛС каждого памятника с учетом географического контекста.
3. Сопоставить морфологические и аналитические данные для интерпретации состава и генезиса АПЛС и их отдельных стратиграфических единиц, реконструкции природных и антропогенных процессов их формирования и постседиментационной трансформации.
4. Выявить общие и специфические черты строения и свойств АПЛС двух памятников, связанные с зональными природными условиями и антропогенной деятельностью.

Объектами исследования являются АПЛС двух средневековых городских памятников, находящихся в разных природных условиях: 1. Зона южной тайги, Приильменская низменность, долина реки Волхов, Великий Новгород (раскоп Дубошин-II, расположенный в современной городской черте на улице Никольская); 2. Зона пустынь,

Приаралье, древняя дельта реки Сырдарья (городище Джанкент, окраина современного села Жанкент, Кызылординская область республики Казахстан).

Предмет исследования – морфология и микроморфология, свойства и генезис педолитоседиментов двух средневековых поселений в зависимости от природных условий и археологического контекста.

Методологическую основу исследования составляет концепция культурных слоев как особого типа антропогенно-природных образований – археологических педолитоседиментов, формирующихся в результате сложного взаимодействия антропогенных и природных процессов (Schiffer, 1972, Butzer, 1982; Сычева, 1994; Сычева и др., 2004; Александровский, 2018 и др.). Для изучения АПЛС применялся подход иерархического морфогенетического анализа, включающий детальное изучение морфологических и аналитических признаков на макро- и микроуровне организации (Таргульян и др., 1974). Такой подход позволяет выделить совокупность признаков, их распределение по профилю и по времени формирования, а также реконструировать динамику процессов накопления и последующей трансформации АПЛС, установление региональных особенностей в различных ландшафтно-климатических условиях. Эффективность и информативность этого подхода неоднократно подтверждена в трудах отечественных и зарубежных исследователей: G. Stoops, M.-A. Courty, P. Goldberg, R. Macphail, С.Н. Седова, М. И. Герасимовой, М. А. Бронниковой, Т. В. Прокофьевой и многих других. Микроморфологические описания выполнены с применением как отечественной, так и международной терминологии (Герасимова и др., 1992; Stoops, 2020), диагностика и интерпретация микроморфологических признаков проводилась с использованием следующих изданий: Герасимова и др., 1992; Nicosia, Stoops, 2017; Stoops et. al., 2018. При интерпретации диагностических процессов в КС использовались теоретические положения концепции элементарных почвообразовательных процессов (Герасимова и др., 1992; Караваева и др., 1992), а также подходы к классификации антропогенных процессов разработанные Сычевой и др., 2004; Александровским, 2018, Karkanias, Goldberg, 2018.

Научная новизна работы. В настоящей работе впервые микроморфологическое исследование использовано для концептуализации процессов формирования АПЛС как многокомпонентной природно-антропогенной почвенно-литологической системы. Выполнена поддержанная аналитическими данными микроморфологическая диагностика антропогенных и природных признаков и процессов формирования АПЛС для близких по возрасту и длительности накопления, а также по интенсивности и разнообразию антропогенных нагрузок средневековых городских поселений в контрастных ландшафтно-климатических условиях.

Теоретическая значимость. Работа расширяет наши представления об особенностях генезиса археологических педолитоседиментов, соотношении и сути природных и антропогенных процессов их формирования, о вариативности набора этих процессов в разном географическом и археологическом контекстах; уточняет и дополняет применимо к АПЛС типизацию элементарных почвообразовательных процессов, исходно разработанную для природных почв. Сравнительный анализ АПЛС, формировавшихся в гумидной и аридной обстановках, расширяет представления о зависимости набора и направленности ЭПП от климатических и гидрологических факторов. Понимание закономерностей и конкретных процессов формирования АПЛС, связи процессов и их диагностических признаков с условиями среды – рельефом, природой субстратов, климатическими и гидрологическими условиями, особенностями растительности и

микробиомов, типом и интенсивностью антропогенных нагрузок (триада факторы – процессы - свойства) способствуют дальнейшему развитию концепции АПЛС как памяти природно-антропогенных взаимодействий (Гольева, Зазовская, 2008).

Выполненные исследования имеют большое теоретическое значение для развития концепции экстремального педогенеза, которая рассматривает мощные АПЛС селитебных территорий как особый тип антропогенно-экстремальных почвоподобных тел, формирующихся в условиях избытка ресурса (максисолоиды) – при постоянном антропогенном поступлении вещества (Горячкин и др., 2019). Полученные результаты вносят существенный вклад в понимание процессов формирования и трансформации таких максисолоидов.

Практическая значимость работы состоит в чтении стратиграфии и микростратиграфии АПЛС, реконструкции природных и антропогенных процессов его формирования в помощь археологическим интерпретациям. Выявленные морфологические и геохимические признаки и свойства могут быть использованы для прогнозных оценок условий сохранности культурных напластований и связанных с ними археологических артефактов. Описанные закономерности генезиса, почвенные и антропогенные процессы формирования АПЛС и соответствующие им наборы морфогенетических признаков могут быть использованы для разработки диагностики и классификации этих сложно организованных почвоподобных тел и инкорпорирования их в имеющиеся почвенные классификационные системы.

Апробация работы. Материалы диссертации были представлены на следующих конференциях:

1. 23-й Всемирный конгресс по почвоведению (Нанкин, КНР, 2026 г.).
2. VIII съезд общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв: Заседание Подкомиссии по микроморфологии почв (Сыктывкар, 2022 г.).
3. Всероссийская междисциплинарная научная конференция с международным участием «Палеопочвы, палеоэкология, палеоэкономика» (Пушино, 2017 г.).
4. XII международная молодежная школа-конференция «Меридиан»: Глобальные процессы и их региональные аспекты (Курск, 2019 г.).
5. XVI Молодежная научная школа-конференция «Меридиан»: географические исследования в контексте глобальных изменений (Пушино, 2024 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах БД Scopus, WoS, ВАК (3 из них имеют англоязычную версию), 3 тезиса докладов и статей в сборниках конференций. В статье (Шашерина и др., 2022) применена методика палеоландшафтных реконструкций и метод радиоуглеродного датирования для раннесредневековых поселений, которые использованы при анализе природных условий на объектах диссертационного исследования.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы, включающего 213 источников, в том числе 110 на английском языке, 15 приложений. Содержательная часть диссертации изложена на 201 странице, содержит 8 таблиц, 66 рисунков, общий объем диссертации с приложениями составляет 283 страницы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Микроморфологическая диагностика компонентов и признаков археологических подолитоседиментов, рассматриваемых в связи с условиями их формирования, является ключом к пониманию генезиса этих полигенетических систем, а также к

оценке вклада природных и антропогенных седиментационных и почвенных процессов в их формирование и трансформацию.

2. Антропогенные процессы привноса и аккумуляции вещества являются ведущими в формировании археологических педолитоседиментов, определяют с одной стороны их литолого-геохимическую неоднородность, а с другой – конвергенцию признаков и свойств на фоне разнообразия природных почвенных признаков.
3. Выявленная совокупность элементарных почвенных процессов отражает следующие зональные различия формирования и постседиментационной трансформации археологических педолитоседиментов: в гумидных условиях постоянного переувлажнения (Великий Новгород) реализуется гумидная глеево-консервационная органо-аккумулятивная модель формирования АПЛС, в аридных условиях при дополнительном увлажнении минерализованными грунтовыми водами (Джанкент) – аридная минерально-аккумулятивная солевая модель формирования АПЛС.

Личный вклад автора. Автор был основным исполнителем на всех этапах, начиная от разработки проекта исследования, полевых и лабораторных работ, обработки полученных результатов, их анализа и синтеза. В частности, автором был выполнен иерархический морфогенетический анализ педолитоседиментов Великого Новгорода и городища Джанкент, а также пробоподготовка образцов к химическим анализам, обработка и интерпретация их результатов.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю к.б.н. Бронниковой Марии Артемовне за многолетнее наставничество, постоянную поддержку и неоценимую помощь в выполнении работы на всех этапах; к.г.н. Долгих Андрею Владимировичу за содействие в организации и проведении полевых и лабораторных исследований, а также за ценные консультации при интерпретации данных; к.г.н. Зазовской Эле Павловне за постоянную всестороннюю поддержку, помощь в организации рабочего процесса и за важные рекомендации на завершающем этапе работы; начальникам археологических экспедиций к.и.н. И.А. Аржанцевой (ИЭА РАН, НИУ ВШЭ), Г. Харке (University of Tübingen, НИУ ВШЭ) и М.И. Петрову (Новгородский музей-заповедник) за предоставленную возможность участвовать в полевых исследованиях; д.с.-х.н. М.П. Лебедевой (ФИЦ Почвенный институт им В.В. Докучаева) за поддержку, помощь в микроморфологических исследованиях и интерпретации данных.

