

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
географии Российской Академии наук (ИГ РАН)

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

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
кандидат биологических наук
ведущий научный сотрудник
М.А. Бронникова

Москва – 2026

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. Археологические педолитоседименты (АПЛС) в контексте природно-антропогенных взаимодействий: теоретические представления, формирование и разнообразие (обзор современного состояния проблемы)	12
1.1. АПЛС: определение, процессы формирования и трансформации	12
1.2. Разнообразие АПЛС и их место в почвенных классификациях	19
1.2.1. Функциональное зонирование и типы АПЛС	19
1.2.2. АПЛС в почвенных классификациях	24
1.3. Микроморфологический метод изучения АПЛС	28
Глава 2. Городские педолитоседименты: понятие, подходы к изучению и географическое разнообразие	34
2.1. Географические закономерности формирования АПЛС	36
2.2. «Dark earth» и «мокрые» АПЛС	38
2.3. Городские АПЛС аридных регионов	42
Глава 3. Объекты и методы исследования	44
3.1. Объекты исследования	44
3.2. Методы исследования	46
3.2.1. Морфологический метод	48
3.2.2. Аналитические методы	49
Глава 4. Строение и свойства педолитоседиментов средневековых городов в аридных и гумидных ландшафтах	51
4.1. Средневековые городские педолитоседименты зоны южной тайги: Великий Новгород	51
4.1.1. Биоклиматические условия	52
4.1.2. Геоморфологическое положение, литология и гидрологические условия	53

4.1.3. Почвы.....	56
4.1.4. Историческая и археологическая сводка.....	56
4.1.5. Стратиграфия, морфологическое строение АПЛС и погребенной почвы.....	62
4.1.6. Химическая и физико-химическая характеристика и свойства АПЛС и погребенной почвы.....	75
4.1.7. Типизация и интерпретация диагностически-значимых признаков в АПЛС и погребенной почве	83
4.1.8. Сопоставление аналитических и морфологических данных в АПЛС и погребенной почве.....	100
4.1.9. Стратиграфия археологических педолитоседиментов и интерпретация стратиграфических единиц.....	105
4.1.10. Реконструкция процессов и условий формирования и трансформации АПЛС	112
4.2. Средневековые городские педолитоседименты зоны пустынь: городище Джанкент	118
4.2.1. Биоклиматические условия.....	119
4.2.2. Геоморфологическое положение и литология.....	120
4.2.3. Палеогеографическая обстановка	121
4.2.4. Почвы.....	126
4.2.5. Историческая и археологическая сводка.....	130
4.2.6. Стратиграфия и морфологическое строение АПЛС	132
4.2.7. Химическая и физико-химическая характеристика и свойства АПЛС	136
4.2.8. Типизация и интерпретация диагностически-значимых признаков в АПЛС	143
4.2.9. Сопоставление аналитических и морфологических данных.....	157
4.2.10. Стратиграфия археологических педолитоседиментов и интерпретация стратиграфических единиц.....	159

4.2.11. Реконструкция процессов и условий формирования и трансформации АПЛС	163
Глава 5. Анализ особенностей строения АПЛС природных зон:	
природные и антропогенные признаки и процессы	170
5.1. Признаки, связанные с присутствием, селитебной и хозяйственной деятельностью человека в гумидных и аридных ландшафтах	171
5.2. Особенности сохранности антропогенных и природно-антропогенных признаков в АПЛС гумидной и аридной зон	178
5.3. Природные почвенные признаки в АПЛС гумидных и аридных ландшафтов	182
5.4. Сравнение процессов формирования и трансформации АПЛС зоны южной тайги и зоны пустынь	187
Глава 6. Географические закономерности распространения признаков и процессов в АПЛС	193
Выводы	199
Список литературы	202
Приложения	220

ВВЕДЕНИЕ

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. 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; 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, Зазовская, 2008; Зазовская, 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, являющегося одним 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, но 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 (археологических педолитоседиментов), 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 КС 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 Сырдарьи (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 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. Такой подход позволяет

выделить совокупность признаков, их распределение по профилю и по времени формирования, а также реконструировать динамику процессов накопления и последующей трансформации КС, установление региональных особенностей в различных ландшафтно-климатических условиях. Эффективность и информативность этого подхода неоднократно подтверждена в трудах отечественных и зарубежных исследователей: G. Stoops, М.-А. Courty, Р. 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 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, разработанные в классификациях антропогенных процессов Сычевой и др., 2004; Александровским, 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 5 печатных работ, в том числе 2 статьи в журналах БД Scopus, WoS, ВАК (2 из них имеют англоязычную версию), 3 тезиса докладов и статей в сборниках конференций.

1. Bronnikova M. A., **Karpova Ju. O.**, 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. **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.

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 педолитоседиментов, 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), Г. Харке (University of Tübingen) и М.И. Петрову (Новгородский музей-заповедник) за предоставленную возможность участвовать в полевых исследованиях; д.с.-х.н. М.П. Лебедевой (Почвенный институт) за поддержку, помощь в микроморфологических исследованиях и интерпретации данных.

Автор благодарит сотрудников лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии ИГ РАН за выполнение изотопного анализа; сотрудников химической лаборатории ИГ РАН за исследование аналитических характеристик; 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.

Полевые и лабораторные исследования на городище Джанкент (Казахстан) выполнены в рамках темы государственного задания Института географии РАН FMWS-2024-0010 (рук. И.В. Замотаев). 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).

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

1.1. АПЛС: определение, процессы формирования и трансформации

Археологические педолитоседименты (АПЛС) или культурные слои (КС) является основным объектом изучения в археологии и в археологической перспективе представляет собой «исторически сложившуюся систему напластований органических и неорганических остатков (в том числе вещей, материалов, остатков сооружений и др.), образовавшихся в результате жизнедеятельности человека» (Археология..., 2006). КС содержит в себе такие артефакты, как предметы быта, продукты ремесленного производства, остатки построек и др., которые служат основным источником информации для археологов при реконструкции культурно-этнографического и исторического аспектов бытования поселений, возведения и использования погребальных сооружений прошлого. Археологические находки позволяют определить тип поселения или захоронения, время существования, этнокультурный состав населения, типы хозяйствования и землепользования, торговые связи, выяснение причин прекращения существования поселения, реконструировать погребальные и другие ритуальные обряды.

В классической археологии XIX – первой половины XX вв. (В.А. Городцов, А.А. Спицын, А.В. Арциховский) КС рассматривался преимущественно как стратиграфическая последовательность напластований с привязкой к историческим периодам. Минеральный или органоминеральный субстрат, в который погружены артефакты, оставался за пределами детального изучения (Авдусин, 1980). Перелом в понимании природы КС наступил во второй половине XX в. с развитием междисциплинарного подхода в археологии. Ключевую роль сыграли работы К. Бутцера по экологической археологии и М. Шиффера по теории процессов формирования археологического памятника. К. Бутцер (Butzer, 1982) заложил основы современной геоархеологии, предложив рассматривать археологические памятники как результат сложного взаимодействия человеческой деятельности и природных процессов, действующих как в период заселения, так и после него. Этот подход позволил перейти от простого описания артефактов к системному анализу культурных отложений в контексте окружающей среды. Важнейшим вкладом М. Шиффера стало введение понятий «системный контекст» – период, когда артефакты участвуют в человеческой деятельности, и «археологический контекст» – период после седиментации, когда артефакты становятся частью геологической толщи. Эта концепция

позволила осознать, что между моментом отложения материала и его извлечения при археологических раскопках происходят многочисленные изменения, которые необходимо учитывать при интерпретации (Schiffer, 1972, 2002).

Несмотря на то, что в отечественной науке систематические почвенные исследования на археологических раскопках активно проводились с 1960-х гг., они были преимущественно нацелены на изучение почв вокруг памятников и погребенных почв (Ivanov, 1978; Иванов, 1992; Демкин, 1997; Дергачева, 1997). Принципиально иной – почвенно-генетический – подход к изучению именно культурных слоев поселений, а не только погребенных почв, начал формироваться в 1990-е годы в работах С.А. Сычевой, А.Л. Александровского и их коллег (Сычева, 1994; Александровский и др., 1997). КС стал рассматриваться как «антропогенный почвенно-литологический горизонт, образованный на месте поселения людей и включенный в толщу плейстоценовых или голоценовых отложений, а также в профиль голоценовых дневных или погребенных почв» (Естественно-научные методы..., 2004). Соответственно, КС несет в себе не только историческую, но и палеогеографическую информацию, т.к. содержит в себе запись как антропогенных, так и природных процессов.

Важным этапом в развитии концепции культурного слоя как продукта взаимодействия природных и антропогенных процессов седиментации и почвообразования стало применение к культурному слою понятия педолитогенеза, ранее введенного М.А. Глазовской (1996). Под педолитогенезом Глазовская понимала «совокупность процессов образования в почвах потенциально стабильных, содержащих гумус комплексов и соединений, и захоронения в глубоких горизонтах почв и толщах рыхлых отложений» (Глазовская, 1996). Педолитогенез объединяет два фундаментальных процесса: педогенез (почвообразование) и литогенез (осадконакопление и диагенез). В зависимости от доминирования одного из процессов формируются различные тела: педоседименты, педолитоседименты, педолитоциклы и педолитоформации (последние два выделяются на уровне макроструктур). Педоседименты – отложения, возникшие в результате перемещения и накопления материала гумусовых горизонтов почв. Педолитоседименты определяются как отложения, постепенно накапливающиеся на поверхности почв, но при этом не прерывающие текущий процесс почвообразования. Важным развитием концепции стало выделение Глазовской «антропогенного типа педолитоседиментов» на примере территорий в бассейнах рек Сырдарья и Амурдарья, где многовековое оросительное земледелие привело к формированию мощных толщ ирригационных наносов, перекрывших голоцен-плейстоценовые отложения (Глазовская, 2009).

Непосредственно к культурным слоям городов термин «педолитоседименты» применил А.В. Долгих в своей кандидатской диссертации (2010). Под «городскими педолитоседиментами» автор понимал мощные отложения, образованные в результате взаимодействия двух групп процессов: антропогенной седиментации и педогенной и литогенной трансформации. Процессы антропогенной седиментации заключаются в накоплении артефактов, продуктов разрушения сооружений, строительных, бытовых и ремесленных отходов, а педогенной и литогенной трансформации в процессах преобразования органического и минерального вещества: минерализации и гумификации, оструктурирования, выщелачивания, оглеения, биотурбирования и тд. Таким образом, в городских условиях педолитоседименты рассматриваются как продукт сочетанного действия аккумулятивных (седиментационных) и преобразующих (собственно педогенных и литогенных) процессов, протекающих как одновременно, так и последовательно. Далее в работе вместо термина «культурный слой» (КС) будет использоваться термин «археологические педолитоседименты» (АПЛС).

Некоторые исследователи используют другой подход к определению археологических педолитоседиментов и процессам его формирования. Так, все отложения на памятниках называются археологическими, независимо от их генезиса. Карканас с соавторами (2018), например, разделяет археологические отложения на три вида: 1) сформированные исключительно природными процессами; 2) сформированные в результате природных процессов, но содержащие антропогенные включения; 3) природные или антропогенные, отложившиеся в результате антропогенной деятельности. Антропогенные отложения могут образоваться в результате переноса антропогенных материалов природными процессами (водными, эоловыми, силами гравитации и тд.) с последующим отложением. Природные отложения на археологических объектах представляют собой продукты транспорта и седиментации минералов, горных пород, органических материалов.

Вклад в формирование археологических педолитоседиментов вносят две группы процессов: антропогенные и природные (Естественно-научные методы..., 2004; Александровский, 2018). Строение и свойства АПЛС определяются в процессе эволюции, которая включает несколько этапов. Сычева с соавторами (1994, 2004) выделяют: подготовительный (нарушение целостности поверхности отложений в результате первичного антропогенного воздействия – расчистка поверхности, выравнивание, первичные постройки), этап бытования (накопление антропогенных и природных материалов в период активной деятельности на поселении, глубокое преобразование исходных отложений), этап разрушения (период упадка поселения, разрушение и

погребение конструкций, запыление ям и рвов, переотложение материалов), этап погребения и метаморфический этап (изменение диагенетическими и почвообразовательными процессами).

Александровский (2018) выделяет отдельно предварительный этап и в качестве этапов формирования АПЛС указывает два основных: накопление материала и его преобразование. На предварительном этапе действуют как природные, так и антропогенные процессы: формирование литогенной основы и ее трансформация почвообразовательными процессами, образование пахотных горизонтов и мощных гумусовых горизонтов, следы дорог. Во время этапа накопления, как правило, преобладают антропогенные процессы, связанные с поступлением, аккумуляцией и перераспределением органических и минеральных материалов (очажно-бытовые, хозяйственные, ремесленные, строительные отходы и т.д.). Именно в этот период аккумулируются главные составляющие археологических педолитоседиментов – заполнитель и артефакты. На этапе преобразования АПЛС ведущую роль играют природные процессы, активно действующие после уменьшения или снятия антропогенной нагрузки (прекращение функционирования поселения). Происходит преобразование накопленного антропогенного и природного материала почвенными и другими экзогенными процессами. Важно отметить, что разные стратиграфические единицы мощных АПЛС могут находиться на разных этапах функционирования: нижние слои могут быть на этапе преобразования под действием диагенетических процессов, а верхние слои – на этапе накопления материала. Это создает сложную картину одновременного протекания разновозрастных процессов в пределах одного профиля.

В процессе накопления и трансформации АПЛС протекают различные процессы, формирующие специфический облик каждой стратиграфической толщи отдельного археологического памятника. Одним из первых разделение процессов на природные и антропогенные ввел М. Шиффер (Schiffer, 1972, 1987). Согласно его подходу, первоначальное формирование АПЛС происходит под воздействием антропогенной трансформации: любая деятельность человека на территории с последующим осадконакоплением использованных материалов. После этого действуют процессы природной трансформации, которые изменяют первоначальный облик АПЛС, а вместе с ним и артефактов. Шиффер предполагал, что именно то, как человек использует материалы в своей жизни влияет на специфический облик АПЛС каждого памятника. Однако, в данном подходе не объяснялось в результате каких именно процессов артефакты накапливались, формируя стратиграфические слои, а также недостаточно внимания было уделено

процессам природной трансформации, а именно тому, как эти процессы влияют на сохранность материалов в АПЛС.

Тем не менее данный подход был взят за основу для дальнейших геоархеологических исследований, направленных на изучение процессов формирования АПЛС. В настоящее время существуют разные подходы к выделению и систематизации процессов формирования: зарубежные исследования нацелены на реконструкцию последовательности формирования стратиграфических слоев в помощь археологическим интерпретациям (Goldberg, Macphail, 2006, 2008; Karkanias, Goldberg, 2018), а отечественные работы рассматривают АПЛС с учетом ландшафтно-климатических условий и уделяют особое внимание почвенным и диагенетическим процессам преобразования (Естественно-научные методы..., 2004; Александровский, 2018).

П. Голдберг и Р. Макфейл (Goldberg, Macphail, 2006, 2008) условно разделяют процессы формирования АПЛС на процессы до, во время и после заселения территории: естественное осадконакопление, антропогенное осадконакопление и трансформация, почвообразование и другие постседиментационные процессы. Наличие, скорость, интенсивность и соотношение процессов формирования зависит от многих факторов, начиная от начальных природных условий до вида и степени антропогенной нагрузки. Естественное осадконакопление определяется природно-климатическими и геологическими условиями территории и включает в себя накопление аллювиальных, эоловых, озерных и вулканических отложений, а также химическое осадконакопление (например, аккумуляции карбонатов в пещерах). В ходе антропогенной деятельности происходит накопление первичных и вторичных отходов: привнос строительного материала и накопление продуктов его разрушения, накопление мусора (бытовые, очажные и пищевые отходы), а также выравнивание и уплотнение поверхности, отсыпка, удаление, перераспределение и перемешивание материала. При чем авторы отмечают, что большая доля накопленного вещества приходится именно на строительные материалы. К процессам трансформации, которые протекают после прекращения антропогенной деятельности, относятся биотурбации, усадка, диагенетические процессы (цементация карбонатами, осаждение соединений из грунтовых вод, выветривание), почвенные процессы (иллювиирование глины, оглеение, миграция фосфатов и др.), эрозия.