Автор благодарит сотрудников лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии ИГ РАН, сотрудников химической лаборатории ИГ РАН за проведение аналитических исследований; сотрудников лаборатории палеоархивов природной среды ИГ РАН и сотрудников почвенно-экологической лаборатории научного центра «Смарт-технологии устойчивого развития городской среды в условиях глобальных изменений» в Аграрно-технологическом институте РУДН за проведение рентгенфлуоресцентного анализа; А.И. Якушева (ИГЕМ РАН) за проведение рентгенфлуоресцентного анализа и консультации по интерпретации данных.

Отдельная благодарность выражается д.г.н. С.В. Горячкину и коллективу отдела географии и эволюции почв за ценные советы и рекомендации по улучшению качества работы. Кроме того, автор благодарит своего друга и коллегу к.б.н. Ю.В. Конопляникову за многолетнюю поддержку и дружеское участие.

Автор выражает глубокую благодарность своей семье: родителям, сестре и бабушке с дедушкой за их терпение, понимание и моральную поддержку, служившие важнейшими факторами успешного завершения диссертационной работы.

Анализ процессов формирования АПЛС и концептуальные обобщения материалов исследования АПЛС, сформированных в разных ландшафтно-климатических условиях, выполнены в рамках темы государственного задания Института географии РАН FMWS-2024-0010 (рук. И.В. Замотаев). Полевые исследования, изготовление тонких шлифов, микроморфологические и аналитические исследования АПЛС городища Джанкент (Казахстан) выполнены на средства проекта DFG 389351859. Полевые и лабораторные исследования на раскопе Дубошин-II (Великий Новгород) выполнены в рамках мегагранта «Глобальные климатические вызовы на территории России: ретроспективный анализ, прогноз и механизмы адаптации» (соглашение № 075-15-2024-554 от 24.04.2024) (рук. Е.Ю. Новенко).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Археологические педолитоседименты в контексте природно-антропогенных взаимодействий: теоретические представления, формирование и разнообразие (обзор современного состояния проблемы)

Археологические педолитоседименты (АПЛС) или культурные слои представляют собой природно-историческое тело, формирующееся в результате накопления антропогенных и природных компонентов и их последующей трансформации под действием элементарных почвообразовательных процессов (Сычева др., 2004; Александровский, 2018). Эти процессы часто разнонаправленные, конкурирующие между собой, нередко кратковременные или прерываемые процессами антропогенного привноса и удаления вещества. АПЛС разнообразны по мощности, длительности формирования, составу преобладающих исходных субстратов, археологическому контексту формирования и исследованы в широком географическом диапазоне (Courty et al., 1989; Gebhardt, 1999; Хохлова, 2007; Сычева и др., 2008; Todisco, Bhiry, 2008; Долгих, 2010, 2012; Lewis, 2012; Devos et al., 2013; Macphail et al., 2013; Иванова и др., 2014; Golyeva, Svirida, 2017; Schilt et al., 2017; Sulas et al., 2017; Бронникова и др., 2018; Bronnikova et al., 2022). Однако в большинстве случаев это – прикладные исследования, нацеленные на археологические интерпретации. Такие работы, основанные на планиграфических, стратиграфических и микростратиграфических исследованиях строения, элементного, химического, минералогического состава АПЛС, наличия различных биомаркеров в их составе, направлены на реконструкции локальной природной среды, антропогенных процессов аккумуляции отложений, понимание зонирования поселений и истории изменения зон, связанных со сменой характера и интенсивности антропогенных нагрузок. Отдельной, особой группой АПЛС являются мощные напластования педолитоседиментов городских и протогородских средневековых поселений (Macphail, 1981; 1994; Eden et al., 1984; Courty et al. 1989; Yule, 1990; Alexandrovskaya, Alexandrovskiy, 2000; Bronnikova et al., 2003; Macphail et al., 2003; Butzer, 2008; Devos et al., 2009; 2017; Долгих, 2010, 2012; Alexandrovskiy et al., 2012; Александровский и др., 2013; Nicosia, Devos, 2014; Borderie et al., 2015; Mazurek, Kowalska, 2016).

Вопрос о месте АПЛС в почвенных классификациях остается дискуссионным. В российской классификации они рассматриваются как подстилающие отложения для

техногенных поверхностных образований (Полевой определитель..., 2008) или как почвообразующие породы для городских почв (Прокофьева и др., 2014). На данный момент принято решение о введении диагностического горизонта *урбик* UR в отделе стратоземов (Хитров, Герасимова, 2021). В WRB (2022) городские АПЛС, содержащие >20% доиндустриальных артефактов, относятся к Technosols с квалификатором Archaic (Urbic Technosols Archaic).

Особую роль в исследовании АПЛС играет микроморфологический метод, позволяющий изучать неоднородность состава и свойств отложений, их микростратиграфию, диагностировать признаки природных и антропогенных процессов даже при слабом и кратковременном их проявлении, а также реконструировать их последовательность, связанную со сменой природных обстановок и/или характера и интенсивности антропогенных нагрузок (Courty et al., 1989; Goldberg, Macphail, 2006; Stoops et al., 2018). Именно поэтому в нашей работе делается упор на микроморфологические исследования АПЛС выбранных памятников, а в литературном обзоре отдельный раздел посвящен археологической микроморфологии и микростроению АПЛС. В этом разделе рассматриваются группы антропогенных микропризнаков и особенности микростроения, разнообразия археологических материалов и разных типов отложений (Canti, 1999; Devos et al., 2009; Orton, Hughes, 2013; Macphail et al., 2017; Nicosia, Stoops, 2017; Karkanias, Goldberg, 2019; Bronnikova et al., 2022).

Глава 2. Городские педолитоседименты: понятие, подходы к изучению и географическое разнообразие

Городские педолитоседименты – специфическая категория антропогенных отложений, формирующихся на территориях долговременных поселений с высокой плотностью застройки (Долгих, 2010; Александровский и др., 2015). Они характеризуются мощностью от 1-2 до 10-12 м, высокой гетерогенностью, сложной стратиграфией и обилием артефактов (Александровский, Александровская, 2007; Borderie et al., 2015). Подходы к изучению городских АПЛС в России и за рубежом различаются: отечественные работы акцентированы на реконструкции ландшафтно-климатических условий (Сычева и др., 2008; Глазовская, 2009;), а зарубежные – на реконструкции процессов седиментации и постседиментационных трансформациях (Karkanias, Goldberg, 2018).

Многочисленными работами была выявлена тенденция к конвергенции состава и свойств АПЛС средневековых памятников (сближение характеристик АПЛС разных природных зон под действием антропогенного фактора) в зависимости от природных условий (Долгих, 2010; Зазовская, 2013; Golyeva et al., 2016). Аналогичное фундаментальное заключение было сделано для современных городских почв (Добровольский и др. 1997; Прокофьева и др., 2001; Прокофьева, Попутников, 2010; Русаков и др., 2024). Имеются также свидетельства об обратной дивергенции свойств и строения АПЛС под воздействием зональных почвенных процессов в постантропогенный период, при снятии антропогенной нагрузки (Golyeva et al., 2016). Однако данных о том, насколько природная среда определяет комплекс почвенных процессов, участвовавших в формировании АПЛС, очень немного (Долгих, 2010; Александровский, 2018; Bronnikova et al., 2022). Несмотря на изученность городских АПЛС в широком диапазоне природных обстановок, информации об их географической вариативности, связанной с изменением в пространстве комплекса формирующих их природных и седиментационных процессов, недостаточно, чтобы делать заключения о вкладе природных процессов в формирование

АПЛС и вариативности этих процессов в зависимости от географической среды. Человек и окружающая среда всегда тесно взаимосвязаны: человек может оказывать самые разнообразные прямые и косвенные воздействия на среду своего обитания и ее компоненты, но и географическая среда во многом определяет развитие культур, прежде всего, через ресурсную базу (выбор топографического положения поселений, строительные материалы и архитектура, системы жизнеобеспечения и хозяйствования). И чем менее развиты были культуры и их системы обеспечения и хозяйствования, тем сильнее было влияние среды обитания на все аспекты деятельности человека. Это позволяет предположить, что географическая среда, и, прежде всего, те ее компоненты и характеристики, которые почвоведы обычно рассматривают как основные факторы почвообразования (климат, материнская порода, рельеф, биота, время), несмотря на довлеющее влияние антропогенного фактора, вносят заметный вклад в процессы формирования АПЛС. Отсюда следует что разнообразие природных обстановок и соответствующих им природных процессов должно отражаться на особенностях морфологии, состава и свойств АПЛС, и тем самым противостоять унифицирующей, конвергентной силе антропогенного фактора. Анализ имеющихся в литературе данных о географическом разнообразии городских педолитоседиментов и, особенно, морфологии, состава и их генезиса, сформированных в контрастных природных обстановках, подтверждает нашу базовую рабочую гипотезу. Так называемые «мокрые» АПЛС, сформированные в гумидном климате, при избыточном увлажнении, характеризуются высокой сохранностью органического материала вследствие подавленной биодеструкции в анаэробных условиях, развитием процессов оглеения и железо-фосфатного минералообразования (Александровская и др., 2000; Долгих, Александровский, 2010; Долгих, 2010, 2012; Александровский и др., 2013; Александровский, 2018; Долгих и др., 2018), тогда как АПЛС, сформированные в аридных условиях, при дефиците атмосферного увлажнения отличаются следующими базовыми особенностями: практически полная минерализация растительных остатков, многочисленные новообразования легкорастворимых солей, гипса и карбонатов (Иванова и др., 2014; Bronnikova et al., 2022).

На данный момент опубликовано несколько работ, в которых учитывается географический аспект при сравнении АПЛС и фоновых почв (Долгих, 2010; Alexandrovskiy et al., 2012; Зазовская, 2013; Golyeva et al., 2016). Исследования в данных работах выявили, что АПЛС памятников разных природных зон различаются по свойствам и по преобладающему материалу заполнителя, однако с течением времени исходные отличительные признаки утрачиваются и АПЛС приобретают схожие между собой черты и больше имеют общих черт с урбаноземами городских территорий, чем с зональными почвами. В недавних исследованиях (Bronnikova et al., 2022) впервые проведена систематизация микроморфологических признаков КС в зональном ряду – от лесной зоны до пустыни – и выявлены как географические закономерности, так и универсальные антропогенные микропризнаки, характерные для всех изученных памятников.

Таким образом, в отечественной и зарубежной науке накоплен значительный опыт изучения АПЛС, но остается недостаточно проработанным вопрос о географических закономерностях формирования АПЛС разных природных зон: взаимодействии антропогенных и природных факторов и процессов.

Глава 3. Объекты и методы исследования

3.1. Объекты исследования

В диссертационной работе исследованы АПЛС двух памятников: раскоп Дубошин-II, вскрывающий слои средневекового Великого Новгорода, и городище Джанкент расположенное в северо-западной части Кызылординской области Республики Казахстан (рис. 1). Оба объекта относятся к средневековому периоду, сформированы при интенсивной антропогенной нагрузке и представляют собой мощные, хорошо стратифицированные отложения, отражающие интенсивное, разноплановое антропогенное воздействие и дальнейшую трансформацию природными процессами. Однако, данные объекты существенно различаются по природно-климатическим условиям, литологии и гидрологическому режиму. Раскоп Дубошин-II находится в зоне южной тайги, на западе Приильменской низменности. Климат территории – умеренно-континентальный со среднегодовой температурой воздуха $+3,9^{\circ}\text{C}$, среднегодовой суммой осадков 500-550 мм и испарением 400 мм (Климат Новгорода..., 1985). Почвообразующие породы на территории большей части города – озерно-ледниковые ленточные глины (Антонова и др., 2009). В почвенном покрове преобладают городские почвы и педоседименты, которые перекрывают догородские дерново-подзолистые почвы. АПЛС Великого Новгорода относятся к так называемым «мокрым слоям», с высоким содержанием органического вещества и часто уникальной сохранностью таких материалов как дерево, береста, травянистые растительные остатки, шерсть и др. Средневековые АПЛС такого типа исследованы и в других городах, таких как Старая Русса, Старая Ладога, Ростов Великий в умеренном гумидном климате, в условиях плоского рельефа с тяжелыми по гранулометрическому составу материнскими породами (Александровский, Долгих, 2010). В Великом Новгороде, начиная с XVIII века сооружались дренажные системы, потому верхняя часть культурных слоев как правило сухая, в значительной степени минерализованная. Конкретно на участке раскопа Дубошин-II дренаж нет. Уровень грунтовых вод при выемке грунта установился на глубине около 2 метров, граница между органическим и органо-минеральными отложениями лежит на глубине чуть больше 1 метра. Т.е. практически вся исследованная нами колонка АПЛС, залегающая примерно в метре от дневной поверхности, лежит в зоне более или менее постоянного водонасыщения и минимально подвержена процессам минерализации и другим диагенетическим преобразованиям. Для производства археологических работ в раскопе была сооружена система временного дренажа и описание колонки проводилось в осушенной стенке.

Городище Джанкент расположено в зоне пустынь, на плоской дельтово-аллювиальной равнине р. Сырдарья в пределах Туранской низменности. Климат – аридный, резко континентальный с суточными и сезонными колебаниями температуры. Годовое количество осадков не превышает 120 мм, а испарение – 1500 мм (Научно-прикладной справочник..., 1989). Литологическую основу составляют рыхлые слоистые аллювиально-дельтовые отложения – чередование пылеватых глин, суглинков, супесей и мелкозернистых пылеватых песков (Боровский, 1960). Современный растительный покров – преимущественно тамарисковые и полынно-солянковые ассоциации. Почвенный покров представлен серо-бурыми, лугово-болотными, такыровидными почвами, такырами, пустынными песчаными и засоленными почвами (Боровский, 1982). Уровень грунтовых вод на территории памятника по данным бурения находится на глубине около 8-9 м от дневной поверхности. Исследованная стратиграфическая колонка отложений в самой своей части находится в кайме грунтовых вод.

Выбор данных памятников обусловлен их репрезентативностью для двух контрастных природных зон: гумидной лесной (Великий Новгород) и аридной пустынной (Приаралье). Великий Новгород является классическим объектом для изучения процессов формирования «мокрого» культурного слоя, в котором благодаря переувлажнению и анаэробным условиям сохраняются органические материалы. Городище Джанкент, напротив, расположено в условиях аридного климата и выпотного водного режима, что обуславливает интенсивную минерализацию, засоление и окарбоначивание педолитоседиментов.



Рис. 1. Географическое положение исследованных памятников на космоснимке (источник: Google Satellite): снизу – раскоп Дубошин-II (Великий Новгород, Россия); справа – городище Джанкент (Приаралье, Казахстан).

3.2. Методы исследования

Методологическая основа работы – иерархический морфогенетический подход: последовательное изучение строения АПЛС на макро-, мезо-, микро- и субмикроуровнях (Прокофьева и др., 2001; Stoops, 2003; Goldberg, Macphail, 2006; Таргульян, 2019). Данный подход позволяет выявлять генетически значимые признаки, разделять их по времени и пространственной локализации, оценивать вклад антропогенных и природных процессов. Для выявления специфики строения, состава и свойств городских АПЛС по сравнению с природными фоновыми почвами для АПЛС памятника Джанкент использованы профили солончаков, исследованные в окрестностях памятника, для АПЛС Великого Новгорода – дерново-подзолистые глеевые почвы, ранее исследованные в окрестностях города (А.В.

Долгих, 2010), погребенная почва в разрезе Дубошин-II. Данные по валовому химическому составу АПЛС также сравнивались с кларками содержания элементов в земной коре (Касимов и др., 2015) и классификационными шкалами (Воробьева, 2006; Прокофьева и др., 2014; ГОСТ Р 70229-2022).

Морфологический метод. В полевых условиях описывалась мощность, латеральная и вертикальная неоднородность, окраска, структура, сложение, включения и новообразования. Мезоморфологическое описание ненарушенных образцов выполнено в отраженном свете с помощью бинокля Leica MZ6 (×6-×40). Микроморфологические исследования проводились в шлифах, изготовленных из монолитов ненарушенного сложения с использованием поляризационного микроскопа Zeiss Axio Scope.A1 (увеличения ×25, ×50, ×100, ×200, ×400). Описания выполнены с использованием отечественной и международной терминологии (Герасимова и др., 1992; Stoops, 2020). Субмикроморфологическое изучение и элементный анализ отдельных образцов проведены на растровом электронном микроскопе JEOL JSM-6610LV с микроанализатором Oxford INCA Energy. Исследования проводились на оборудовании ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН. Интерпретация микропризнаков опиралась на систематику элементарных почвенных процессов (Караваева и др., 1992) и процессы формирования археологических отложений (Karkanias, Goldberg, 2018). Для каждого стратиграфического слоя проведена экспертная полуколичественная оценка встречаемости признаков по шкале от 0 до 4 (от «отсутствия» до «много»).

Аналитические методы. Физико-химические показатели определяли по стандартным методикам (Аринушкина, 1970; Минеев, 2001; Воробьева, 2006): pH водной вытяжки – потенциометрическим методом; карбонаты – методом алкалометрического титрования; органический углерод и общий азот – на CHN-анализаторе Vario Isotope cube (Elementar) методом сухого сжигания (1000 °C). Для раскопа Дубошин-II измерен общий углерод с пересчетом на органический (по разности с углеродом карбонатов), для Джанкента – органический углерод в обескарбонированных навесках. Содержание гипса определено весовым методом (по сульфат-иону), удельная электропроводность – кондуктометром, гранулометрический состав – пирофосфатным методом. Макро- и микроэлементный состав АПЛС Джанкента определен методом рентгенофлуоресцентного анализа на вакуумном спектрометре Axios mAX (PANalytical) по методике НСАМ ВИМС 439-РС (III категория точности) в ИГЕМ РАН. Макроэлементный состав АПЛС Великого Новгорода – на спектрометре Спектроскан МАКС-GVM в лаборатории палеоархивов ИГ РАН по методике М-049-ПДО/18. Микроэлементный состав образцов Великого Новгорода изучен портативным РФА-анализатором Olympus Vanta C (модель VCW) в АТИ РУДН (режим «Геохимия», алгоритм фундаментальных параметров).