П. Карканас и П. Голдберг (Karkanias, Goldberg, 2018) предложили рассматривать АПЛС как осадочное тело, в котором артефакты являются неотъемлемыми элементами его внутреннего строения. Данное разделение процессов формирования на антропогенные и природные нацелено преимущественно на полевую диагностику: «чтение» стратиграфии в раскопе, позволяя отличить первичные условия осадконакопления от последующих

преобразований. К природным процессам они относят гравитационные (оползни, обвалы, осыпи, солифлюкция, селевые потоки), водные (поверхностный сток, русловые потоки), эоловые (накопление песка, пыли, лесса), биогенные (биотурбации, накопление экскрементов фауны) и постседиментационные процессы. В последнюю группу входят процессы эрозии, диагенеза и почвообразования, которые изменяют первоначальные свойства АПЛС (цвет, структура, состав) после его отложения. Диагенетические процессы являются частью почвообразующих и протекают под влиянием грунтовых вод, давления, температуры, микробной активности. Считается, что интенсивность диагенетических процессов в АПЛС выше при высоком увлажнении и насыщенности органическим веществом. Данная группа процессов включают в себя уплотнение, криогенез и растворение/замещение/осаждение. Среди почвообразующих процессов авторы выделяют ожелезнение, синтез глинистых минералов, иллювиирование, оглеение, окарбоначивание, засоление. Почвенные процессы в данном подходе рассматриваются в рамках образования новой почвы в толще археологических педолитоседиментов во время перерыва в антропогенной деятельности. Что касается антропогенных процессов, то авторы описывают их как любые виды антропогенной деятельности по созданию, изменению и перемещению материалов, в результате которых происходит накопление веществ на поверхности и изменение строения природных седиментов. Так, продукты горения (зола, угли) являются результатом воздействия высоких температур *in situ* (очаги, пожары) или переотложения (очажные отходы) в зависимости от стратиграфического контекста, остатки навоза свидетельствуют о содержании скота на территории, строительные материалы характеризуют тип строительства и используемое сырье, разнородные отходы могут появиться в результате накопления мусора, а уплотнение материалов может указывать на вытаптывание или трамбовку.

Отечественные исследователи рассматривают АПЛС как полигенетическое природно-антропогенное образование, в котором почвенные и диагенетические процессы радикально меняют первоначальный облик отложений. Сычева с соавторами (2004) разделяют процессы формирования заполнителя (культуросодержащей породы) АПЛС на антропогенные и природные, отмечая, что они действуют на подготовительном этапе, этапе функционирования и этапе разрушения памятника. Среди антропогенных процессов выделяются процессы поступления, преобразования и минерализации органического вещества (пищевые отходы, экскременты, деревянные артефакты и конструкции), привнос минеральной массы (очажные отходы, ремесленные отходы, глиняные и каменные конструкции) и перемещение грунта в пределах поселения (нивелировка поверхности, рытье ям и рвов). Природные процессы разделяются на несколько групп. К первой группе

относятся процессы выветривания и почвообразования: выветривание минералов в составе антропогенных материалов, образование и перенос гумуса, миграция веществ и оструктуривание. Ко второй группе относятся процессы биотурбации: вывалы деревьев, рытье нор и ходов почвенными животными. Следующие группы включают в себя процессы эолового, аллювиального и балочного осадконакопления, склоновые процессы (солифлюкция, деллювиальный смыл, оползни, осыпи), криогенные турбации. Авторы отмечают, что в каждом АПЛС действуют природные процессы, характерные для данного ландшафта и климатических условий.

Александровский (2018) не проводит четкого разделения между антропогенными и природными процессами, т.к. в педолитоседименты антропогенные и природные процессы тесно связаны и часто трудно делимы. Автор выделяет процессы поступления и накопления материала, процессы преобразования АПЛС. Первые две группы процессов протекают на этапе функционирования поселения и в большей степени формируют основу АПЛС. Сюда относятся процессы поступления и накопления органического и минерального вещества, а также микроэлементов. Органические вещества могут поступать как в виде строительного материала (древесина), так и в виде очажно-бытовых отходов (пища, навоз и тд.). Минеральное вещество поступает преимущественно в виде строительных материалов (песок, суглинок, глина, известь и тд.). По мнению автора, в мощных АПЛС наибольшая доля поступающего и накапливающегося вещества приходится именно на строительный материал. В АПЛС также поступают различные микроэлементы, чаще всего связанные с отходами металлургии. Процессы преобразования начинают действовать уже на стадии накопления АПЛС и продолжаются после снятия антропогенной нагрузки. К процессам преобразования относятся следующие: процессы деструкции, минерализации и гумификации органического вещества, процессы синтеза минералов, оструктуривание, ощелачивание/выщелачивание, подкисление, иллоуиирование глины, оглеение, биотурбации (фито- и зоотурбации).

Отдельно следует упомянуть коллективную монографию «Элементарные почвообразовательные процессы: Опыт концептуального анализа, характеристика, систематика» (Каравасева и др., 1992), в которой впервые в отечественной науке была предложена система диагностики почвенных процессов на основе их морфологических, химических и физических признаков. Это издание использовалось в нашей работе как теоретическое обоснование для диагностики почвенных процессов в исследованных археологических педолитоседиментах. Авторы выделяют следующие основные группы ЭПП: метаморфизм минерального вещества, метаморфизм органического вещества, переорганизация почвенной массы, миграция вещества, оглеение, сегрегация и цементация

вещества, непедогенное поступление в почву и потеря почвой веществ. Данная система применима и к АПЛС, т.к. в них протекают те же процессы в разные временные периоды. Так, систематика ЭПП позволяет не только диагностировать конкретные почвенные процессы по их морфологическим признакам, но и перейти к реконструкции условий протекания данных процессов, что важно для понимания изменений палеоэкологической обстановки во время развития АПЛС. Важно подчеркнуть, что в толще АПЛС, как правило, протекает последовательно или одновременно целый комплекс ЭПП, накладывающихся друг на друга. Также несмотря на то, что данная систематика ориентирована на природные почвенные процессы, она включает группу «непедогенное поступление и потеря веществ», в которую включены процессы, связанные с антропогенным привнесением материалов (строительный мусор, бытовые отходы, зола, угли).

Таким образом, на данный момент нет единого подхода к выделению процессов формирования археологических педолитоседиментов, а существующие классификации процессов не являются взаимоисключающими, т.к. отражают разные уровни анализа и исследовательские задачи, где авторы рассматривают АПЛС с разных точек зрения. Разделение процессов в АПЛС зарубежными исследователями эффективно для реконструкции событий осадконакопления, а отечественными – для реконструкции палеоэкологических условий и их динамики изменения. В рамках данного исследования представляется наиболее целесообразным использование систематики ЭПП применительно к природным процессам в АПЛС.

1.2. Разнообразие АПЛС и их место в почвенных классификациях

1.2.1. Функциональное зонирование и типы АПЛС

В научной литературе представлены разнообразные подходы к систематизации археологических педолитоседиментов, основанные на различных критериях: мощности, составе материала, степени преобразованности исходной толщи, характеру антропогенного воздействия.

С точки зрения почвоведения, ключевым является критерий степени и характера преобразования исходной почвы или породы, положенный в основу подразделения педолитоседиментов Сычевой с соавт. (2008). В рамках этого подхода выделены антропосоли, антрополиты и антропоседименты. Антропосоли – почвы, наименее измененные антропогенным воздействием. Почвенный профиль либо полностью сохраняет все генетические горизонты, либо изменению подвержена лишь верхняя часть. Антрополиты – природно-антропогенные образования, которые могут содержать

погребенные почвы или седименты и их следы. Исходная толща сильно преобразована продолжительной антропогенной деятельностью и утратила первоначальный облик. Сюда относятся сложные АПЛС городов и других долгоживущих археологических комплексов. Антропооседименты – перемещенные или полностью созданные человеком отложения. Они состоят из органоминерального или минерального субстрата и антропогенных включений. Как правило, это мощные, относительно гомогенные тощи: крепостные валы, курганные насыпи, засыпные грунты, отвалы.

Для городских АПЛС, представляющих собой сложные полигенетические образования, наиболее подходят классификации, учитывающие вещественный состав, сформированный в конкретных природно-климатических и историко-культурных условиях. А.Л. Александровский (2018) разделяет городские АПЛС по типу слагающего материала с учетом биоклиматических условий, выделяя минеральные «лессообразные», органо-минеральные гумусоаккумулятивные, органические «торфообразные», органические мерзлые. Минеральные «лессообразные» АПЛС характерны для древних поселений степной зоны юга России. Они характеризуются низким содержанием органического вещества, щелочным рН и высокой порозностью. Органо-минеральные гумусоаккумулятивные АПЛС встречаются в лесной зоне и могут включать два вида материала: преимущественно органические слои, мощность которых изменяется в зависимости от положения в рельефе и условий дренажа, и минеральные слои. Органические «торфообразные» АПЛС также формируются в лесной зоне, но в условиях плохого дренажа и с застоем влаги, в результате чего разложение органического вещества идет медленно. Такие АПЛС характерны для поселений, где в качестве строительного материала активно использовалась древесина. Органические «мерзлые» АПЛС встречаются в северной тайге, лесотундре и тундре. В холодном климате, при сезонном замерзании и медленном оттаивании органическое вещество данных АПЛС имеет хорошую степень сохранности.

А. В. Долгих (2010) в своей диссертационной работе разделил городские АПЛС европейской части России в зависимости от преобладающего материала и региональных особенностей на урбо-органические, урбо-органоминеральные и урбо-минеральные. В гумидном климате лесной зоны распространены урбо-органоминеральные АПЛС – слои с большим количеством каменного и глиняного строительного материала и примесью органического вещества, богатые фосфором и карбонатами, со слабощелочными и щелочными значениями рН (Москва, Ярославль). В этой же зоне в условиях затрудненного дренажа сформированы урбо-органические АПЛС, состоящие в основном из щепы и «торфообразной массы», с большим количеством фосфора, со слабокислыми и

нейтральными значениями pH (Великий Новгород, Ростов Великий). Урбо-минеральные АПЛС встречаются в степной зоне, где основным строительным материалом был сырцовый кирпич и камень (Фанагория, Гермонасса, Танаис). Данные слои обогащены карбонатами и обеднены органическим веществом, с щелочной и сильнощелочной реакцией среды.

Археологи часто классифицируют АПЛС по виду антропогенной деятельности. Дж. Говард (Howard, 2017) выделяет шесть видов: земледельческие почвы - Плагген (*Plaggic*) и Претик (*Pretic*), хозяйственные АПЛС, европейские «dark earth» - слабостратифицированные темноцветные городские слои, АПЛС кладбищ и АПЛС курганов. Первые четыре вида АПЛС богаты органическим материалом в результате привноса человеком различных отходов и удобрений. Плаггиковые почвы образованы в результате регулярного поступления в обрабатываемые почвы органических материалов: смеси дерна, лесной подстилки, навоза в течении длительного периода в Средневековье вплоть до XIX в. Внесение таких материалов фактически служило органическим удобрением и позволяло повысить продуктивность малопродуктивных песчаных почв в Северной Европе и использовать их, в частности, для выращивания ржи. Почвы претик (известные также как *Terra Preta de Indio* или амазонские *Dark Earth*) являются результатом земледельческих мероприятий, направленных на повышение плодородия почв в тропическом климате Бразилии и прилегающих территорий. Они образовались между 500 годом до н. э. и 1500 годом н. э. (Eden et al., 1984; Glaser, Birk, 2012). В таких почвах присутствует мощный 30-200 см органический горизонт темного цвета – *pretic*, образованный путем добавления древесного угля и других органических отходов. Хозяйственные АПЛС представляют собой локализованные участки небольшой площади от 0,5 до нескольких га, где постоянно был привнос кухонных и очажных отходов. В профиле таких АПЛС присутствует один или несколько темных органических горизонтов, содержащих кости, фрагменты раковин, растительные остатки, уголь, золу, фрагменты керамики, каменные орудия, шлаки и др. Европейские «dark earth» – гомогенные темноокрашенные АПЛС, которые относятся к V – концу XI в. и часто содержат погребенные гумусовые горизонты. Такие АПЛС образовались под влиянием городской и сельскохозяйственной жизни человека. Более подробная информация о *dark earth* содержится в Главе 2. АПЛС кладбищ или захоронений отличаются наличием подповерхностного темно-коричневого горизонта Некрик (*necric*), образованного *in situ*, богатого органическим веществом в результате разложения погребенного тела, с набором специфических артефактов, характерных для погребальных обрядов (остатки гроба, одежды, личных вещей).

Формирование АПЛС носит зональный характер в пределах поселения. Выделение функциональных зон (жилые помещения, придомовые территории, ремесленные и сельскохозяйственные участки, мусорные ямы) и их диагностика возможны, в том числе, на основе микроморфологического анализа, т.к. каждая зона характеризуется специфическим комплексом признаков. Изучение таких специфических комплексов позволяет реконструировать хозяйственную деятельность на памятнике и является важным инструментом для интерпретации генезиса отдельных слоев в сложном стратифицированном городском АПЛС.

Для жилых поверхностей внутри помещений часто характерна слоистость, которая образовывалась по мере накопления отходов и перекрывания их строительными конструкциями, или полами (фрагменты дерева, обмазок и плит) и укрывным материалом (чаще травянистый – циновки, солома). В местах очагов встречается большое количество углей и золы, иногда обожженные фрагменты костей, обожженный минеральный материал. Один из важных вопросов, интересующих археологов, связан с определением характера воздействия высоких температур на местность и археологический материал. Для этого на микроуровне исследуют обожженные растительные и костные остатки, эрозию и трансформацию минерального материала, чтобы понять, например, пожар был *in situ*, или пирогенные признаки были привнесены в слой в результате антропогенной деятельности или природных процессов (Goldberg et al., 2009).

Обычным явлением в местах содержания скота является накопление отложений навоза внутри загонов. Некоторые археологические памятники, отличающиеся хорошей сохранностью навоза, как правило, располагаются либо в заболоченных, либо в сильно засушливых местах с благоприятными условиями для сохранности углеродсодержащих субстратов (Canti, Brochier, 2017). Однако, чаще всего наличие навоза трудно идентифицировать в полевых условиях, т.к. с течением времени количество органического вещества уменьшается в результате неблагоприятных почвенных условий, способствующих дезинтеграции органического вещества (биологическая активность, промывной водный режим, выветривание и тд.). Одним из ключевых диагностов навоза являются кальцитовые сферулиты, которые формируются в тонкой кишке животных под действием специфических видов бактерий. В частности, большие концентрации сферулитов наблюдаются у травоядных животных (Canti, 1999; Coil et al., 2003). Изучению образования, сохранности и классификации сферулитов посвящен ряд работ (Canti, 1999). Помимо кальцитовых сферулитов в слоях, обогащенных навозом, часто присутствуют массовые скопления растительных остатков с фитолитами (Canti, Brochier, 2017), фосфатно-органические и органические новообразования и иногда даже яйца гельминтов.

Новообразования фосфатов и фосфор-органических соединений появляются при разложении навоза и, взаимодействуя с минеральной компонентой, могут образовывать различные минералы в зависимости от почвенных условий (Karkanias, Goldberg 2018). Так, в анаэробных условиях образуется вивианит, а в аэробных условиях с нейтральной и щелочной pH – фосфаты кальция (Shahack-Gross et al., 2003; Milek, 2012). АПЛС загонов для скота чаще всего имеют субпараллельную микрослоистость растительных остатков и связанных с ними скоплениями фитоцитов из-за чередующихся процессов поступления навоза и его дальнейшего утаптывания животными (Milek, 2012). Исследование АПЛС загонов для скота (изучение процессов отложения и состава навоза, степени его сохранности) может дать археологическую информацию о режиме питания и условиях содержания животных, дополнить данные о функциональном зонировании памятника (Shahack-Gross et al. 2003; Shahack-Gross, 2011; Milek 2012; Chernysheva et al., 2021; Борисов и др., 2023).