Глава 4. Строение и свойства педолитоседиментов средневековых городов в аридных и гумидных ландшафтах

4.1. Средневековые городские педолитоседименты зоны южной тайги: Великий Новгород

Изученный профиль АПЛС раскопа Дубошин-II вскрыт в ходе спасательно-археологических работ и имеет мощность 8,3 м (рис. 1, 2). Дендрохронологические исследования позволили выделить основные этапы застройки на исследуемой территории

раскопа: начальные жилые постройки и настилы XI в., интенсивная усадебная застройка XII-XIII вв. с печами и хозяйственными постройками, а также активное накопление толщ в XIV в. (до 3,5 м) (Петров и др., 2021). На основе морфологического строения выделены верхняя единица (слои I-IX), слой X и XI, средняя единица (слои XII-XVIII) и нижняя единица (слои XIX-XXIV), а также погребенная дерново-подзолистая глееватая почва. Верхняя и средняя единицы сложены преимущественно органическим материалом (перегной, щепа, береста, навоз, шерсть), слой X, XI и нижняя единица – минеральными и органо-минеральными отложениями.

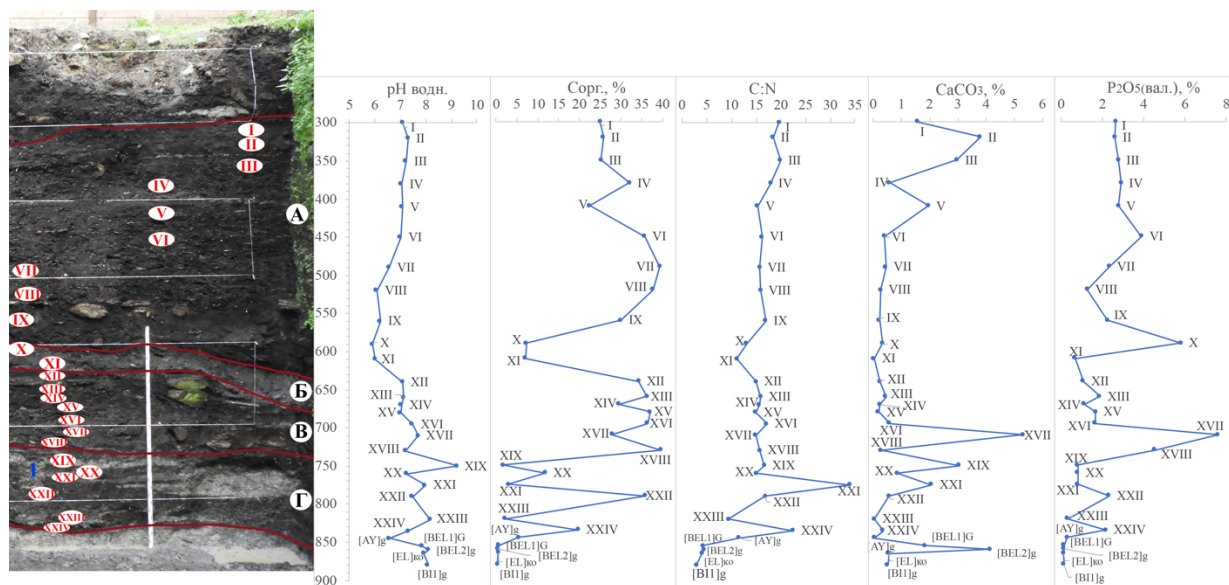


Рис. 2. Стратиграфическое строение КС раскопа Дубошин-II (чертеж выполнен М.И. Петровым) (А – верхняя пачка (слои I-IX), Б – слои X и XI, В – срединная пачка (слои XII-XVIII), Г – нижняя пачка (слои XIX-XXIV) и данные аналитических исследований.

Химические и физико-химические свойства (рис. 2). Реакция среды в верхней и средней стратиграфических единицах слабокислая-нейтральная (рН 5,9-7,7), в нижней единице и погребенной почве – щелочная (рН до 9,2). Содержание органического углерода в слоях, насыщенных растительным детритом, достигает 25-39%, в минеральных снижается до 2-7%. Соотношение C:N варьирует от 9 до 34 и согласуется с характером органического вещества и степенью его переработки. Содержание валового фосфора очень высокое (1,0-7,6%) с максимумами в слоях, обогащенных перегнойным материалом (в т.ч. навозом). Отмечено небольшое количество карбонатов (преимущественно <1%). Пиковые значения (до 5,3%) приурочены к слоям с навозом и золой. Геохимические аномалии зафиксированы для MnO, S, Cr, Cu, Zn (полученные значения в несколько раз выше кларков).

Типизация и интерпретация диагностически-значимых признаков в АПЛС (рис. 3). Диагностированные признаки подразделены на три группы. Антропогенные включения (растительный детрит, фрагменты костей, фитолиты, шерсть, яичная скорлупа, керамика, суглинистые агрегаты, кальцитовые сферулиты, обломки плотнокристаллических пород) связаны с механическим поступлением материалов в результате строительной и хозяйственной деятельности. Обилие щепы и бересты отражает доминирование деревянного строительства, а концентрация фрагментов костей и шерсти – содержание скота и переработку животного сырья. Природно-антропогенные новообразования (фрагменты углей, вивианит, новообразования легкорастворимых солей, фрамбоиды

пирита, гипсовые друзы, пирогенные карбонаты) формируются опосредованно, через изменение человеком геохимической обстановки. Вивианит кристаллизуется в анаэробной среде при избытке фосфора (из костей, навоза) и подвижного двухвалентного железа (Шерышева и др., 2012). Пирит образуется при участии сульфатредуцирующих бактерий в восстановительных условиях (Mees, Stoops, 2018). Гипс в слое XVII является продуктом окисления пирита (Roch et al., 2009) после вскрытия и дренирования слоев при проведении археологических работ. Природные признаки (пятна оглеения, диффузные пятна гидроокислов железа, глинистые кутаны, копролиты) отражают внутрпочвенные условия и процессы: переувлажнение, переменный окислительно-восстановительный режим, иллювиирование глины и биогенную переработку. Обилие копролитов в верхней и срединной пачках указывает на эпизодические фазы аэрации и активности почвенной мезофауны.

Стратиграфия АПЛС и интерпретация стратиграфических единиц. На основе совокупности морфологических и химических данных в колонке АПЛС Великого Новгорода выделены следующие стратиграфические уровни, отражающие этапы освоения территории и смену типов антропогенной нагрузки (сверху вниз): жилые поверхности, богатые хозяйственно-бытовыми отходами, остатками деревянных конструкций и настилов (верхняя единица, хронология XIII-XIV вв.); слой очажных отходов (слой X, рубеж XII-XIII вв.); строительный горизонт (слой XI, рубеж XII-XIII вв.); жилые поверхности с открытыми очагами и местами содержания скота (срединная пачка, хронология XII вв.); уровень начала освоения территории (нижняя пачка, хронология XI в.) – преобразование естественной почвы и накопление бытовых отходов.

Ведущие элементарные почвенные процессы. Среди природных ЭПП преобладают процессы, связанные с гидроморфизмом: собственно оглеение (пятна оглеения), сульфидное оглеение (пирит), глеевая миграция Fe/Mn. В периоды кратковременной аэрации (сезонные понижения уровня грунтовых вод) развивалось пятнистое оглеение и окислительная сегрегация железа (диффузные пятна, нодули), а также биогенное оструктуривание (копролиты). Лессиваж проявляется в виде глинистых кутан преимущественно в погребенной почве. Коагуляционная агрегация тонкодисперсного вещества отражают перестройку массы под действием гумусовых соединений. Антропогенные и природно-антропогенные ЭПП включают: поступление и аккумуляцию органических остатков (доминирующий процесс, определивший мощность и состав АПЛС), привнос минерального материала (суглинистые агрегаты, обломки плотнокристаллических пород), железисто-фосфатную сегрегацию (вивианит). Совокупность этих процессов формирует гумидную глеево-консервационную органо-аккумулятивную модель, в которой переувлажнение, анаэробная среда и высокие темпы поступления органического материала обеспечивают его консервацию.

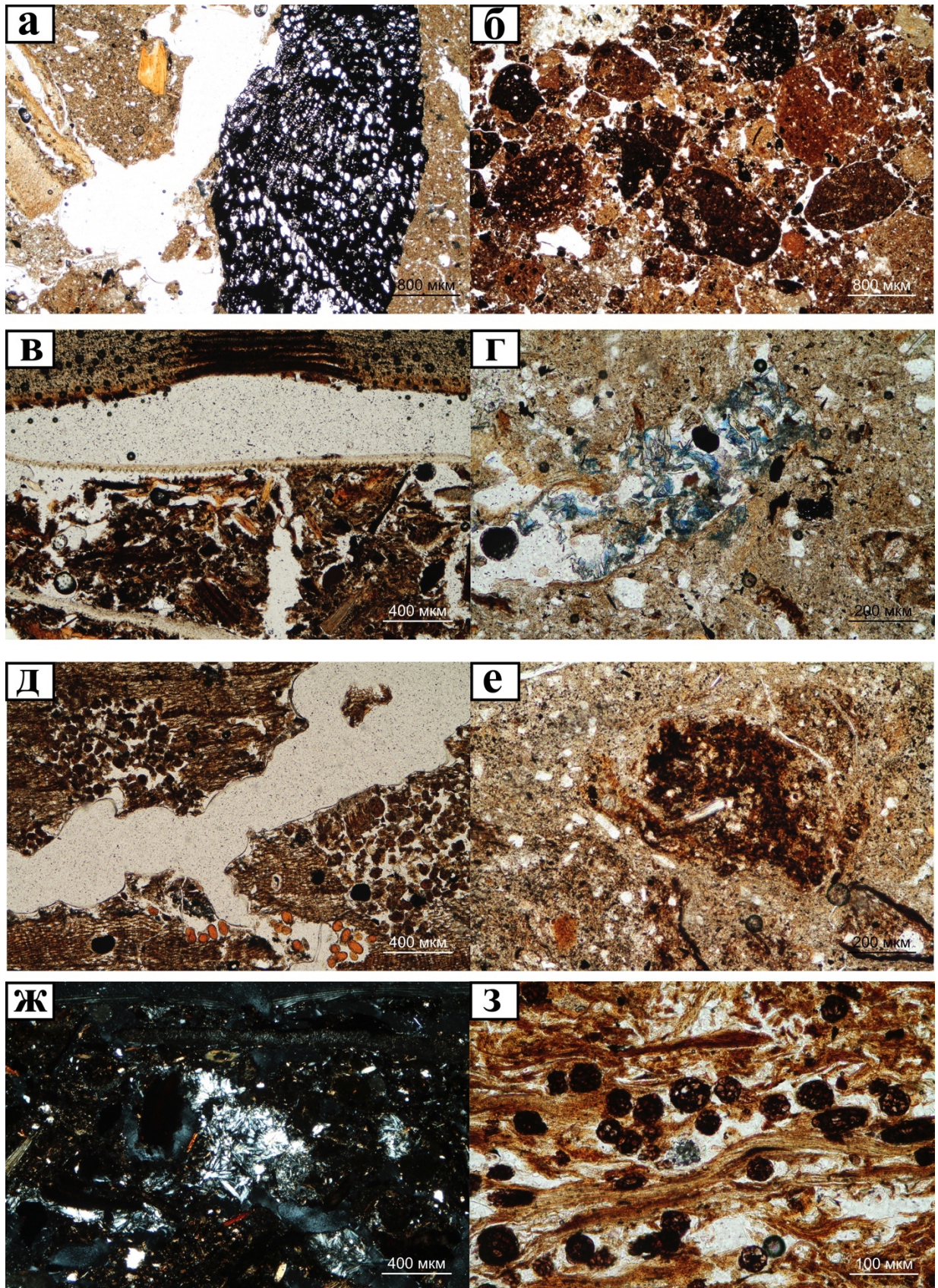


Рис. 3. Антропогенные, природно-антропогенные и природные признаки: а – фрагменты угля и костей, PPL; б – железисто-глинистые агрегаты, PPL; в – фрагменты шерсти, PPL; г – скопление кристаллов вивианита в поре, PPL; д – скопления копролитов и грибных спор (снизу) в растительном остатке, PPL; е – железистое диффузное пятно, PPL; ж – гипсовые друзы в порах, XPL; з – фрамбоиды пирита в растительном остатке, PPL.

4.2. Средневековые городские педолитоседименты зоны пустынь: городище Джанкент

Городище Джанкент представляет собой укрепленное поселение городского типа, торгового и ремесленного центра на пересечении Северного Шелкового пути и дороги из Поволжья в Хорезм (Harke et al., 2020). Исследованная стратиграфическая колонка АПЛС мощностью 661 см разделена на три единицы: верхнюю (слои I-X), среднюю (слои XI-XIX) и нижнюю (слои XX-XXV). Верхняя единица сложена преимущественно суглинистым материалом с углисто-золистыми прослойками, средняя – чередованием суглинистого материала и растительного детрита, а нижняя – средне- и тяжелосуглинистым материалом.

Химические и физико-химические свойства (рис. 4). Показатель рН в стратиграфической колонке колеблется вокруг карбонатного равновесия (рН 7,4-9,1). Содержание органического углерода относительно невысокое, но существенное по сравнению с его содержанием в почвах и отложениях окрестностей памятника: в большинстве слоев 0,4-3,1%, а в слоях, насыщенных растительным детритом, достигает 5,5%. Соотношение C:N варьируется от 4 до 14; наиболее низкие значения (4-6) отмечены в минеральных слоях и в слое XI со следами навоза. Содержание карбонатов очень высокое (13-25%), а гипса достигает 7,6%, электропроводность – до 10 мСм/см (сильное засоление). Валовое содержание фосфора варьирует от 0,2 до 11,9% (экстремальный пик в слое XV). АПЛС обогащены Sr, Zn, Cu по сравнению с фоновыми солончаками.

Типизация и интерпретация диагностически-значимых признаков в АПЛС (рис. 5). По аналогии с раскопом Дубошин-II, диагностированные признаки также подразделены на три группы. Антропогенные включения представлены карбонатно-глинистыми агрегатами (продукты разрушения сырцового кирпича и глинобитных конструкций), фрагментами костей, керамики, фитолитами и кальцитовыми сферулитами. Массовое присутствие карбонатно-глинистых агрегатов отражает доминирование глинобитного строительства. Обилие фитолитов культурных злаков, камыша и тростника (Golyeva et al., 2017; Neumann et al., 2019) указывают на использование растительных материалов в хозяйстве (подстилки, корм, кровля). Природно-антропогенные новообразования включают фрагменты углей и золу (продукты горения, связанные с пожарами и очагами), фосфатно-органические нодули как результат бактериальной трансформации фосфора животного происхождения (Karkanias, Goldberg, 2018), следы прокала минерального вещества, пирогенные карбонаты. Природные признаки в Джанкенте преимущественно зональные: гипсово-солевые инфиллинги и кристаллы гипса (выпотной режим), карбонатные инкрустации и микритовые кутаны, новообразования легкорастворимых солей гипокутаны и диффузные пятна гидроокислов железа (периодическое переувлажнение), пятна оглеения в нижней единице (зона капиллярной каймы грунтовых вод). Редкие копролиты указывают на подавленную биологическую активность.