Мусорные/выгребные ямы характеризуются обилием и разнообразием антропогенных микропризнаков, часто не связанных друг другом. Здесь, в одном АПЛС могут быть встречены очажно-бытовые отходы (фрагменты костей, углей, зола, яичная скорлупа, раковины, сферулиты), строительные материалы (фрагменты извести, кирпичей), ремесленные материалы (фрагменты керамики, металлический шлак, украшения).

Все ремесленные работы обычно оставляют следы на месте производства. Во время кузнечных дел происходит работа с металлами и их сплавами, при которой так или иначе на дневной поверхности могут накапливаться фрагменты изделий, шлаки и капли металла. Исследование древнего строительного материала, его компонентного состава, морфологических особенностей, дает представление о технологии производства, обработки и целях использования. Кроме этого, изучая остатки строительного материала, можно сделать вывод о типе ремесла поселения и его основных центрах на данной территории. Достаточно важным вопросом для археологов представляется изучение фрагментов керамики: определение состава материала, методов обработки, способов производства и использования изделий. Несмотря на то, что данное направление является достаточно перспективным, работ, в которых содержится микроморфологические исследования фрагментов керамики не так много (Peacock, Williams, 1986; Bronnikova et al., 2008; Orton, Hughes, 2013).

Для пашен, огородов и садов характерно наличие различных органических и минеральных удобрений. В качестве органических удобрений использовали дерн, перегной, навоз. В результате в шлифах можно наблюдать высокое содержание гумуса в составе тонкодисперсного вещества, гумусовые новообразования (например, кутаны),

кальцитовые сферулиты, фосфатные новообразования (Devos et al., 2009). Из-за искусственно созданного высокого плодородия АПЛС с/х территорий часто подвержены биотурбациям, что на микроуровне отражается в наличие копрогенной микроструктуры, кладок мезо- и микрофауны (Courty et al., 1989; Goldberg, Macphail, 2006; Devos et al., 2013; Adderley et al., 2018). Присутствие минеральных удобрений отражается в наличие фрагментов карбонатсодержащих субстратов: фрагменты известняка, скорлупа. Также в АПЛС встречается большое количество фитолитов, по диагностическим формам которых в шлифах можно определить культуры, которые выращивали на данной территории (Гольева, 2001; Piperno, 2006). Помимо внесения удобрений, с/х территории часто подвергались обработке различными видами орудий. Результат применения орудий труда также можно обнаружить и на микроуровне. Благодаря экспериментальным работам и изучению древних пахотных территорий Европы, выяснены основные микропризнаки, которые могут возникать при воздействии различных орудий на почву, таких как соха, мотыга, плуг, лопата (Gebhardt, 1999): включения микроагрегатов из других горизонтов, рыхлое сложение горизонтов или наоборот более плотное в нижней части предполагаемой плужной подошвы, гомогенизация верхних горизонтов, нарушение структуры микроагрегатов, вытянутые поры.

1.2.2. АПЛС в почвенных классификациях

Вопрос о формальном месте АПЛС в отечественных и международных почвенных классификациях, которые не предназначены специально для археологических объектов, остается нерешенным. Археологические педолитоседименты как почвенно-осадочное природно-антропогенное образование в настоящий момент не рассматриваются ни в одной почвенной классификации. Представляется очевидным, что селитебные педолитоседименты, а особенно те, которые формировались в городской среде, можно до определенной степени аналогизировать с современными почвами города. Все, что на настоящий момент можно предложить в качестве перспективы для включения археологических педолитоседиментов в почвенные классификации, это опираться при разработке их почвенной диагностики и классификации на уже имеющиеся разработки по классификации городских почв. Разработка подходов к систематике и классификации современных городских почв началась еще в 90-е годы XX века с работ М.Н. Строгановой с соавторами (Почва, город, экология, 1997), тем не менее сильно преобразованные почвы городской среды пока не были введены как отдельный тип в КиДПР (Классификация и диагностика..., 2004; Полевой определитель..., 2008). Почвы городской среды, незначительно трансформированные антропогенезом, сейчас выделяются в виде

урбистратифицированных подтипов во всех типах почв на основании наличия на поверхности наноса органо-минерального материала мощностью 5-40 см, содержащего значительное количество артефактов. В таких почвах естественный профиль сохранен и погребен под небольшим слоем материала, аккумулярованного в городской среде.

Кроме того, в КиДПР введены техногенные поверхностные образований (ТПО) – искусственные почвоподобные насыпные слои, «не являющихся результатом почвенных процессов». ТПО выведены за рамки общей классификационной системы, как непочвенные образования, не имеющие системы почвенных генетических горизонтов, и рассматриваются отдельно от почв. ТПО, состоящие из привнесенного минерального материала, предлагается называть литостратами, из материала органического происхождения – органостратами и фимостратами (*fitum* – нечистоты), из отходов промышленного происхождения – индустратами, из городских бытовых отходов – урбистратами. Среди ТПО выделена подгруппа урбиквазиземов, состоящих из смеси минерального материала с примесью органического вещества и специфических антропогенных включений в виде остатков строительных материалов, коммуникаций и пр. Хотя ТПО и не являются почвами, в них часто обнаруживаются выраженные признаки почвенных процессов и в классификации отмечено, что разделение подгруппы урбиквазиземов может далее проводиться, в том числе, по признакам проявления естественного почвообразования. По идее в действующем варианте КиДПР некоторые городские педолитоседименты вполне укладываются диагностически в подгруппу урбиквазиземов.

В КиДПР археологические педолитоседименты упоминаются как подстилающие отложения при описании квазиземов – группы недавно разработанных, выведенных за рамки классификационной системы техногенных поверхностных образований (ТПО) (Полевой определитель..., 2008), а также как один из возможных вариантов почвообразующих пород городских почв (Прокофьева и др., 2014). В представленных к обсуждению избранных разделах новой, еще не опубликованной, российской классификации и ТПО, и археологические педолитоседименты рассматриваются в разделе почвообразующих пород и субстратов (https://esoil.ru/events/newsline/soil_classification_new_version). Для АПЛС здесь дается его подробное определение по Сычева и др. (2008) и приводятся критерии полевой идентификации археологических педолитоседиментов.

В тоже время разработчики новой версии классификации справедливо отмечают, что городские почвы синлитогенны и в них одновременно с почвенными процессами продолжаются процессы аккумуляции материала (также как когда-то происходило и в

археологических педолитоседиментах, на этапе их формирования в городской среде), что в таких условиях трудно отделить почвообразующую породную толщу от подстилающей породы, а границу между городской почвой и «непочвой» трудно считать жесткой. Кроме того, представляется непоследовательным, что АПЛС может быть подстилающей породой для ТПО, при том, что сами АПЛС, сформированные в городской среде, вполне могут рассматриваться как урбиквазиземы – одна из подгрупп ТПО, а при этом в новой системе классификации рассматриваются и как почвообразующая порода для городских почв. Все вышесказанное свидетельствует о том, что пока все упоминания археологических педолитоседиментов в КиДПР никак не решают вопрос об их месте в классификации, а возникающие в связи с использованием понятия «археологические педолитоседименты» противоречия требуют отдельного внимания разработчиков классификации.

Тем не менее, попытаемся встроить мощные городские педолитоседименты, которым посвящена наша работа, в имеющуюся классификационную систему. Как обсуждалось выше, такие археологические педолитоседименты развивались при постоянном или периодическом поступлении на поверхность различных материалов. Это позволяет отнести их к стволу синлитогенных почв, в которых почвообразование протекает (или протекало, если археологические педолитоседименты находятся в погребенном состоянии) одновременно с осадконакоплением. Городские АПЛС из существующих на данный момент в российской классификации выделов наиболее близки к отделу стратоземов в стволе синлитогенных почв. Большая часть профиля этих почв отдела стратоземов (более 40 см) представляет собой стратифицированную гумусированную толщу, перекрывающую исходный почвенный или литологический субстрат. Формированию стратоземов, помимо водной и эоловой аккумуляции, может способствовать длительное искусственное поступление органических и минеральных субстратов совместно с протекающими процессами почвообразования. Таким критериям отвечают АПЛС селитебных зон, которые формируются в условиях поступления большого количества бытового и строительного мусора. Однако подходящего типа в отделе стратоземов для мощных городских педолитоседименты пока не выделено. Тем не менее разработки в этом направлении ведутся, и уже принято решение о введении в новую российскую классификацию диагностического горизонта, который позволит выделить в отделе стратоземов типы современных городских почв (Хитров, Герасимова, 2021), разработаны диагностические критерии этого горизонта и описано будущее место городских почв в таксономической системе классификации почв России (Прокофьева и др., 2014; Русаков и др., 2024).

Согласно этим новым разработкам, новый диагностический горизонт *урбик* UR представляет собой синлитогенный поверхностный горизонт, который постепенно образуется за счет привнесения различных субстратов на дневную поверхность в условиях городских и сельских поселений. Горизонт *урбик* имеет серовато-бурые тона окраски, содержит более 10% артефактов преимущественно в виде строительного и бытового мусора, имеет мощность больше 5 см, если он подстилается срезанными природными субстратами или техногенными отложениями, или не меньше 40 см, если он подстилается естественными почвами. Если опираться на разработанные сейчас для урбика набор диагностических критериев, верхние горизонты городских педолитоседиментов (экспонированные, или погребенные) можно относить к (палео-)урбикам. Соответственно, городские педолитоседименты в перспективе могут быть классифицированы также как современные городские почвы.

Помимо горизонта *урбик*, для городских почв предлагается вводить также диагностические горизонты для слоев техногенных материалов различного состава, постоянно аккумулируемого человеком в городской среде, и в тоже время, прорабатываемого почвенными процессами. Из предлагаемых для городских почв дополнительных диагностических горизонтов для городских педолитоседиментов релевантны техногенные горизонты (ТСН) – слабо проработанные процессами почвообразования техногенные отложения, представляющие собой содержащий антропогенные включения твердофазный насыпной субстрат – «естественные грунты, измененные и перемещенные в результате производственной и хозяйственной деятельности человека», и антропогенные образования любого цвета, гранулометрического состава, созданный (модифицированный) хозяйственной деятельностью человека (ГОСТ 25100-2020), «в большей или меньшей мере преобразованным процессами почвообразования (миграция растворов, проработка мезофауной, развитие микробиоты, участие в биологическом круговороте). В таких формулировках остается неясным, как диагностический горизонт ТСН отличается от ТПО, которые тоже могут иметь признаки процессов почвообразования, как отмечено сейчас в КиДПР. Тем не менее в рамках приведенной формулировки фактически все подповерхностные слои мощных городских АПЛС могут рассматриваться как ТСН, а поверхностные как *урбик*, или городской горизонт UR. Тогда городские педолитоседименты могут быть классифицированы как (палео)урбостратоземы, или (палео)урбаноземы техногенные (Прокофьева и др., 2014, табл. 3).

В Мировой реферативной базе почвенных ресурсов (World Reference Base for Soil Resources, 2022) выделено две реферативных группы антропогенных почв: Антросоли

(Anthrosols) – почвы преобразованные длительными интенсивным антропогенезом и Техносоли (Technosols) – почвы, содержащие большое количество разнообразных артефактов, определяемых в WRB как материалы, созданные, измененные или извлеченные человеком (подробное определение и диагностические критерии приведены на стр. 85). Наличие археологического материала введено в международную классификацию на третьем иерархическом уровне как дополнительный квалификатор, выделяемый только для Техносолей. Квалификатор Archaic (ah) применяется к горизонту, содержащему $\geq 20\%$ по объему артефактов, из которых $\geq 50\%$ являются продуктами доиндустриальной деятельности (например, керамика). Таким образом, многие городские АПЛС могут быть классифицированы как Technosols (Archaic). Мощные городские культурные слои, такие, как рассматриваются в данной работе, классифицируются в системе WRB как Urbic Technosols (Archaic).

Те АПЛС, которые сформировались в результате интенсивной аграрной практики с длительным внесением органических удобрений (аналоги почв *плагген* или *претик*), относятся к группе Антросоли (Anthrosols) при наличии соответствующих диагностических горизонтов (plaggic, pretic, hortie).

Несмотря на наличие в классификациях таксонов и критериев, теоретически применимых к АПЛС, их прямое использование затруднено из-за пока не разрешенных противоречий в систематике и классификации городских почв и ТПО, а также из-за высокой гетерогенности, латеральной изменчивости и специфики формирования археологических объектов. Существующие системы служат источником диагностических понятий и принципов для описания АПЛС, но не готовой схемой для их таксономии. В контексте данного исследования, посвященного мощным минеральным и органоминеральным городским АПЛС, наиболее подходящими являются концепции городских педолитоседиментов (Долгих, 2010).

1.3. Микроморфологический метод изучения АПЛС

Микроморфология – это метод изучения ненарушенных образцов почв и рыхлых отложений с помощью микроскопических и ультрамикроскопических методов для идентификации их различных компонентов и элементов строения и определения их взаимосвязей в пространстве и времени (Stoops, 2020). Основная задача микроморфологических исследований – реконструкция процессов, их условий формирования и последовательности.

Появление почвенной микроморфологии (микрочвоведения) связано с исследованиями австрийского почвовед-генетика Вальтера Кубиены, который в 1938 г. опубликовал монографию, где показал основные принципы и подходы микроморфологии, привел первую классификацию компонентов микростроения (Kubiena, 1938). Работа В. Кубиены обосновала выделение микроморфологии в самостоятельный раздел почвоведения, а также стала основой для ее дальнейшего, более глубокого теоретического и практического развития. В последующие годы происходило стремительное развитие теоретических и практических аспектов почвенной микроморфологии, ее терминологического и методологического аппаратов; метод активно применялся для изучения генезиса и морфологии почв и почвенных микрокомпонентов, развития и изменения почв во времени вслед за природными или антропогенными изменениями среды (Морозова, 1962; Brewer, 1964; Парфенова, Ярилова, 1977; Bullock et al., 1985; Bronger, Heinkele, 1989; Douglas, 1990; Герасимова и др., 1992; FitzPatrick, 1993; Stoops et al., 2018; Stoops, 2020 и др.).

Прикладная археологическая микроморфология наследует терминологический аппарат и систему описания микростроения от микроморфологии почв. Археологическая микроморфология – метод микроскопического исследования ненарушенных образцов АПЛС и антропогенных материалов, преимущественно, в шлифах под поляризационным микроскопом. Результатом деятельности человека в разных может быть не только создание предметов и объектов материальной культуры, но и изменение окружающей среды, отражающееся в трансформации ландшафтов, загрязнении компонентов природной среды бытовыми и производственными отходами, изменении строения, химических и физико-химических свойств почв и отложений. Определить характер и степень антропогенной нагрузки позволяет микроморфология. Микроморфологические исследования вносят существенный вклад в понимание природных и антропогенных процессов формирования археологических педолитоседиментов: их сущности и интенсивности, динамики и последовательности (Courty et. al., 1989).

Почвенная микроморфология начала использоваться в археологии в 1950-1960 гг. Впервые метод к археологическим отложениям применил И.Корнуолл из Института Археологии, Лондонского университета (Goldberg, Macphail, 2006). Его исследования в основном были направлены на реконструкцию локальных палеоэкологических условий среды обитания древних людей. Также с помощью микроморфологического метода он изучал и некоторые антропогенные признаки. В 1958 году Корнуолл выпустил руководство для археологов, в котором содержалось подробное описание процесса пробоотбора и изготовления шлифов, а также приведены преимущества использования почвенной

микроморфологии в описании дневных и погребенных почв на территории археологических памятников (Cornwall, 1958). С публикации Корнуолла начинается активное развитие и распространение микроморфологического метода в археологической среде, особенно в Западной Европе.