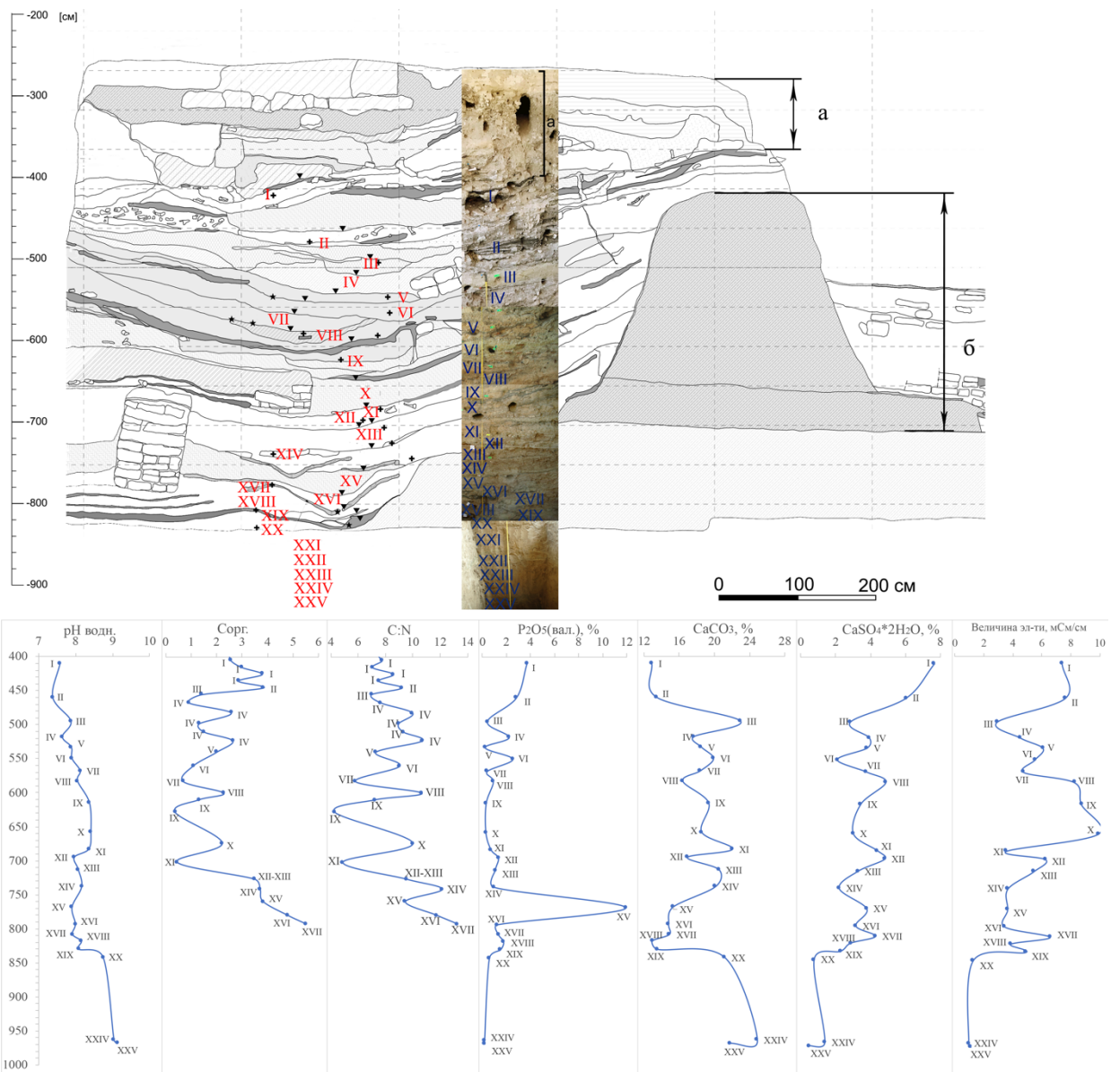


Рис. 4. Стратиграфическое строение КС городища Джанкент (а – внешние бронирующие пласты поздней стены, сложенные глинобитным материалом, б – ранняя монолитная глинобитная стена. Чертеж выполнен Д.А. Волковым, Т.Ю. Черезовой) и данные аналитических исследований.

Стратиграфия АПЛС и интерпретация стратиграфических единиц. В АПЛС городища Джанкент выделены следующие стратиграфические уровни, отражающие преобладание минерального строительного материала и высокую степень переработки органических отходов в аридных условиях (сверху вниз): продукты разрушения карбонатных глинобитных строительных конструкций (верхняя единица, хронология X в.); жилые поверхности, богатые очажно-пищевыми отходами (средняя единица, хронология VIII- 1 пол. IX вв.); уровень начала освоения территории (нижняя единица, рубеж VII-VIII вв.) – аллювиально-дельтовые отложения с единичными антропогенными включениями.

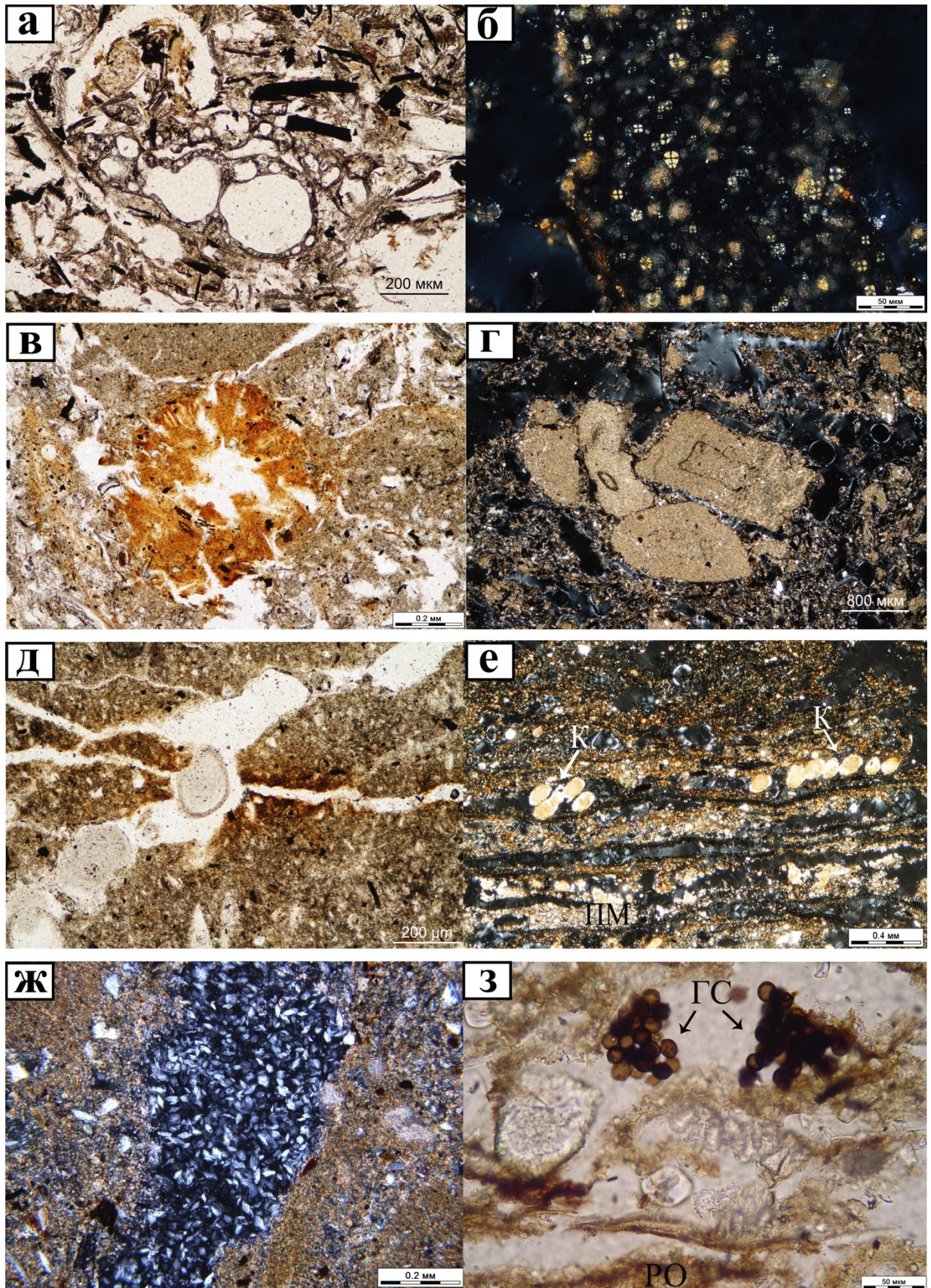


Рис. 5. Антропогенные, природно-антропогенные и природные признаки: а – витрифицированная масса с углефицированными остатками, PPL; б – скопления сферулитов, XPL; в – разрушенный фосфатно-органический нодуль с фрагментами углей, PPL; г – карбонатно-глинистые агрегаты, XPL; д – железисто-глинистая гипокутана в карбонатно-глинистом материале, PPL; е – субпараллельно-

ориентированные растительные остатки, инкрустированные карбонатами, копролиты (К) и пирогенный микрит (ПМ), ХРЛ; ж – инфиллинг из мелких ромбоэдрических кристаллов гипса, ХРЛ; з – грибные споры (ГС) среди растительных остатков (РО), РРЛ.

Ведущие элементарные почвенные процессы. Среди природных ЭПП ведущую роль играют процессы, связанные с аридным климатом и выпотным водным режимом: кальциевая миграция и окарбоначивание (микритовые кутаны, инкрустации), гипсовая миграция и сегрегация (кристаллы, инфиллинги, агрегаты), солевая миграция. Пятнистое оглеение и глеевая миграция железа проявлены локально – в нижней пачке (периодическое водонасыщение в зоне капиллярной каймы грунтовых вод) и в слоях со строительным материалом. Лессиваж, отражающий здесь солонцовый процесс щелочной текстурной дифференциации, выражен слабо и только в самых нижних горизонтах. В ряду антропогенных и природно-антропогенных ЭПП здесь абсолютно преобладал процесс привноса и аккумуляции минерального вещества (карбонатно-глинистые агрегаты), имел место также и привнос органических материалов (растительный детрит, навоз). Фосфатная сегрегация проявляется в виде фосфатно-органических нодулей. Совокупность данных процессов формирует аридную минерально-аккумулятивную солевую модель, в которой органическое вещество минерализуется, замещается солями, а основу АПЛС составляют продукты разрушения глинобитных конструкций.

Таким образом, в аридных условиях при дополнительном увлажнении минерализованными грунтовыми водами реализуется аридная минерально-аккумулятивная солевая модель формирования АПЛС, в которой доминируют процессы привноса и аккумуляции минерального вещества, минерализация органического материала, карбонатная, гипсовая и солевая миграция и сегрегация.

Глава 5. Анализ особенностей строения АПЛС природных зон: природные и антропогенные признаки процессы

Признаки, связанные с присутствием, селитебной и хозяйственной деятельностью человека. Сравнение АПЛС двух памятников – раскопа Дубошин-II (Великий Новгород, зона смешанных лесов, почвенно-грунтовые воды залегают близко к поверхности) и городища Джанкент (зона пустынь, нижняя часть профиля находится в капиллярной кайме грунтовых вод) – позволило выявить влияние зональных природных условий на состав, строение и сохранность признаков, формировавшихся при сходном типе антропогенной нагрузки. В группу универсальных антропогенных признаков, встречающихся независимо от природных условий, вошли растительный детрит, фрагменты углей и костей, суглинистые агрегаты, фитолиты, керамика, кальцитовые сферулиты. Эти признаки отражают базовые виды хозяйственной деятельности (строительство, использование огня, животноводство). Их обилие указывает на степень антропогенной нагрузки, но не позволяет реконструировать конкретный тип деятельности. Антропогенные процессы привноса и аккумуляции вещества являются ведущими в формировании АПЛС, определяя их литолого-геохимическую неоднородность. Специфические признаки обусловлены различиями в составе преобладающих привносимых материалов и условиями их сохранности. В Великом Новгороде (деревянное строительство) сохранились шерсть, яичная скорлупа, сформировались вивианит и пирит. В Джанкенте (глинобитное строительство) обильны карбонатно-глинистые агрегаты, зола, следы прокала.

Природные почвенные признаки в АПЛС. В АПЛС Великого Новгорода природные признаки представлены зональными, характерными для дерново-подзолистых почв гумидной зоны: широко распространены пятна оглеения, глинистые кутаны, новообразования гидроокислов железа (диффузные пятна и ожелезнение растительных остатков), а также биогенные признаки (копролиты, грибные споры). Карбонаты и гипс, связанные с процессами природной аккумуляции, отсутствуют. Единичные находки карбонатных и гипсовых новообразований имеют антропогенное происхождение (пирогенные карбонаты, вторичный гипс после окисления пирита). В АПЛС городища Джанкент зональными природными признаками, обусловленными аридным климатом и выпотным водным режимом, являются многочисленные карбонатные новообразования (микритовые кутаны, инкрустации по растительным остаткам) и гипс (кристаллы, инфиллинги, агрегаты). Новообразования гидроокислов железа (диффузные пятна, гипокутаны, ожелезнения растительных остатков) также широко распространены, но их аномальное обилие частично связано с антропогенным фактором – замачиванием глин при подготовке строительного материала. Оглеение и глинистые кутаны встречаются реже и приурочены к нижней части профиля. Биогенные признаки (копролиты, грибные споры) единичны, что обусловлено засолением, щелочной средой и дефицитом влаги.

Сравнение процессов формирования и трансформации АПЛС (табл. 1). На обоих памятниках ведущую роль в формировании АПЛС играли антропогенные процессы привноса и аккумуляции вещества. В Великом Новгороде преобладал привнос органических материалов (древесина, щепка, береста, навоз, шерсть), тогда как в Джанкенте доминировал привнос минеральных карбонатно-глинистых субстратов, связанный с разрушением глинобитных конструкций. После прекращения активной антропогенной нагрузки дальнейшая трансформация накопленных материалов определялась зональными природными условиями. В гумидном южнотаежном ландшафте (Великий Новгород) при постоянном переувлажнении и анаэробной обстановке доминируют процессы оглеения (в том числе сульфидного), глеевой миграции железа и марганца, фосфатной сегрегации (образование вивианита), а также лессиваж и копрогенное оструктуривание. Органическое вещество консервируется, что обеспечивает аномально высокие концентрации органического углерода (до 39%). В аридном климате пустынь (городище Джанкент) при выпотном водном режиме, щелочной среде и высокой карбонатности ведущими становятся процессы минерализации органического вещества, карбонатной, гипсовой и солевой миграции.

Таблица 1. Процессы формирования и трансформации АПЛС раскопа Дубошин-II и городища Джанкент*.

<i>Зона южной тайги Великий Новгород, Дубошин-II</i>	<i>Зона пустынь Джанкент</i>
ПРОЦЕССЫ МЕТАМОРФИЗМА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА	
Поступление органических остатков	Поступление органических остатков
Трансформация, гумификация, минерализация органических остатков, миграция продуктов гумификации	Трансформация, гумификация, минерализация органических остатков , миграция продуктов гумификации
ПРОЦЕССЫ МЕТАМОРФИЗМА МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА	
Трансформация	Трансформация

ПРОЦЕССЫ ПЕРЕОРГАНИЗАЦИИ ПОЧВЕННОЙ МАССЫ	
Оструктуривание коагуляционное биогенное	Оструктуривание коагуляционное биогенное, оструктуривание коагуляционное солевое
Компрессионно гидротермическое оструктуривание и/или переорганизация плазмы	Компрессионно гидротермическое оструктуривание и/или переорганизация плазмы
Антропогенные педотурбации	Антропогенные педотурбации
ПРОЦЕССЫ ОГЛЕЕНИЯ	
Собственно оглеение	Собственно оглеение
Пятнистое оглеение	Пятнистое оглеение / Пятнистое оглеение
Сульфидное оглеение	–
ПРОЦЕССЫ МИГРАЦИИ	
Глеевая миграция железа и марганца	Глеевая миграция железа и марганца / Глеевая миграция железа и марганца
Лессиваж	Лессиваж
Солевая миграция	Солевая миграция
Кальциевая миграция - окарбонирование	Кальциевая миграция – окарбонирование
–	Огипсовывание
ПРОЦЕССЫ СЕГРЕГАЦИИ И ЦЕМЕНТАЦИИ	
Окислительная (железо)	Окислительная (железо)
Гипсовая	Гипсовая
Фосфатная (железисто-фосфатная)	Фосфатная (фосфатно-органическая)
ПРОЦЕССЫ АНТРОПОГЕННОГО ПРИВНОСА И УДАЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА	
Привнос органических материалов	Привнос органических материалов
Привнос минеральных материалов	Привнос минеральных материалов
Удаление твердого вещества	Удаление твердого вещества

* Доминирующие процессы выделены **жирным шрифтом**; процессы, протекающие под действием антропогенного фактора отмечены **синим цветом**.

Глава 6. Географические закономерности распространения признаков и процессов в АПЛС

Сравнительный анализ АПЛС Великого Новгорода (гумидная зона южной тайги) и городища Джанкент (аридная зона пустынь) показал, что их строение, набор признаков и ведущие процессы определяются зональными природными условиями и локальным гидрологическим режимом (рис. 6). Это позволило отделить универсальные антропогенные признаки от регионально-специфических. В литературе неоднократно отмечалось, что городские АПЛС разных природных зон обладают конвергентными свойствами – обогащением фосфором, карбонатами, тяжелыми металлами, подщелачиванием – что отличает их от фоновых почв (Долгих, 2010; Alexandrovskiy et al., 2012). Вместе с тем, после прекращения антропогенной нагрузки экспонированные культурные слои начинают приобретать зональные черты (Golyeva et al., 2016). Наши данные показывают, что универсальные антропогенные признаки (растительный детрит, угли, кости, суглинистые агрегаты, фитолиты, керамика, кальцитовые сферулиты) встречаются как в гумидных, так и в аридных условиях, отражая базовые виды хозяйственной деятельности.

Однако постседиментационная трансформация подчиняется зональным факторам и определяет основные различия. В гумидной зоне (Великий Новгород) решающую роль играют постоянное переувлажнение и анаэробная среда, что способствует замедлению гумификации, консервации и аккумуляции органического материала (Долгих, 2010, 2012; Alexandrovskiy et al., 2012; Vasenev, Kuzyakov, 2018). Наши данные подтверждают эту модель: высокое содержание Сорг. (до 39%) и C:N = 15-20 коррелируют с обилием слаборазложившего растительного детрита; процессы оглеения и новообразования вивианита распространены в средней и нижней частях профиля. Дополнительно выявлены сульфидное оглеение (фрамбоиды пирита) и гипсовые агрегаты. Таким образом, для Новгорода характерна гумидная глеево-консервационная органо-аккумулятивная модель формирования АПЛС.