Систематическое использование микроморфологии в археологии началось с конца 1970-х годов: в Израиле и США Полом Голдбергом (с 1979 г.) и в Великобритании Ричардом Макфейлом (с 1981 г.) (Stoops et al., 2018). В 1989 году Мари-Агнес Курти в соавторстве с Голдбергом и Макфейлом опубликовали первую работу, обобщившую в себе все накопленные результаты по археологической микроморфологии (Courty et al., 1989). Монография содержит в себе не только технические аспекты пробоотбора и изготовления шлифов, но и базовые принципы описания и интерпретации некоторых природных и антропогенных признаков и процессов. Данная работа подняла микроморфологию на новую ступень и оказала значительное влияние на расширение применения этого метода в археологии.

В большом количестве геоархеологических работ показано, что полевых методов недостаточно для понимания генезиса АПЛС из-за их сложной стратиграфии и полигенетической природы. Микроморфологический анализ позволяет получить информацию о процессах формирования АПЛС, что важно для реконструкции антропогенной деятельности и палеоэкологических условий, и о процессах трансформации после снятия антропогенной нагрузки, что важно для диагностики изменения условий среды и определения степени сохранности артефактов. Память о процессах и условиях формирования и трансформации заложена в микростроении АПЛС.

Микроморфологические исследования вносят вклад в решение двух блоков задач (Courty et al., 1989; Bronnikova et al., 2016; Nicosia, Stoops, 2017; Stoops et al., 2018):

1. Археологический: реконструкция антропогенной деятельности, функциональное зонирование территории, определение антропогенной нагрузки на территорию;
2. Природный: реконструкция климатических условий, растительного покрова, диагностика диагенетических процессов, влияющих на сохранность артефактов.

На данный момент имеется большое количество зарубежных исследований, в которых рассматривается микростроение археологических педолитоседиментов и их микропризнаков. Количество публикаций по данной тематике заметно увеличивается с каждым годом. Как правило, основной целью таких исследований является реконструкция антропогенной деятельности на памятнике или процессов формирования определенных стратиграфических и планиграфических элементов археологических педолитоседиментов (Romans, Robertson, 1983; Macphail et al., 1990; Watez et al. 1990; Goldberg, Macphail, 2006;

Angelucci et al. 2009 и др.). Следует отдельно упомянуть о работе, опубликованной в 2017 году – узко специализированная монография по археологической микроморфологии под редакцией Ступса и Никосии (Nicosia, Stoops, 2017). В данной работе приведена детальная характеристика и интерпретация антропогенных признаков, встречаемых в археологических педолитоседиментах. Набор описанных признаков достаточно широкий: от антропогенных артефактов в виде яичной скорлупы, керамики и строительных материалов до признаков, встречающихся в почвах и отложениях, подверженных антропогенному пирогенному воздействию.

При изучении археологических памятников важно иметь представление об условиях природной среды в прошлом, поскольку всегда существует связь между поселением, его положением в ландшафте, природными ресурсами и климатом. Реконструкции климата, ландшафта, гидрологического режима, состава растительных сообществ помогают не только получить информацию о прошлом географическом контексте, но и понять как среда обитания влияла на людей прошлого, системы жизнеобеспечения и хозяйствования, на культурные процессы в целом. Существует большое количество работ, посвященных данному вопросу, в которых палеогеографическая реконструкция проводится по совокупности идентифицированных в АПЛС природных признаков и процессов на памятниках разного возраста, в разных природных условиях (Goldberg, 1979; Macphail, 1981; Courty et al., 1985; и др.).

Также есть работы, в которых акцентируется внимание на реконструкции одного из палеоэкологических условий по какому-то определенному признаку, а не всего комплекса. Например, изучение морфологии и генезиса аккумуляций карбонатов и гипса дает представление о гидрологическом режиме на территории памятника (Хохлова, 2007; Хохлова и др., 2015). Исследование фитоцитов растений в составе археологических педолитоседиментов помогает в восстановлении палеоботанического состава растительных сообществ и возможной интерпретации использования растений человеком (Golyeva et al., 2017).

Начиная с конца XX века, количество публикаций по археологической микроморфологии существенно возросло. Объекты варьируются от отложений пещер (Courty, 1989) до АПЛС древних городов (Bronnikova et al., 2003; Бронникова и др., 2014; Mazurek et al., 2016; и др.) и непосредственно самих артефактов (строительные материалы, керамика) (Bronnikova et al., 2008; Orton, Hughes, 2013). Исследования археологических памятников относятся к совершенно разным историческим периодам: от палеолитических стоянок (Karkanias et al., 2007; Schilt et al., 2017) до городов и поселений Нового Времени (Прокофьева и др., 2001; Прокофьева, Попутников, 2010; Valbo et al., 2010). Географический

диапазон охватывает почти все природные зоны – от тропиков (Sulas et al., 2017) до тундры (Todisco, Bhiry, 2008; Macphail et al., 2013).

Большинство опубликованных микроморфологических работ нацелено на выявление и интерпретацию антропогенных и природных признаков и процессов для реконструкции региональных палеогеографических условий и хозяйственной деятельности древних людей. Существуют работы, в которых изучение микропризнаков АПЛС археологических памятников или городских почв, содержащих археологические педолитоседименты, проводится для выявления процессов седиментации и трансформации в различных условиях среды и сравнения их с процессами, протекающими в природных фоновых почвах. В работах Т.В. Прокофьевой с соавторами (2001, 2010) сравнивались свойства городских почв приусадебных парков и жилых кварталов Москвы с фоновыми дерново-подзолистыми почвами. Авторы пришли к выводу, что свойства, а следовательно, процессы образования городских почв сильно отличаются от процессов образования фоновых почв: более темная окраска из-за большого количества поступающих органических субстратов, новообразования минералов, нехарактерные для дерново-подзолистых почв (вивианит, карбонаты), на фоне процессов оглеения, уплотнение. Одними из первых авторы разделили городские почвы на типы по степени антропогенной трансформации по сравнению с фоновыми почвами (Прокофьева, Попутников, 2010).

Однако, несмотря на большое количество микроморфологических исследований археологических педолитоседиментов и микропризнаков, а также существовании нескольких археологических атласов, практически отсутствуют работы, в которых рассматривается полный набор антропогенных и природных микропризнаков характерных для археологических педолитоседиментов, в контексте процессов их формирования. Также мало работ, в которых рассматриваются фундаментальные вопросы почвенных процессов в АПЛС. В тоже время, микроморфологический метод является одним из наиболее перспективных для понимания процессов формирования и трансформации АПЛС и закономерностей, связанных с развитием и сменой этих процессов во времени и пространстве. Еще Кубиена отмечал, что ни один другой метод, кроме микроморфологического, не дает таких возможностей для детального исследования почвенного полигенеза (Kubiiena, 1938). Несмотря на то, что со времен Кубиены в исследования прошлого геосистем и человеческих обществ пришло много высокотехнологичных современных методов, микроморфология по-прежнему предлагает уникальные возможности для понимания процессов формирования АПЛС. Первым преимуществом является перспективный и современный холистический архитектурный подход: почвы и почвоподобные тела исследуются в ненарушенном строении, что помогает

понять закономерности пространственной неоднородности объектов, в том числе на микроуровне (Wilding, Lin, 2006; Таргульян, 2019). Еще более холистическое понимание сложных полигенетических объектов дает иерархический подход: последовательные морфологические исследования на макро-, мезо-, микро- и субмикро уровнях организации почв и почвоподобных тел (Таргульян, 2019). Именно такой иерархический подход использован в данной работе.

Важной особенностью АПЛС является их высокая вертикальная и латеральная неоднородность, отражающая пространственно-временную вариативность условий и формирующих их процессов. Эта особенность ведет к осреднению информации, получаемой традиционными разрушающими методами. Микроморфологические исследования в ненарушенных образцах позволяют на разных уровнях организации, в том числе на микроуровне, исследовать вертикальную стратиграфическую и латеральную планиграфическую неоднородность слоев реконструировать процессы и условия, которые записаны в этой неоднородности.

В микроморфологическом строении АПЛС: в составе скелета и тонкодисперсного вещества, их оптических характеристиках, в микроструктурах, наборе и внутренней морфологии новообразований напрямую записаны процессы и условия формирования археологических педолитоседиментов. Многие из признаков микростроения консервативны, хорошо сохраняются во времени, в том числе после захоронения, другие могут частично разрушаться и/или трансформироваться, а последовательные стадии процесса могут быть диагностированы микроморфологически. Работа с ненарушенными образцами, особенно при высоких разрешениях в шлифах, предоставляет редкую возможность не только говорить о наборе процессов, формировавших тот или иной слой, но также позволяет реконструировать последовательности этих процессов, опираясь на пространственные взаимоотношения их признаков в шлифе.

Еще одно преимущество микроморфологического метода – возможность диагностики слабо выраженных, эфемерных процессов (Stoops et al., 2018). Синлитогенное происхождение АПЛС, часто выражается в быстром накоплении материала, росте вверх толщи, быстром захоронении слоев, отражающих предыдущие этапы формирования отложений. Это приводит к тому, что микростроение слоев каждого стратиграфического уровня часто отражает недолго действовавшие процессы, которые в силу короткого времени не успевают сильно трансформировать состав и свойства слоя. Потому аналитическая диагностика таких процессов часто затруднительна. Однако на микроуровне они записаны и легко могут быть реконструированы по микропризнакам.

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

Городские педолитоседименты представляет собой специфическую категорию антропогенных отложений, формирующихся на территориях долговременных поселений с высокой плотностью застройки и интенсивной хозяйственной деятельностью (Долгих, 2010; Александровский и др., 2015). В отличие от слоев кратковременных стоянок или сельских поселений, городские АПЛС характеризуется значительной мощностью (от 1-2 до 10-12 м), высокой степенью гетерогенности, сложной стратиграфией и наличием большого количества артефактов в минеральном или органоминеральном заполнителе (Александровский, Александровская, 2007; Butzer, 2008; Долгих, 2010). Территории древних городов в наибольшей степени преобразованы человеком и заметно отличаются от окружающих природных ландшафтов (Зазовская, 2013; Golyeva et al., 2016). Городской ландшафт является результатом отложения разнородных материалов, используемых в строительстве, ремесленном производстве, бытовых нуждах и последующей постседиментационной трансформации этих отложений (Borderie et al., 2015). Изучение АПЛС городов позволяет понять эволюцию городского ландшафта, оценить степень загрязнения почв и изменений, вызванных деятельностью человека, проследить взаимосвязь человека с окружающей средой, а также реконструировать хозяйственную деятельность.

С учетом накопленного материала по исследованию городских АПЛС можно выделить следующие диагностические признаки (Гольева, Зазовская, 2008; Долгих, 2010; Борисов и др., 2013; Зазовская, 2013; Александровский, 2018; Борисов, Федотов, 2018; Karkanias, Goldberg, 2018): большая мощность напластований, наличие большого количества и высокое разнообразие артефактов (керамика, кости, строительный и бытовой мусор), специфический химический состав (обогащение органическим углеродом, фосфором, азотом, карбонатами кальция, тяжелыми металлами), измененные физические свойства (плотность, порозность), сложная стратиграфия и планиграфия (частое вертикальное и латеральное чередование разнородных слоев), наличие погребенных почв в профиле, специфические новообразования (фосфатные, карбонатные, сульфатные, сульфидные).

Подходы к изучению городских АПЛС в России и за рубежом имеют существенные различия, обусловленные разными научными школами. В отечественной науке городские АПЛС долгое время изучались в рамках археологических исследований. Работы по стратиграфии древнерусских городов (Москва, Великий Новгород, Ярославль, Старая

Ладога) дали детальные описания напластований, но их естественнонаучный анализ долгое время оставался эпизодическим. С развитием естественнонаучных методов в археологии городские АПЛС стали пониматься как природно-антропогенное тело, формирующееся в результате сложного взаимодействия антропогенных и природных седиментационных процессов, а также процессов почвообразования (Сычева и др., 2008; Глазовская, 2009; Зазовская, 2013). Системное внедрение почвенно-геохимических и микроморфологических методов началось в 1990-2000-х гг. (Александровский и др., 1997; Демкин, 1997; Дергачева, 1997; Сычева и др., 2004). Ключевой вклад внесли работы А.Л. Александровского и Е.И. Александровской, которые на примере древнерусских городов показали, что археологические педолитоседименты обладают устойчивыми химическими и морфологическими признаками, отличающими их от фоновых почв. Ими были реконструированы этапы антропогенной нагрузки на территории древнерусских городов и показано, что археологические педолитоседименты являются информативными палеоэкологическими архивами (Александровский, Александровская, 2007; Alexandrovskiy et al., 2012). А.А. Гольева (2008) разработала методы биоморфного анализа для реконструкции хозяйственного использования городских территорий. Т.В. Прокофьева с соавторами (2001, 2010, 2011, 2014) провела детальные исследования морфологии и химических свойств городских почв, включая территории с погребенными археологическими педолитоседиментами. Ею была предложена классификация урбиквазиземов и урбостратоземов, формально близких к археологическим АПЛС. А.В. Долгих (2010, 2011) выполнил морфологический и геохимический анализ археологических педолитоседиментов Великого Новгорода, Ростова Великого, Ярославля, показав их связь с особенностями строительных материалов и гидроморфизма. Э.П. Зазовская и соавторы (Zazovskaya et al., 2017) подробно описали возможности датирования АПЛС.

В западной традиции изучение городских АПЛС развивалось с применением геархеологических методов, особенно микроморфологии. Ключевой особенностью стало определение археологических педолитоседиментов как осадочного тела, формирование которого подчиняется законам седиментологии и постседиментационных изменений (Karkanias, Goldberg, 2018). основополагающие работы М.-А. Курти, Р. Макфейла, П. Голдберга заложили методологию микроморфологического анализа археологических отложений, позволяющую диагностировать антропогенные процессы (строительство, утаптывание, сжигание, аккумуляция отходов и тд.) на микроуровне (Courty et al., 1989; Goldberg, Macphail, 2006; Macphail, Goldberg, 2018). Активно разрабатываются геохимические методы пространственного анализа культурных слоев (Entwistle et al., 2007; Wilson et al., 2008).

2.1. Географические закономерности формирования АПЛС

Формирование АПЛС поселений зависит от двух групп факторов: культурно-исторических (тип застройки, строительные материалы, хозяйственные традиции, плотность населения, продолжительность обживания) и природно-климатических (температурный режим, количество осадков, глубина промерзания, характер грунтов, гидрологический режим). Их взаимодействие определяет мощность, вещественный состав, стратиграфию и сохранность культурных напластований.

На данный момент опубликовано несколько работ, в которых учитывается географический аспект при сравнении АПЛС и фоновых почв. Так, в диссертационной работе А.В. Долгих (2010) и в статье Александровского и соавторов (Alexandrovskiy et al., 2012) рассматриваются мощные городские АПЛС, исследованные с помощью комплекса физико-химических методов, расположенные в разных природных зонах (лесная и степная зоны). В обеих работах авторы пришли к выводу, что АПЛС, расположенные в разных географических условиях, отличаются друг от друга по свойствам и по преобладающему материалу заполнителя. В лесной зоне АПЛС характеризуются высоким содержанием органического вещества, поступающего с древесиной при строительстве и навозом при с/х хозяйстве, которое плохо разлагается в нижней части профилей из-за переувлажнения. В степной зоне в АПЛС преобладает минеральный материал, который поступает в виде глинобитных строительных материалов. Однако в процессе активного антропогенного поступления веществ эти исходные различия частично нивелируются: независимо от природной зоны АПЛС приобретают сходные черты – карбонатность, подщелачивание, высокое содержание фосфора и тяжелых металлов, что отличает их от зональных фоновых почв. А.В. Долгих в диссертационной работе (2010) называет это явление конвергентным развитием АПЛС в ходе урбанизации, связывая его с тем, что на поздних этапах существования поселений состав поступающего антропогенного материала (строительного мусора, бытовых отходов) становится сходным в разных природных зонах. А.Л. Александровский с соавторами (Alexandrovskiy et al., 2012), соглашаясь с наличием общих черт у АПЛС разных зон, дополнительно подчеркивают стабильность этих свойств после снятия антропогенной нагрузки: как в экспонированном, так и в погребенном состоянии АПЛС сохраняют свои диагностические признаки и слабо трансформируются последующими почвенными процессами.