В аридной зоне (Джанкент), как и для других памятников Средней Азии и Казахстана (Betts et al., 2009; Dawkes, Jorayev, 2015; Bronnikova et al., 2022), АПЛС представлены мощными минеральными толщами из разрушенного глинобитного строительного материала. Органические остатки сильно минерализованы, инкрустированы карбонатами и легкорастворимыми солями. Постседиментационные процессы определяются непромывным, периодически выпотным водным режимом, высокой карбонатностью и фоновым засолением, а также периодической сменой окислительно-восстановительных условий в нижней части профиля (в зоне капиллярной каймы грунтовых вод). Это приводит к активной аккумуляции различных форм гипса, карбонатов и легкорастворимых солей. Для Джанкента характерна аридная минерально-аккумулятивная солевая модель формирования АПЛС.



Рис. 6. Изображение сгенерировано по промту автора «Модели педолитогебеза Великого Новгорода и городища Джанкент» с помощью OpenAI, 2026.

Таким образом, универсальные антропогенные признаки встречаются в обеих природных зонах, отражая базовые виды деятельности, тогда как постседиментационная трансформация подчиняется зональным факторам. Один и тот же морфологический

признак (гипс, карбонаты) может иметь антропогенный генезис в гумидной зоне и природный – в аридной, что требует учета регионального фона при интерпретации. Полученные результаты развивают представления о географической вариативности АПЛС и имеют значение для прогноза сохранности археологических материалов.

Выводы

1. Археологические педолитоседименты средневековых городов представляют собой почвенно-осадочные образования, формирующиеся при сложном сочетании и взаимодействии природных, природно-антропогенных и антропогенных процессов, и, несмотря на частое доминирование последних, обнаруживают четкие различия в наборе и выраженности формировавших их признаков и процессов в зависимости от ландшафтно-климатических условий, в которых они формируются.
2. АПЛС, формировавшиеся в разных ландшафтно-климатических условиях, обнаруживают четкую тенденцию к конвергенции состава и свойств: высокую латеральную и вертикальную неоднородность, накопление антропогенно-привнесенных субстратов, органического и неорганического углерода, сильную зафосфаченность, часто высокое содержание ряда микроэлементов. В то же время АПЛС исследованных памятников существенно отличаются по составу и свойствам от фоновых почв, формирующихся вне зоны интенсивного антропогенного воздействия. Субстантивные и геохимические различия в составе и свойствах между АПЛС и фоновыми почвами оказываются существенно более контрастными в гумидном долинном ландшафте южной тайги с режимом застойного переувлажнения, по сравнению с аридным пустынным палеодельтовым ландшафтом с непромывным, периодически выпотным водным режимом.
3. Совокупность полученных морфологических и аналитических характеристик каждого стратиграфического слоя педолитоседиментов позволила определить функциональное использование территории археологических памятников. В стратиграфической колонке культурного слоя Великого Новгорода выделены следующие стратиграфические уровни: 1 – жилые поверхности, богатые хозяйственно-бытовыми отходами, остатками деревянных строительных конструкций и настилов; 2 – слой очажных отходов; 3 – строительные горизонты; 4 – жилые поверхности с открытыми очагами и местами содержания скота; 5 – уровень начала освоения территории: преобразование естественной почвы и накопления бытовых отходов. В стратиграфической колонке на городище Джанкент выделены следующие стратиграфические уровни: 1 – продукты разрушения карбонатных глинобитных строительных конструкций; 2 – жилые поверхности, богатые очажно-пищевыми отходами; 3 – уровень начала освоения территории: аллювиально-дельтовые отложения с единичными антропогенными включениями.
4. На примере исследованных АПЛС показано, что только микроморфологическая диагностика этих комплексных полигенетических почвенно-осадочных образований позволяет выявить полный спектр антропогенных, природно-антропогенных и природных признаков и процессов, а также оценить относительный вклад различных процессов в их формирование. Часть процессов, диагностируемых микроморфологически, не выявляется аналитическими методами вследствие кратковременности процессов и слабой выраженности признаков, а также по причине

полиморфизма и полигенеза: новообразования и включения одного и того же состава могут быть иметь разные морфологические формы, образованные разными процессами.

5. Встречаемость антропогенных и природно-антропогенных признаков и их сохранность в АПЛС определяются составом и количеством антропогенно-привнесенных материалов, геохимическими условиями, влаго- и теплообеспеченностью, условиями газообмена, микробиологической активностью. Для АПЛС Великого Новгорода ключевым фактором выступают переувлажнение и анаэробная обстановка, низкая микробиологическая активность, обеспечивающие высокую сохранность углерод- и фосфорсодержащих субстратов при одновременном растворении карбонатсодержащих материалов. В случае АПЛС городища Джанкент, щелочная реакция, выпотной водный режим и высокая карбонатность способствовали стабилизации карбонатсодержащих субстратов и новообразований, а быстрая минерализация органического вещества в условиях активного антропогенного привноса растительных материалов привели к массовой аккумуляции фитолитов.
6. Практически все идентифицированные природные признаки встречаются в АПЛС обоих памятников вне зависимости от географических условий, но их обилие и форма различны. Так, АПЛС Джанкента отличаются обилием новообразований карбонатов и гипса, в глубоких слоях, залегающих в кайме грунтовых вод, а также в некоторых слоях, богатых остатками глинобитных строительных материалов, многочисленные признаки перераспределения железа, связанные с периодическим переувлажнением. В АПЛС Великого Новгорода наиболее широко распространены новообразования восстановленных форм железа, текстурные микропризнаки.
7. На обоих памятниках в период функционирования доминировали антропогенные процессы привноса и аккумуляции органических (больше в АПЛС Великого Новгорода) и минеральных материалов (больше в АПЛС Джанкента), дальнейшая трансформация аккумулярованных субстратов определялась зональными природными и локальными гидрологическими условиями.
8. Набор выявленных элементарных процессов, формировавших АПЛС обоих памятников схож, различия, в основном, состоят в доминирующем или подчиненном значении диагностированных процессов. В гумидных условиях, при постоянном застойном переувлажнении (Великий Новгород) доминируют процессы привноса и аккумуляции органического вещества, коагуляционного биогенного оструктурирования, оглеения, в том числе сульфидного, глеевой миграции, окислительной и фосфатной сегрегации, лессиважа (гумидная органо-аккумулятивная глеевая модель) в аридных условиях, в условиях непромывного, периодически выпотного водного режима (Джанкент) – процессы привноса и аккумуляции минерального вещества, метаморфизма и минерализации органического вещества, а также процессы карбонатной, солевой, гипсовой миграции и сегрегации (аридная минерально-аккумулятивная солевая модель).

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации

Работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Bronnikova M. A., **Карпова Ю. О.**, Murasheva V. V. [et al.] Micromorphological features of medieval cultural layers formed in different environmental backgrounds // Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. – 2022. – Vol. 74, No. 3. – P.1-25. – DOI 10.18268/bsgm2022v74n3a080822. – EDN VGVPQL.
2. Шашерина Л. В., Стефутин С. А., Зозуля С. С., **Карпова Ю. О.** Геоморфологические условия формирования раннесредневековых поселений в Днепро-Двинском регионе, Северо-Запад европейской России // Геоморфология. – 2022. – Т. 53, № 3. – С. 134-145. – DOI 10.31857/S0435428122030166. – EDN VLNGKT.
3. **Карпова Ю. О.**, Бронникова М. А., Лебедева М. П., Аржанцева И. А., Харке Г. Микроморфологическое строение и процессы формирования культурного слоя раннесредневекового города Джанкент (Восточное Приаралье, Казахстан) // Почвоведение. – 2025. – №3. – С.389-406.

Статьи в сборниках, материалы конференций, тезисы докладов:

1. **Карпова Ю. О.**, Бронникова М. А., Лебедева М. П. и др. Природные и антропогенные процессы формирования педолитоседиментов раннесредневекового городища Джанкент Приаралье) // Материалы Всероссийской междисциплинарной научной конференции с международным участием Палеопочвы, палеоэкология, палеоэкономика. – Товарищество научных изданий КМК Пушкино: 2017. – С. 87–91.
2. **Карпова Ю. О.**, Бронникова М. А., Аржанцева И. А. Кочкина А.Ф., Сташенков Д.А., Стефутин С.А. Микроморфологические особенности педолитоседиментов раннесредневековых поселений разных природных зон // Почвы - стратегический ресурс России : Тезисы докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв, Сыктывкар, 22 апреля – 08 2021 года / Отв. редакторы С.А. Шоба, И.Ю. Савин. Том Часть 3. – Москва-Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2021. – С. 929-931.
3. **Карпова Ю. О.**, Бронникова М. А., Лебедева М. П., Аржанцева И. А., Харке Г. Микроморфологическое строение и процессы формирования культурного слоя раннесредневекового города Джанкент (Восточное Приаралье, Казахстан) // Сборник материалов XVI-ой всероссийской молодежной научной школы-конференции «Меридиан» Географические исследования в контексте глобальных изменений. – УДК [910+911] (082) – М.: ИГ РАН, 2024. – С.57-59. ISBN 978-5-89658-076-8 – DOI 10.15356/Meridian2024.