В работе А.А. Гольевой с соавторами (Golyeva et al., 2016) также проводится сравнение экспонированных (не погребенных, находящихся на дневной поверхности) АПЛС двух археологических памятников раннежелезного и бронзового века и фоновых

почв, расположенных в зоне смешанных лесов (Московская область) и пустыни (республика Калмыкия). В данном исследовании авторы изучали постантропогенную трансформацию уже сформированных АПЛС – то есть процессы их преобразования под действием современных природных факторов после прекращения антропогенной деятельности. С помощью комплекса физико-химических анализов авторы пришли к выводу, что экспонированные слои обоих памятников, несмотря на изначально сходные антропогенные признаки, со временем начинают утрачивать эти черты и приобретать свойства, характерные для зональных почв. При чем скорость трансформации АПЛС в зональные почвы в гумидном климате быстрее, чем в аридном. Таким образом, если А.В. Долгих и А.А. Александровский фиксируют конвергенцию свойств АПЛС в процессе их формирования (сближение характеристик под действием антропогенного фактора), то А.А. Гольева с соавторами показывают последующую дивергенцию АПЛС после снятия нагрузки – их возвращение к зональным закономерностям под влиянием естественного педогенеза. Однако следует отметить, что в работе А.А. Гольевой с соавторами основное внимание уделено физико-химическим свойствам АПЛС и фоновых почв, а морфологическое исследование используется ограниченно при полевом описании на макроуровне.

Практически нет работ, в которых при исследовании АПЛС, расположенных в разных природных зонах, учитываются морфологические (в частности, микроморфологические) особенности строения слоев. В диссертационной работе Э.П. Зазовской (2013) проведен сравнительный анализ АПЛС крупных раннесредневековых археологических памятников – Гнездово (подзона южной тайги), Лавское (зона лесостепи), поселение-крепость «Горное Эхо» (предгорья Северного Кавказа) и природных фоновых почв, где микроморфология использовалась как один из методов наряду с физико-химическими анализами, радиоуглеродным датированием и изотопным анализом. Автор сделал вывод, что АПЛС разных природных зон имеют схожие между собой признаки и больше имеют общих черт с урбаногемами городских территорий, чем с зональными почвами. При чем наибольшие различия АПЛС и фоновых почв наблюдаются в лесной зоне. В данной работе акцент сделан на изучении именно органического вещества АПЛС и степени преобразованности природных почв антропогенными процессами в прошлом.

В 2022 году вышла статья М.А. Бронниковой и соавторов (Bronnikova et al., 2022), где впервые приведено сравнение зонального ряда микроморфологических признаков раннесредневековых археологических памятников лесной зоны, зоны лесостепи и зоны пустынь. Авторы выявили географические закономерности проявления природных микропризнаков в АПЛС, характерные для каждой природной зоны. При этом набор

микропризнаков в АПЛС каждого из памятников отличается от набора микропризнаков в зональных почвах. Также был выявлен ряд общих антропогенных микропризнаков, характерных для всех памятников, не зависимо от географического положения, и связанных со схожим антропогенным воздействием на территорию.

Таким образом, существующие работы по сравнению АПЛС археологических памятников, расположенных в разных природных зонах, показывают сходство АПЛС между собой в определенном наборе физико-химических свойств и морфологическом строении и отличие их от зональных фоновых почв. Однако, на данный момент опубликована лишь одна работа, по географическим закономерностям микростроения АПЛС (Bronnikova et al., 2022).

2.2. «Dark earth» и «мокрые» АПЛС

Среди большого разнообразия городских АПЛС выделяется тип с характерными чертами, называемый *dark earth* (Великобритания), *terres noires* (Бельгия, Франция) или *Terra Preta de Indio* (Бразилия). Традиционно *dark earth* определялись как мощные темноокрашенные (7.5 YR 5/1 - 10 YR 2/1 по шкале Манселла), гомогенные городские отложения, датирующиеся IV-XI вв. Обычно такие АПЛС имеют мощность 0,4-0,8 м, но встречается и более мощные профили (Courty et al., 1989; Macphail et al., 2003). Большая часть их отмечена на территории северо-западной Европы. Они залегают между античными слоями (до IV в.) и средневековыми (после XI в.) (Courty et al., 1989; Macphail, 1994; Macphail et al., 2003; Nicosia, Devos, 2014). В настоящее время данный термин носит собирательный характер и используется в городской археологии для обозначения плотных, темных, гумусированных, однородных отложений, богатых антропогенными материалами (древесный уголь, керамика, кирпич, кости, строительные растворы и т.д.), независимо от возраста, географического положения и связанной с ними антропогенной деятельности (Macphail et al., 2003; Devos et al., 2017).

Первые упоминания *dark earth* известны еще с конца XIX в. В записках некоторых исследователей и путешественников по Бразилии присутствуют описания темных земель в Амазонии, которые получили название *Terra Preta de Indio* (Hilbert, Soentgen, 2022). Происхождение темноокрашенных гомогенных отложений первоначально связывали с озерным осадконакоплением и периодическими наводнениями. Однако этнолог Курт Ункель впервые выдвинул версию, что *Terra Preta* имеют антропогенное происхождение и приурочены к археологическим памятникам, поскольку в материале встречается большое количество фрагментов керамики (Falesi, 1974). Детальное изучение *Terra Preta* началось

только в 1960-е годы. Позже было доказано, что темный цвет и высокое плодородие обусловлены добавлением древними народами Амазонии древесного угля в почву для повышения урожайности (Hilbert, Soentgen, 2022).

В Европе *dark earth* стали более детально изучаться с 1980-х годов. Первоначально данный термин связывали с периодом «Темных веков» в средневековой Европе, а происхождение таких АПЛС объясняли накоплением материала в результате запустения и разрушения города. Данная концепция позволяла сделать вывод, что для таких городов характерно отсутствие активной человеческой деятельности, т.е. это были либо слаборазвитые города, либо города в упадке после нападений соседей или природных катаклизмов (Borderie et al., 2015). Также существовало мнение, что темная земля, например в Лондоне, может являться паводковыми отложениями в результате разлива реки Темзы (Macphail, 1981).

Начиная с 1990-х годов стали появляться работы, полностью переворачивающие концепцию происхождения *dark earth* (Yule, 1990; Macphail, 1994). Так, исследования *dark earth* в Лондоне показали, что существенное влияние на их формирование оказало внесение органических удобрений. Северный Лондон и прилегающие территории подстилаются лондонскими глинами, которые непригодны для сельского хозяйства из-за высокого потенциала набухания-усадки, высокой плотности и большого количества окаменелостей (Paul, 2016). Соответственно, фермеры удобряли эти земли, внося большое количество органических отходов (навоз, содержимое уборных). В раннем средневековье было распространено строительство домов с соломенной крышей, покрытой дерном. После зимы закопченные крыши заменялись на новые, а старый дерн разбрасывали на полях в качестве удобрения (Howard, 2017). Также было показано, что АПЛС имеют внутрипрофильную дифференциацию по цвету. Темная окраска обусловлена присутствием большого количества древесного угля, сожженных растительных остатков и другого органического материала, в результате чего *dark earth* характеризуются высоким содержанием органического вещества и фосфора, а также высоким соотношением C:N. Кажущаяся гомогенность слоев обусловлена одновременным активным протеканием процессов осадконакопления и биотурбации. Более темные или более светлые пятна в толще *dark earth* могут быть следами строительных конструкций (столбовые ямы, очаги, полы) (Nicosia et al., 2012). Также не смотря на схожий внешний облик *dark earth*, их физические и химические характеристики могут варьироваться не только от города к городу, но и в пределах одной территории. В частности, на это оказывает влияние локальная геохимическая обстановка (Devos et al., 2017). Таким образом, *dark earth* являются результатом сложного сочетания процессов накопления и трансформации, связанных с

использованием пространства человеком и природой распространенных высокоуглеродных органических и органоминеральных материалов (Devos et al., 2009).

Для изучения *dark earth* применялись различные геоархеологические методы: спорово-пыльцевой и фитолитный анализ, анализ малакофауны, методы археозоологии и паразитологии, геохимический и геофизический анализ (Borderie et al., 2015). Микроморфологический метод стал применяться для исследования *dark earth* с начала 1980-х годов в Великобритании (Macphail, 1981; Courty et al., 1989) и с 1990-х годов во Франции (Gebhardt, 1997). Данный метод помог выявить внутреннюю микростратиграфию, связанную с неоднородностью материала, и показал, что *dark earth* на самом деле не всегда представлены гомогенными толщами. Междисциплинарный подход, сочетающий микроморфологию с другими геоархеологическими методами, позволил выявить процессы седиментации и провести реконструкцию антропогенной деятельности с дальнейшим определением функциональности отдельных территорий (Borderie et al., 2015).

В российской науке прямого аналога термина *dark earth* нет, однако мощные темноцветные городские слои хорошо известны по раскопкам древнерусских городов лесной зоны Восточно-Европейской равнины, особенно в условиях высокого переувлажнения – так называемые «мокрые» культурные слои. Эти отложения формируются в условиях близкого залегания грунтовых вод, что создает анаэробную обстановку и замедляет процессы биохимического окисления и микробиологического разложения органического вещества. В результате в них практически в неизменном виде консервируются дерево, кожа, береста, ткани и другие органические артефакты, что делает такие памятники уникальными для реконструкции как материальной культуры, так и палеоэкологической обстановки (Долгих, Александровский, 2010).

Классическим примером является Великий Новгород, где благодаря гумидному климату, слабой дренированности территории из-за плоского рельефа, ведущими к высокому уровню грунтовых вод (около 2 м), и слабокислой среде в толще археологических педолитоседиментов законсервировались многочисленные органические материалы. Мощная органогенная толща «мокрого» слоя Великого Новгорода представляет собой сложное чередование щепы (остатки деревянных мостовых, настилов и конструкций), навоза, пищевых отходов и строительного мусора, переработанную процессами гумификации и оглеения (Долгих, 2010; Долгих, Александровский, 2018; Александровский, 2018). Для него характерно наличие неразложившихся растительных тканей, аморфного органического вещества, фосфатов двухвалентного железа – вивианита (Долгих, 2010).

Помимо Великого Новгорода, «мокрые» АПЛС, обладающие высокой сохранностью органических материалов, изучены и в других городах лесной зоны: Старая Ладога, Псков,

Москва, Ростов Великий, Ярославль. АПЛС Старой Ладogi имеет мощность 2,5-4 м: нижняя часть находится в зоне постоянного водонасыщения и представляет собой торфяную массу с содержанием органического вещества более 50%; верхняя часть, расположенная выше уровня грунтовых вод, подвержена разложению и гумификации органического вещества с формированием органоминерального горизонта. Геохимические исследования выявили обогащение археологических педолитоседиментов фосфором, кальцием, серой, медью и цинком (Александровская, Александровский, 2000). Археологические педолитоседименты Пскова мощностью до 8 метров также формировались в условиях высокого увлажнения, особенно в нижних горизонтах. В них хорошо сохранились деревянные мостовые и другие органические артефакты, что позволило детально проследить развитие городской инфраструктуры и ремесел (Яковлева, Кулакова, 2015). АПЛС центральной части Москвы (Кремль, Зарядье) имеет мощность от 2-3 м до 5-6 м и характеризуется щелочной реакцией среды, высокой карбонатностью, повышенным содержанием фосфора и тяжелых металлов (свинец, медь, цинк, мышьяк), обогащен органическим веществом и каменным строительным материалом. Нижние слои влажные и хорошо сохраняют дерево и другие органические остатки (Alexandrovskaya, Alexandrovskiy, 2000). Археологические педолитоседименты Ярославля имеют мощность до 2,5 м и были значительно нарушены антропогенной деятельностью в XVIII-XX вв. Здесь наиболее детально изучены серии разновозрастных культурных напластований, что позволило реконструировать влияние климатических ритмов на их свойства. Геохимический исследования также показали повышенные концентрации фосфора, кальция и тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb) (Гольева и др., 2025).

Таким образом, западноевропейские *dark earth* и «мокрые» АПЛС древнерусских городов имеют принципиально разные условия формирования при внешней морфологической схожести (темная окраска, высокая гумусированность, значительная мощность). *Dark earth* формируются в аэробных условиях и их гомогенный облик является результатом активной биотурбации, а высокое плодородие – следствием антропогенного обогащения органическим материалом (навоз и древесный уголь). «Мокрый» АПЛС, напротив, консервируются в анаэробных условиях при высоком уровне грунтовых вод, что обеспечивает уникальную сохранность органических материалов, но не приводит к формированию однородного гумусированного профиля. Несмотря на различия в генезисе, оба типа АПЛС являются мощными антропогенно-преобразованными толщами, сформировавшимися не только в результате активной хозяйственной деятельности человека, но и под влиянием природных (в том числе гидрологических) условий.

2.3. Городские АПЛС аридных регионов

Принципиально иной тип городских АПЛС формируется в условиях аридного климата с дефицитом атмосферных осадков, высокой испаряемостью и преобладанием минерального субстрата. Основным строительным материалом в аридных регионах – сырцовый кирпич (пахса, саман) из суглинков. Разрушение необожженных кирпичных стен и перекрытий в условиях сухого климата не приводит к быстрой деструкции: материал осыпается и накапливается, формируя мощные (10-12 м и более) минеральные археологические педолитоседименты с высоким содержанием карбонатов и низким, по сравнению с объемом поступающего органического вещества, содержанием органического углерода. Органические артефакты (дерево, кость, ткани) сохраняются здесь только в исключительных случаях – например, в условиях резкого дефицита влаги, при консервации солями, в высокогорных условиях или в других случаях, когда подавлена микробиологическая активность. Классическими регионами исследования таких АПЛС являются Средняя Азия (Узбекистан, Таджикистан, Туркменистан, Казахстан), Иран, Турция. Однако специализированных работ по морфологии и свойствам городских АПЛС аридных регионов достаточно мало. Наиболее комплексно и с привлечением широкого спектра естественнонаучных методов среди аридных памятников Средней Азии и Казахстана изучен АПЛС городища Джанкент. Это городище является одним из объектов данной диссертационной работы.

В Таджикистане имеются данные по изучению АПЛС средневековых городищ Пенджикент и Хисорак. АПЛС городища Пенджикент (V-VIII вв.) мощностью до 8-10 м и городища Хисорак представлены чередованием суглинистых строительных горизонтов, прослоев золы, навоза и хозяйственных отходов (Лурье, 2012). На городище Хисорак отмечена хорошая сохранность органических материалов (деревянные перекрытия, солома, текстиль, войлок), что связано с замедленной биодеструкцией, в частности, с низкой численностью микробиоты и, особенно, целлюлозолитических организмов, в условиях прохладного аридного климата, низкой влагообеспеченностью и легким гранулометрическим составом грунтов. Химические исследования АПЛС Хисорак показали низкую карбонатность и невысокое содержание легкорастворимых солей (Бронникова и др., 2022).

В Казахстане АПЛС изучены на городищах Тараз, Куйк-Мардан, Казаклы-яткан и наиболее детально на Джанкенте. На территории городища Тараз (VIII-XV вв.) мощность АПЛС достигает 4-6 м. Он представлен чередованием строительных горизонтов, углисто-золистых прослоев, слоев, насыщенных бытовыми отходами, и слоев запустения, сложенных золовым и пролювиальным материалом (Dawkes, Jorayev, 2015). АПЛС

городища Куйк-Мардан мощностью до 10 м состоит преимущественно из строительных горизонтов, разделенных прослоями золы, угля, битого кирпича и щебня. Повсеместно фиксируются следы прокала, протяженные углисто-золистые прослойки и обожженные деревянные балки. Также зафиксированы слои запустения, представленные однородным суглинистым материалом, смытым со склонов холма. Антракологический анализ выявил угли ивы, тополя и вяза, что указывает на более влажные условия в период функционирования городища. Находки семян пшеницы и винограда, а также костей рыб подтверждают вывод о палеоклиматических условиях (Dawkes et al., 2020). АПЛС городища Казаклы-яткан (III в. до н.э.-II в. н.э.) имеет схожее строение: горизонты глинобитных конструкций, нивелировочные песчаные слои, слои пожаров (обожженные балки, углисто-золистые прослойки), слои с хозяйственными отходами, слои запустения. Сохранность органического материала на данном городище низкая: встречаются преимущественно угли и остатки балок (Betts et al., 2009).

Таким образом, городские педолитоседименты аридной зоны представляют собой мощные минеральные толщи, сформированных за счет многократной аккумуляции и последующего разрушения сырцового или глинобитного строительного материала. Для них характерно чередование строительных горизонтов, прослоев запустения (эоловое, коллювиальное и делювиальное осадконакопление) и, в меньшей степени, бытовых отложений (зола, хозяйственные отходы). Большинство публикаций по аридным АПЛС ограничиваются общим стратиграфическим описанием и археологической периодизацией.

Проведенный анализ литературных данных показывает, что городские педолитоседименты представляют собой сложное природно-антропогенное образование, формирующиеся под воздействием как культурно-исторических, так и природно-климатических факторов. В отечественной и зарубежной науке накоплен значительный объем знаний о морфологических (в частности, микроморфологических) и геохимических характеристиках АПЛС, однако большинство исследований ориентированы либо на детальное изучение отдельных памятников, либо на разработку методических подходов. Вопрос о географических закономерностях формирования АПЛС остается недостаточно разработанным. Существующие работы, сравнивающие АПЛС из разных природных зон (лесной, лесостепной, степной, пустынной), демонстрируют противоречивые результаты: одни авторы (Александровский, Долгих, 2012; Зазовская, 2013) указывают на устойчивые зональные различия при накоплении слоев, обусловленные преобладающим типом антропогенного материала и условиями его трансформации, другие (Golyeva et al., 2016) – на нивелирование этих различий со временем, после снятия антропогенной нагрузки. При этом практически отсутствуют исследования, в которых бы комплексно, с включением

микроморфологического метода, сопоставлялись АПЛС из гумидных и аридных регионов. Единственная работа М.А. Бронниковой и соавторов (2022), закладывающая основы зонального ряда микроморфологических признаков, подтверждает актуальность и перспективность такого направления.

Особого внимания заслуживает тот факт, что гумидные и аридные АПЛС формируются в принципиально разных седиментационных и постседиментационных условиях. В гумидной зоне, особенно в условиях переувлажнения («мокрые» АПЛС древнерусских городов), доминирует органо-минеральное осадконакопление с высокой сохранностью органических артефактов, тогда как в аридной зоне преобладают мощные минеральные толщи, образованные разрушением сырцового кирпича. Многообразие типов АПЛС в разных климатических условиях требует систематического сравнения, которое позволило бы отделить универсальные антропогенные признаки и процессы (обогащение фосфором, тяжелыми металлами, наличие специфических новообразований и тд.) от региональных климатических и гидрологических особенностей.

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, в юго-восточной части Великого Новгорода, в зоне древнего Посада (в центральной части Славенского конца), по улице Никольской. Мощность отложений составляет около 8 м и датируется XI-XV вв. (Петров и др., 2021). Работы по изучению «мокрого» новгородского АПЛС (Александровская и др., 2000; Долгих, 2010, 2012; Долгих и др., 2018) показали, что специфическая водонасыщенная внутрисочвенная среда обеспечивает длительную сохранность органических материалов, развитие процессов оглеения и образование вивианита. В результате активного антропогенного поступления в

АПЛС строительных, бытовых и производственных материалов происходило накопление таких химических элементов, как Ca, P, Mn, Cu, Zn, Pb, As, Br (Долгих, 2010).



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

Городище Джанкент расположено в зоне пустынь в северо-западной части Кызылординской области (Республика Казахстан), на плоской дельтово-аллювиальной равнине р. Сырдарьи в пределах Туранской низменности, близ современного поселка Жанкент. Мощность АПЛС на некоторых участках достигает 9 м и датируется VII-X вв. (Бронникова и др., 2020, Бронникова и др., 2025). Отложения памятника были подробно изучены с помощью комплекса геоархеологических методов исследования, включающих в себя морфологические, аналитические, микологические и микробиоморфные анализы (Иванова и др., 2014; Бронникова и др., 2025). Проведенные исследования показали, что в период существования городища палеоэкологическая среда была более благоприятная по влагообеспеченности. Исследователям также удалось разделить толщу АПЛС на несколько

лито-стратиграфических единиц, трассирующихся углисто-золистыми прослоями (Бронникова и др., 2020).

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.

Таким образом, сопоставление мощных АПЛС, сформированных в средневековой городской среде, близких по длительности аккумуляции, характеру и интенсивности антропогенной нагрузки, находящихся в контрастных ландшафтно-климатических условиях, позволяет оценить влияние природных факторов на процессы формирования, трансформации и сохранности археологических педолитоседиментов, а также выявить универсальные и зонально-специфические закономерности в развитии АПЛС городских поселений раннего Средневековья.

3.2. Методы исследования

В основе методологии работы лежит иерархический морфогенетический подход – последовательное изучение строения АПЛС на макро-, мезо-, микро- и субмикроуровнях. Такой подход позволяет выявлять генетически значимые признаки на разных масштабных уровнях, разделять их по времени формирования и пространственной локализации, а также оценивать вклад антропогенных и природных процессов в формирование археологических педолитоседиментов. Данная методология широко применяется при изучении как природных почв, так и антропогенно-преобразованных отложений (Прокофьева и др., 2001; Stoops, 2003; Goldberg, Macphail, 2006; Karkanias, Goldberg, 2018; Таргульян, 2019 и др.). Особенностью АПЛС является их гетерогенность и пространственная неоднородность, обусловленная сложным сочетанием природных и антропогенных процессов, что требует комплексного подхода, включающего не только морфологические, но физико-химические методы.

Непростым является вопрос о референсных объектах: с чем сравнивать АПЛС при исследовании их морфологии, состава и свойств? Традиционно, при изучении АПЛС их морфологию и свойства сравнивают с так называемыми фоновыми почвами – эталонными

почвами, формировавшимися в тех же факторных условиях, что и АПЛС, но без участия антропогенного фактора (Сычева и др., 2004; Гольева, Зазовская, 2008 и др.). Такое сопоставление позволяет напрямую оценить вклад антропогенного фактора в формирование педолитоседиментов. Условно говоря фоновые почвы – это ненарушенные антропогенным воздействием почвы, существовавшие на месте поселения до того, как человек начал обживать территорию. Поиск фоновых почв далеко не всегда является решаемой задачей. Во-первых, археологические педолитоседименты часто исследуются на территориях современных населенных пунктов, как в случае Великого Новгорода, где почвенный покров на протяжении многих столетий трансформировался деятельностью человека, и найти в ближайших окрестностях ненарушенный почвенный профиль, формировавшийся в той же ландшафтно-геоморфологической позиции, что и исследуемые АПЛС, часто просто невозможно. Кроме того, сопоставление АПЛС, формировавшиеся в прошлом, с дневными ненарушенными почвами, морфология и свойства которых соответствуют современной факторной обстановке, далеко не всегда корректно, т.к. почвы, синхронные времени накопления АПЛС, могли быть другими, если развивались в другую ландшафтно-климатическую фазу, или существовали в геохимически динамичном ландшафте (например ландшафты с выраженной динамикой грунтовых вод или поемного процесса).

В случае, когда мы имеем погребенный почвенный профиль под мощной толщей АПЛС, его морфология и свойства часто глубоко преобразованы человеком на ранних этапах обживания, и/или изменены в результате миграции и аккумуляции вещества из вышележащей толщи АПЛС, как в одном из исследуемых объектов – в колонке АПЛС из Великого Новгорода. Потому сопоставлять АПЛС с погребенными под ними почвами нужно очень осторожно, осознавая, что и морфология, и свойства могут быть глубоко преобразованы антропогенным воздействием и диагенетическими процессами. Кроме того, в случае мощных многометровых АПЛС накапливающийся весьма разнородный материал столь разнообразен и, часто, столь далек субстантивно, морфологически, геохимически от природных фоновых почв, что прямые сопоставления с природными почвами становятся также не вполне корректными. Тем не менее, когда речь идет о признаках тех или иных процессов химическом составе, общих химических и физико-химических характеристиках, нам необходимы референсные объекты, или же какие-то обобщенные представления о том, к какому комплексу морфологических признаков, физико-химических и химических характеристик приводит педогенез без вмешательства человека в исследуемых ландшафтно-климатических, геоморфологических и гидрологических условиях. В качестве таких эталонов и референсных объектов в нашей работе были использованы: дневные слабо

нарушенные антропогенным воздействием почвы (солончаки) в окрестностях памятника Джанкент, дневные почвы окрестностей Великого Новгорода (дерново-подзолистые глеевые) (использованы данные из диссертации А.В. Долгих, 2010), погребенные почвы под АПЛС в разрезе Дубошин-II. При морфогенетическом анализе и исследованиях микростроения АПЛС использовались также общие представления о морфогенезе и наборе диагностических признаков и микропризнаков, характерных для аридных почвах засоленного ряда, текстурно-дифференцированных почв и полугидроморфных почв грунтового увлажнения (Герасимова и др., 1992; Классификация и диагностика..., 2004; Полевой определитель..., 2008; Stoops et al., 2018; и др.) Также в качестве референсных значений при анализе содержания некоторых химических элементов были использованы классификационные шкалы (для фосфора и карбонатов) и кларки содержания элементов в земной коре (Касимов и др., 2015).

3.2.1. Морфологический метод

Исследования на макроуровне проводились непосредственно в полевых условиях. Для каждого выделенного слоя описывались следующие параметры: мощность, латеральная и вертикальная неоднородность (микрослои, линзы, морфоны), окраска, гранулометрический состав, структура, сложение, включения и новообразования. Макроморфологическое исследование позволило понять общую стратиграфию и морфологию педолитоседиментов.

Мезоморфологическое описание проводилось в ненарушенных образцах, в отраженном свете с помощью оптического бинокулярного микроскопа Leica MZ6 при увеличении $\times 6$ - $\times 40$. На данном уровне более детально описывался цвет, наличие и порядки педов, внутripедное пространство, агрегаты и их заполнение, включения и новообразования.

Микроморфологический метод в данной работе является ключевым для изучения АПЛС, поскольку позволяет более детально диагностировать процессы формирования, а также выявлять особенности строения и состава отложений, связанные с человеческой деятельностью и постседиментационными трансформациями (Courty et al., 1989; Goldberg, Macphail, 2006; Karkanis, Goldberg, 2018). Микроморфологические исследования проводились в шлифах, изготовленных из монолитов ненарушенного сложения в лаборатории почвенной микроморфологии Почвенного института им. В.В. Докучаева. Изучение шлифов проводилось в проходящем поляризованном свете с помощью микроскопа Zeiss Axio Scope.A1 при рабочих увеличениях 25x, 50x, 100x, 200x, 400x. При описании шлифов производилась характеристика типа микростроения (плазменное,

пылевато-плазменное, песчано-пылевато-плазменное и др.), характера сложения (плотное, рыхлое, агрегированное), описание крупных фракций и тонкодисперсного материала, новообразований и включений (в том числе микроартефактов). Микроморфологическое описание выполнено с применением как отечественной, так и международной терминологии (Герасимова и др., 1992; Stoops, 2020). Диагностика и интерпретация микроморфологических признаков проводилась с использованием изданий Герасимова и др., 1992; Stoops et.al., 2018.

Субмикроморфологические характеристики и элементный состав отдельных образцов были изучены с помощью растрового электронного микроскопа JEOL JSM-6610LV, укомплектованного системой микроанализа Oxford INCA Energy. Работы по мезо-, микро- и субмикроморфологическому исследованию проводились на оборудовании ЦКП лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии Института географии РАН.

Также была проведена экспертная полуколичественная оценка встречаемости признаков в слоях. В каждом стратиграфическом слое полуколичественно оценивалась встречаемость признаков по 5-балльной шкале: 4 – много, 3 – средне, 2 – редко, 1 – единично, 0 – отсутствие. Такая оценка позволила сопоставить распределение признаков по стратиграфической колонке и выявить закономерности их приуроченности к определенным типам отложений.

Интерпретация морфологических признаков проводилась с опорой на описания элементарных почвообразовательных процессов (Караева и др., 1992) и процессов формирования археологических отложений (Karkanias, Goldberg, 2018). Особое внимание уделялось диагностике антропогенных признаков (фрагменты углей и костей, растительный детрит, кальцитовые сферулиты, строительные агрегаты и др.), природно-антропогенных (кристаллы вивианита, фосфатно-органические нодулы и др.) и природных (новообразования гипса, глинистые кутаны, биогенные признаки и др.). Такой подход позволил разделить вклад человека и природных процессов в формирование археологических педолитоседиментов.

3.2.2. Аналитические методы

Для полноценной характеристики археологических педолитоседиментов и сопоставления с морфологическими данными проводился комплекс физико-химических анализов. Исследования физико-химических и химических свойств проведены по стандартным методикам (Аринушкина, 1970; Минеев, 2001; Воробьева, 2006): определение рН водной вытяжки выполнялось потенциометрическим методом, карбонатов – методом

алкалиметрического титрования, общего углерода и азота – при помощи CHN-анализатора Vario Isotope cube фирмы Elementar методом сухого сжигания при температуре 1000 °С: для раскопа Дубошин-II измеряли общий углерод с последующим пересчетом на органический углерод (по разности с углеродом карбонатов), а для образцов из городища Джанкент – органический углерод непосредственно в обескарбонированных навесках, сульфат-иона – весовым методом с последующим пересчетом на гипс, удельная электропроводность водной вытяжки – кондуктометром КП-00, гранулометрический состав – пирофосфатным методом. Исследования основных аналитических характеристик выполнены сотрудниками химической лаборатории отдела географии и эволюции почв Института географии РАН, определения углерода выполнены в ЦКП Лаборатории радиоуглеродного датирования и микроскопии Института географии РАН при участии сотрудников ЦКП.

Определение макро- и микроэлементного состава педолитоседиментов городища Джанкент методом рентгенфлуоресцентного анализа выполнено на вакуумном спектрометре последовательного действия с дисперсией по длине волны Axios mAX (PANalytical, Нидерланды). Метод основан на облучении пробы рентгеновскими лучами и регистрации характеристического флуоресцентного излучения элементов, возникающего после выбивания электронов с внутренних оболочек атомов. Пробоподготовка для порообразующих оксидов – плавление с боратами лития в стеклодиски, для микроэлементов – холодное прессование в таблетки (Методика № 439-РС, 2010). Анализ выполнен по аттестованной методике НСАМ ВИМС 439-РС (III категория точности) в лаборатории анализа минерального вещества Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН).

Определение макроэлементного состава педолитоседиментов раскопа Дубошин-II методом рентгенфлуоресцентного анализа выполнено в лаборатории палеоархивов природной среды Института географии Российской академии наук (ИГ РАН). Анализ проводили на вакуумном волнодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре Спектроскан МАКС-GVM согласно аттестованной методике М-049-ПДО/18 (измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв и донных отложений рентгенофлуоресцентным методом).

Определение микроэлементного состава с помощью портативного рентгенофлуоресцентного анализатора Olympus Vanta C (модель VCW) выполнено в почвенно-экологической лаборатории научного центра «Смарт-технологии устойчивого развития городской среды в условиях глобальных изменений» в Аграрно-технологическом институте РУДН. Принцип действия прибора основан на регистрации характеристического флуоресцентного излучения атомов химических элементов, возникающего при их

облучении рентгеновскими лучами. Анализатор оснащен рентгеновской трубкой (40 кВ) с родиевым (Rh) анодом и кремниевым дрейфовым детектором (SDD), что позволяет определять содержание элементов от Mg до U (Olympus Vanta Series User Manual, 2020). Измерения проводились в режиме «Геохимия» (GeoChem) со встроенным алгоритмом фундаментальных параметров (FP) для количественной оценки.

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

4.1. Средневековые городские педолитоседименты зоны южной тайги:

Великий Новгород

На территории Великого Новгорода в ходе спасательно-археологических работ перед началом строительства нового здания (ул. Никольская, д. 17) в 2017-2019 гг. был заложен археологический раскоп, получивший название Дубошин-II. Раскоп находится в юго-восточной части города на правом берегу реки Волхов, в 360 м к северо-востоку от ее русла (рис. 2), на «острове» между Волховом и его рукавом – протокой Малый Волховец. Остров имеет максимальную высоту над урезом рек 7 м и расчленен действующими и засыпанными небольшими протоками-ручьями и каналами. Раскоп лежит между берегом Волхова и ручьем Тарасовец, практически на вершине Славенского холма. Перепад высот между урезом воды в реке и территорией раскопа составляет около шести метров. Площадь раскопа составила 216 м², а общая мощность вскрытых археологических педолитоседиментов – 8,3 м (Петров и др., 2021). До начала работ с 2010 по 2017 год участок представлял собой пустырь.

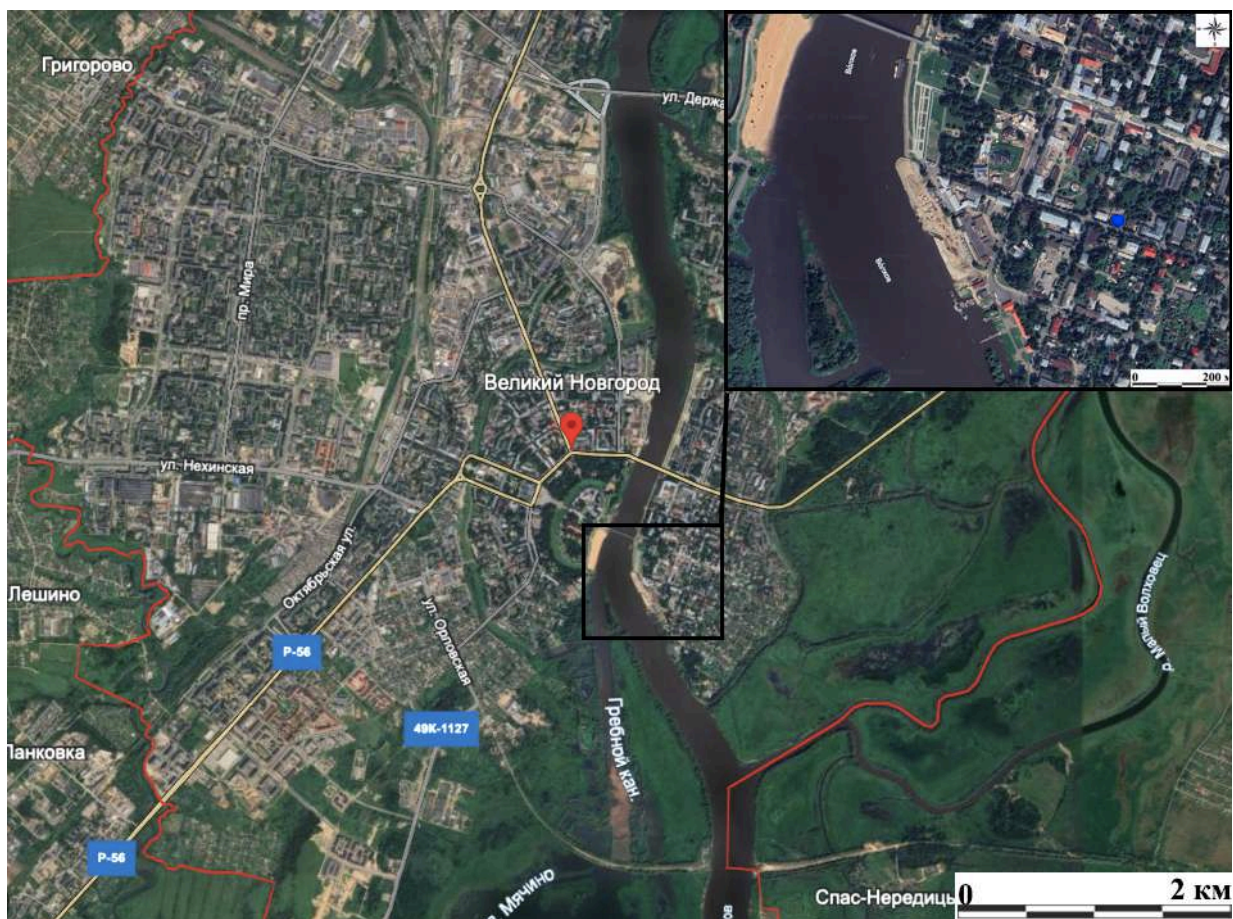


Рис. 2. Местоположение раскопа Дубошин-II (отмечено символом) на фрагменте карты Великого Новгорода. Источник: Google Earth.

4.1.1. Биоклиматические условия

Климат Великого Новгорода умеренно континентальный с холодной и снежной зимой и умеренно теплым летом. По данным метеостанции Великого Новгорода средняя температура января составляет $-9,2^{\circ}\text{C}$, а средняя температура июля $+15,7^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха достигает $+3,9^{\circ}\text{C}$. Безморозный период составляет 130-140 дней в году. Великий Новгород относится к зоне избыточного увлажнения со среднегодовой суммой осадков 500-550 мм и испарением 400 мм в год. Преобладают жидкие атмосферные осадки, которые максимальны в летний период. Коэффициент увлажнения составляет 1,1-1,4.

Для территории Великого Новгорода характерен приозерный микроклимат, на формирование которого оказывает влияние близость крупного озера Ильмень. Так, возникновение бризов в теплый период обусловлено различием в тепловом режиме воды в озере и поверхности суши. Температурный режим прилегающих к озеру территорий изменяется в зависимости от температуры воды: в весенний период озеро оказывает

охлаждающее воздействие, а в летний и осенний период отдает аккумулированное тепло (Климат Новгорода..., 1985).

Великий Новгород расположен в зоне южной тайги. В результате длительного бытования человека на данной территории коренные леса (еловые, дубовые) почти все вырублены. В городской среде преобладают урболандшафты, где естественная растительность встречается ограниченно и представлена в основном вторичными мелколиственными лесами: березовые с луговым разнотравьем и березово-осиновые с лесным разнотравьем. В пойме р. Волхов встречаются ивняки (Антонова и др., 2009).

4.1.2. Геоморфологическое положение, литология и гидрологические условия

Великий Новгород расположен на западе Приильменской низменности. Для территории города и его окрестностей характерен слаборасчлененный рельеф преимущественно ледникового, водно-ледникового и озерно-аллювиального генезиса. Территория города относится к приозерному ландшафту, занимает речную пойму и озерно-ледниковую аккумулятивную равнину с абсолютными высотами 18-25 м и отдельными холмистыми возвышениями до 30-35 м. Почвообразующие породы на территории большей части города представлены озерно-ледниковыми ленточными глинами, вдоль реки Волхов – аллювиальными суглинками мощностью 7-8 м, а вокруг озера Ильмень и озера Мячино – озерными суглинками, реже песками и супесями (Антонова и др., 2009).

Поскольку археологические педолитоседименты Великого Новгорода с гумидным климатом, плоским рельефом и преобладанием в прошлом деревянного строительства наряду со слоями таких городов, как Старая Русса, Ладога, Ростов Великий представляют собой специфические переувлажненные преимущественно органические отложения (Долгих и др., 2018), очевидно, что гидрологические условия во время их накопления, также как любые их изменения гидрологии территории от средневековья к современности заслуживают отдельного внимания.

Антропогенное влияние на гидрографическую сеть Ильмень-Волховского бассейна началось еще с появления неолитических стоянок и поселений на берегах рек данной территории. К началу формирования Великого Новгорода гидрографическая сеть была достаточно густая и разветвленная, с небольшими болотами. Наиболее заметные антропогенные изменения в функционировании водных объектов начались в XII в., когда был построен Кремль, в южной его части был прорыт ров и засыпан ручей Кремлевский. В XIV в. вокруг Великого Новгорода были построены крепостные стены и вырыт ров, который наполнили водами малых рек и ручьев. В это же время впервые началось заложение водотоков в дренажные трубы. В XVIII в. было построено несколько каналов,

соединяющих реки с целью улучшения судоходства, например, Сиверсов канал соединил реку Мсту и Волхов. Начиная с XX в. в Великом Новгороде происходили кардинальные изменения гидрографической сети города под влиянием антропогенного фактора. Так, в процессе строительства железнодорожной насыпи в русле р. Ситенка началось заболачивание территории с последующим образованием болота и озера Ситецкое. Два рукава р. Гзень были соединены в одно русло, которое позже было засыпано и на месте него был разбит сквер. Были вырыты искусственные каналы и пруды для разведения карпов, один из которых впоследствии был заболочен. Некоторые ручьи были соединены друг с другом, а некоторые засыпаны. Один из участков русла р. Донец был заложен в трубу, а другой расширен для технических нужд. Также в процессе строительных работ и увеличения площади заасфальтированных территорий города, проводились осушительные мелиоративные мероприятия и забор воды из ручьев и рек на технические нужды. В результате антропогенного воздействия за все время существования Великого Новгорода площадь естественных водных объектов значительно уменьшилась, появились искусственные каналы и пруды, а площадь заболоченных территории увеличилась почти в 2 раза (Васильева, 2013).

Что касается грунтовых вод, то их верхняя граница колеблется в настоящее время на территории города в зависимости от времени года от 0,5-1,5 до 9-10 м от дневной поверхности, а химический состав преимущественно сульфатно-гидрокарбонатный кальциево-магниевый-натриевый (Васильева, 2013).

Далее рассмотрим геоморфолого-гидрологическую ситуацию и ее развитие на исследованном участке раскопа Дубошин-II. Раскоп расположен близко к вершине Славенского холма. Превышение этого участка над современным межнным урезом воды в р. Волхов (18 м) составляет около 6 м. Согласно реконструкциям долгосрочных изменений уровня воды в реке Волхов (Васильева, 2013), 1000 лет назад, т.е. урез воды в реке в начале формирования археологических педолитоседиментов на исследуемом участке был чуть ниже современного (абсолютная отметка около 16 м), а 700 лет назад, в конце аккумуляции слоя, - на несколько метров выше современного (около 21 м) (рис. 3). Поскольку мощность АПЛС в раскопе Дубошин-II составляет более 8 метров, реконструкции уреза воды в реке позволяют высказать предположение, что с самого начала аккумуляции здесь отложений, связанных с обживанием территории, перепад между урезом воды в реке и уровнем дневной поверхности XI века был очень небольшим, следовательно грунтовые воды находились близко к поверхности, и участок был изначально заболочен.

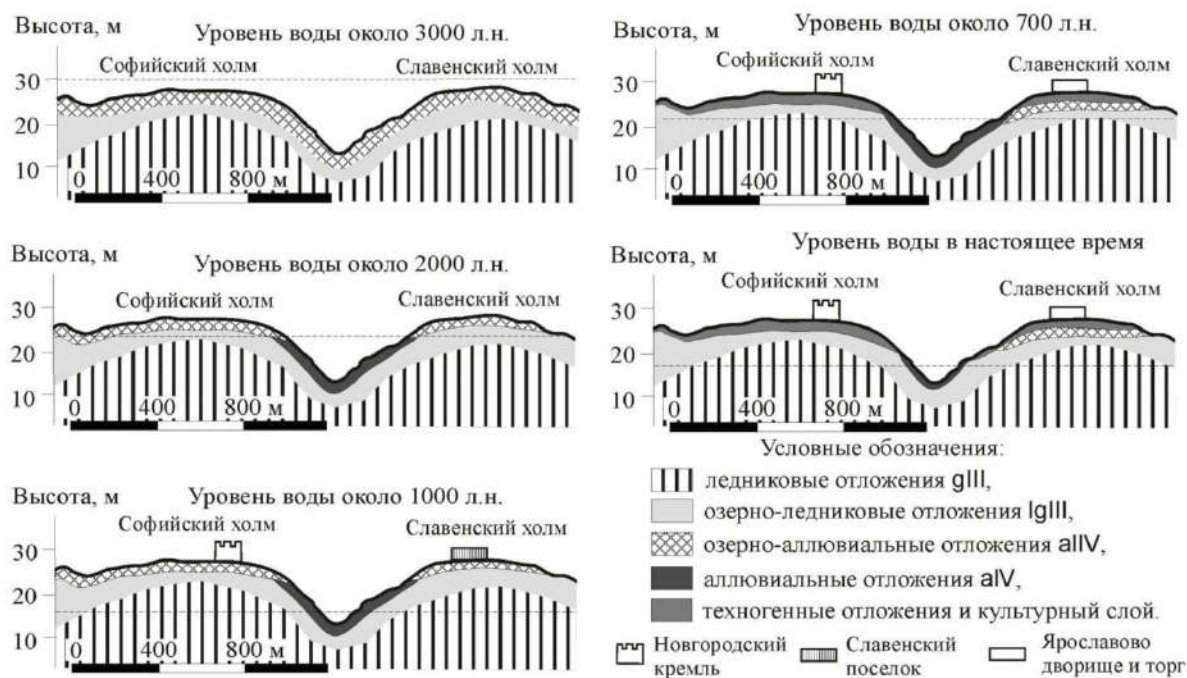


Рис. 3. Изменения уровня воды в р. Волхов в районе Великого Новгорода (Васильева и др., 2012, с. 147).

По мере аккумуляции АПЛС происходило поднятие уровня грунтовых вод вслед за нарастанием дневной поверхности, совокупно обусловленное климатическими причинами (повышение локального базиса эрозии – уровня озера Ильмень), локальными антропогенными перестройками гидрологической сети (Васильева, 2013), а также капиллярным подъемом воды в толще аккумулирующихся высокоорганических торфоподобных отложений и их высокой водоудерживающей способностью (Долгих и др., 2010). В итоге влажный климат, исходные тонкослоистые почвообразующие породы тяжелого гранулометрического состава, плоский рельеф, все больше нивелирующийся в результате аккумуляции АПЛС, близко залегающие грунтовые воды, высокая водоудерживающая способность отложений постоянно поддерживали археологические педолитоседименты в переувлажненном состоянии, а низкие темпы минерализации органического вещества в водонасыщенных культурных напластованиях вели к быстрому их накоплению и дальнейшему подтягиванию грунтовых вод к поверхности. Таким образом и возник феномен мощных высокоорганических переувлажненных археологических педолитоседиментов.

С XVIII в. в Великом Новгороде начинается активная перестройка гидрологической сети, направленная на развитие водоотводных систем, которая в XX веке приобретает широкие масштабы. В современном Великом Новгороде верхние слои АПЛС как правило осушены в результате сооружения дренажных систем. После осушения начинается быстрая минерализация отложений и сохранность содержащегося в них культурного наследия резко

ухудшается. На участке раскопа Дубошин-II не было дренажных систем, потому археологические педолитоседименты здесь имеют большую мощность и хорошую сохранность.

4.1.3. Почвы

Территория Великого Новгорода относится к зоне дерново-подзолистых почв южной тайги, Прибалтийской провинции дерново-подзолистых слабогумусированных и болотно-подзолистых почв. Естественные почвы в черте города сохранились преимущественно в парках и представлены дерново-подзолистыми и подзолистыми почвами различной степени гидроморфизма. Дерново-подзолистые почвы формируются на положительных элементах рельефа. Данные почвы имеют сильнокислую или кислую реакцию среды. Основными процессами, формирующими профиль, являются дерновый, подзолистый и элювиально-глеевый. В ходе накопления и разложения растительных остатков лиственных пород и травянистой растительности формируется гумусово-аккумулятивный горизонт с содержанием гумуса 3-7%. Лессиваж и обезливание формируют осветленный элювиальный горизонт, обедненный илистыми частицами, гумусовым веществом, соединениями алюминия и железа. Вышеперечисленные вещества аккумулируются в нижележащем иллювиальном горизонте, придавая ему более бурую окраску (Добровольский, Урусевская, 2004).

На территории города преобладают городские почвы и педоседименты, которые перекрывают догородские естественные почвы. Таким образом, археологические педолитоседименты являются частью антропогенных почвенно-осадочных толщ современного города. АПЛС Великого Новгорода характеризуется большой мощностью, в результате долговременной и интенсивной антропогенной нагрузки, и сильным переувлажнением из-за влажного климата и плоского рельефа.

4.1.4. Историческая и археологическая сводка

Официальной датой возникновения Великого Новгорода считается 859 год, который был впервые упомянут в «Повести временных лет». Самым значимым памятником, связанным с историей города, является Рюриково городище, которое находилось на берегу реки Волхов (в 2 км от территории современного Великого Новгорода) и в IX в. было резиденцией князя Рюрика. Позднее в X в. город был перенесен на новое место, на котором находится и по сей день. Со времен Киевской Руси Великий Новгород был важным портово-ремесленным центром, т.к. находился на пересечении нескольких торговых путей

– из стран Балтии в Средиземноморье («путь из варяг в греки»), из Поволжья на Восток (Лихачев, 1959).

Великий Новгород разделен рекой Волхов на две части: на левом берегу расположена Софийская часть, на правом берегу – Торговая. Каждая из частей также разделена на концы (районы). Центром Софийской части был Кремль, а в Торговой части было расположено Ярославово дворище (Арциховский, 1996).

Археологические раскопки в Великом Новгороде начались с 1932 г. А.В. Арциховским на территории Славенского конца с целью поиска слоев VIII-IX вв. В ходе пятилетних раскопок были исследованы жилые усадьбы и ремесленные мастерские сапожника, маслодела и игрушечника, каменная крепостная стена. В период 1932-1954 гг. был подробно изучен Неревский конец: обнаружено 18 ярусов уличных мостовых, которые показывали разные этапы развития инфраструктуры средневекового города. В 1951 г. на Неревском конце была найдена первая в Великом Новгороде берестяная грамота. Также в этот же период велись раскопки на территории Ярославова Дворища, где были вскрыты настилы нового типа в виде сплошного деревянного замощения площади и водоотводные трубы. Раскопки, произведенные в первой половине XX в., показали отсутствие ранних слоев VIII-IX вв. в Великом Новгороде, позволили выявить и изучить этапы застройки Неревского конца, а также дали богатый вещественный материал (Арциховский, 1956).

Начиная со второй половины XX в. количество раскопов в Великом Новгороде значительно увеличилось. К настоящему времени подробно изучена стратиграфия во многих участках города, исследованы усадьбы с жилыми и хозяйственными (в т.ч. ремесленными) постройками, обнаружены настилы мостовых и дренажные системы. На территории Славенского конца обнаружены каменные постройки XIV-XV и XVII-XVIII вв. Накоплен огромный вещественный материал, благодаря которому реконструирован быт новгородских жителей. В том числе найдено 650 берестяных грамот различного содержания от списка покупок до писем.

Топографии Великого Новгорода восстановлена исследователями на период X-XV вв. на основе анализа материалов многочисленных раскопов (Петров, Тарабардина, 2020). Жилые усадьбы и уличные мостовые были преимущественно деревянными, а административные и церковные постройки – каменными. Начиная с X в. все постройки были сконцентрированы преимущественно по обеим берегам р. Волхов, как центральной транспортной артерии. Усадьбы и уличные мостовые появляются на Софийской стороне немного раньше, чем на Торговой. В XI в. на обеих сторонах появляются центры, вокруг которых заметно увеличивается площадь застройки: на Софийской – Детинец и каменный собор, на Торговой – княжеская резиденция. Наиболее динамично Великий Новгород

развивается в XII в.: городская застройка широко распространяется во всех направлениях от центров, появляются мостовые новых улиц, происходит активное строительство около 20 церквей. В первой половине XIII в. наблюдается некоторый упадок и замедление в градостроительстве, вероятно, вызванные двумя периодами голода: в некоторых районах застройка идет очень медленными темпами или прекращается вовсе, количество возведенных церквей сокращается до 4. Во второй половине XIII в. интенсивность темпов застройки восстанавливается: развивается уличная сеть, продлеваются мостовые к новым усадьбам, продолжается строительство церквей. К концу XIV в. заканчивается оформление границ основной территории средневекового Великого Новгорода строительством внешнего кольца оборонительных сооружений. В XV в. новые застройки распространяются как внутри города, так и за его пределами в слободах вдоль основных торговых дорог (Петров, Тарабардина, 2020).

Естественно-научные исследования при археологических раскопках, в частности почвенно-геохимические, в Великом Новгороде впервые были проведены в 1998 г. А. Л. Александровским на Троицких раскопках X и XI. В результате изучения погребенной под АПЛС почвы была произведена реконструкция эволюции природной среды от лесного ландшафта до лугового с началом образования АПЛС. Также в нижнем АПЛС были выявлены высокие концентрации тяжелых металлов (мышьяк, цинк, медь, марганец и свинец), связанных с производственной деятельностью поселения (Александровская и др., 2000). С 2008 года и по настоящее время комплексные почвенно-геохимические исследования АПЛС и погребенных почв в Великом Новгороде активно проводятся А. Л. Александровским и А. В. Долгих преимущественно на Людином и Славенском концах. Для каждого участка исследования реконструированы процессы формирования АПЛС и тип хозяйственной деятельности, изучены физико-химические свойства отложений (Долгих и др., 2018).

С историко-археологической точки зрения, раскоп Дубошин-II расположен в центральной части Славенского конца средневекового Новгорода. Важным вопросом для археологов было не только изучение средневековой застройки на исследуемом участке, но и реконструкция местоположения Славной улицы, которая пересекала Славенский конец. Согласно данным предыдущих археологических работ (шурфовка и наблюдения), мостовая Славной улицы была зафиксирована к северо-западу и юго-востоку от раскопа Дубошин-II. Однако при проведении археологических работ непосредственно на раскопе следов мостовой не было выявлено.

Дендрохронологический анализ, выполненный по материалам из археологических педолитоседиментов, позволил датировать стратиграфическую колонку XI-XIV вв., в то

время как общий временной охват археологических педолитоседиментов на участке простирается до XV века (Петров и др., 2021). Во время раскопок были вскрыты фрагменты двух усадеб с многочисленными деревянными постройками, настилами и конструкциями (рис. 4, 5). Пространственно-временной анализ выявил смену характера застройки: в первой половине XIV века на территории раскопа стояло несколько жилых срубов, мощения и настилы, во второй половине XIII века зафиксированы следы крупного жилого здания и несколько небольших срубов с печами, а в XII веке в восточной части находилось три постройки и дворцовый настил между ними. В слоях XI века строительные остатки сохранились неудовлетворительно и представлены отдельными фрагментами сруба и мощений, что затрудняет полноценную реконструкцию застройки данного периода.

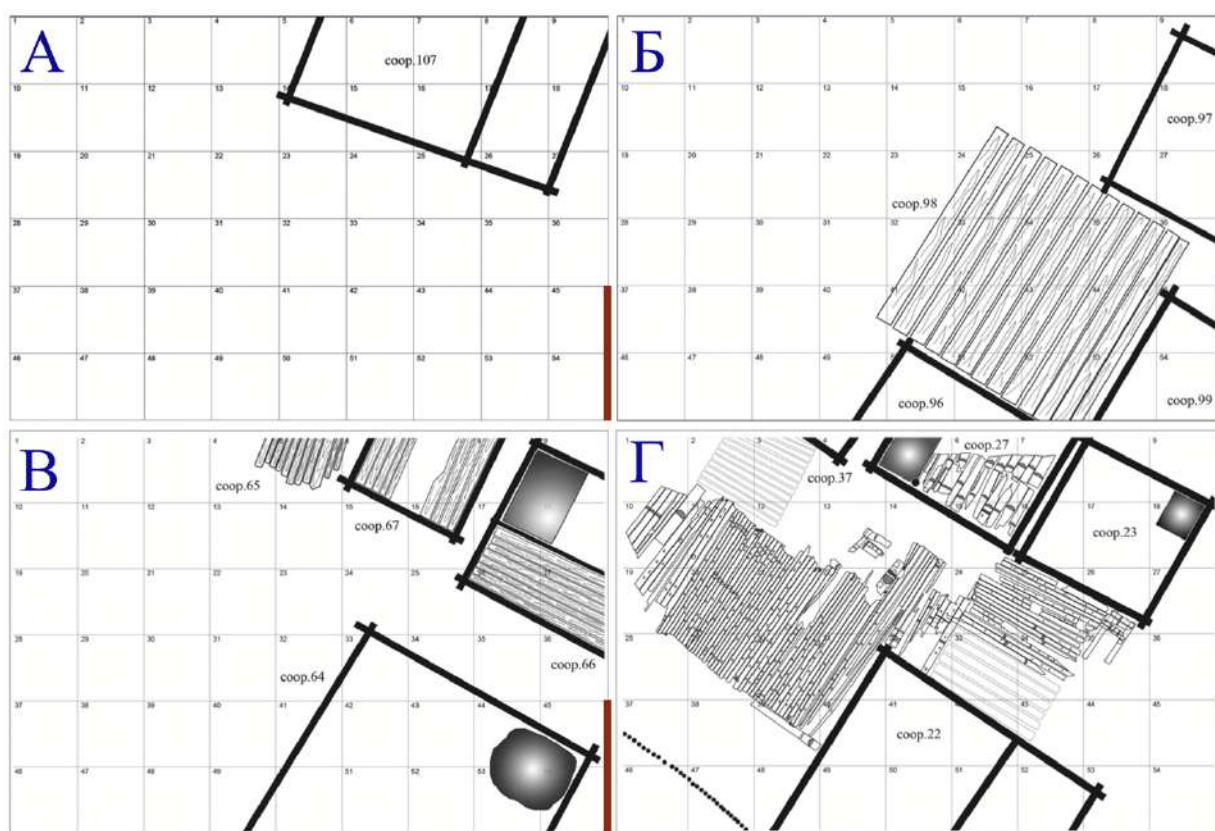


Рис. 4. Расположение застроек на раскопе Дубошин-II: А – сер. XI в.; Б – нач. XII в.; В – 2-я пол. XIII в.; Г – 2-я пол. XIV в. (Петров и др., 2021). Красной линией выделено местоположение исследуемого профиля в раскопе, относительно застроек разного времени.



Рис. 5. а – сооружение 66. Вид с востока; б – сооружения 50, 51, 52. Вид с юго-востока; в – сооружение 18. Вид с юго-востока. Фото М.П. Петров.

В раскопе Дубошин-II обнаружен обширный археологический материал. Среди массовых находок преобладали фрагменты керамики, кости, обрезки кожи. Особый интерес представляют индивидуальные находки, включая двенадцать берестяных грамот, свинцовые печати, шахматные фигуры из кости и дерева, серебряный перстень, обнаруженный в шелковом мешочке. Совокупность предметов указывает на высокий имущественный статус владельцев усадеб и развитую бытовую культуру (Петров и др., 2021).

В 2019 году была исследована часть стратиграфической колонки восточного профиля раскопа, включая АПЛС и погребенную почву (рис. 6). Мощность исследованных напластований АПЛС (фрагмента стратиграфической колонки) составила 560 см. Отложения представлены суглинистыми слоями, насыщенными перегнойным материалом, дресвой, древесным углем и берестой, чередующимися с прослойками щепы (Петров и др., 2021). На раскопе исторических дренажных систем обнаружено не было. 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 педолитоседиментов, 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. Таким образом исследовалась только ненарушенная часть АПЛС (рис. 6, 7), начиная с глубины около 120 см от дневной поверхности, или -300 см в отсчете от локального репера.

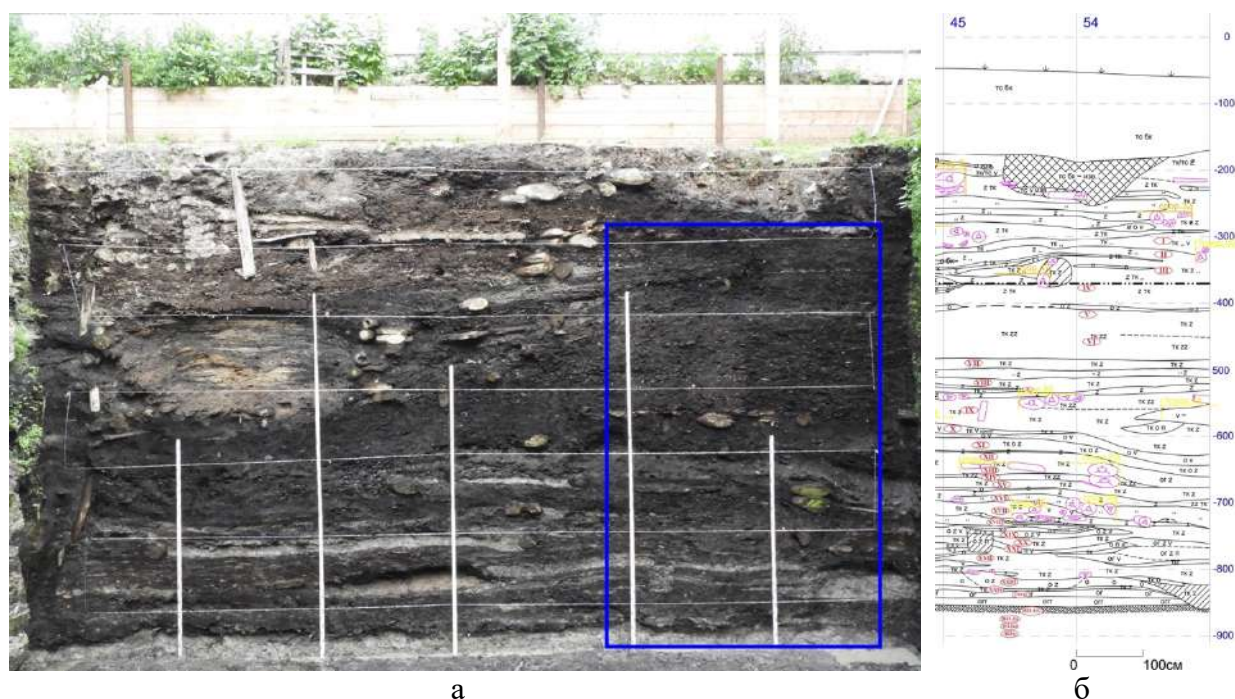


Рис. 6. а – восточный профиль раскопа Дубошин-II. Прямоугольником отмечена исследуемая стратиграфическая колонка. Фото М.П. Петров; б – Фрагмент чертежа восточного профиля раскопа Дубошин-II с обозначением точек пробоотбора. Чертеж М.П. Петров.

Всего было последовательно отобрано в стратиграфической последовательности и исследовано 29 образцов из разнородных по составу и заполнению стратиграфических слоев: 24 образца АПЛС и 5 образцов генетических горизонтов погребенной почвы (рис. 7). По мнению археологов, наибольшая интенсивность накопления АПЛС на участке раскопа Дубошин-II наблюдается в XIV в.: мощность напластований, относящихся к данному времени, максимальна и достигает 3,5 м. Также была выявлена интересная динамика изменения уклона поверхности: в XI веке отмечен уклон с запада на восток, в XIII веке

поверхность выравнивается, а в XIV веке формируется обратный уклон – с востока на запад. Изменение уклона в поздних слоях связано с наличием печей в постройках восточной части раскопа, остатки которых из-за высокой плотности материала меньше проседали по сравнению с окружающим органическим материалом, а новые напластования уже повторяли форму сформировавшегося рельефа поверхности (Петров и др., 2021).

4.1.5. Стратиграфия, морфологическое строение АПЛС и погребенной почвы

В раскопе Дубошин-II исследована стратиграфическая колонка отложений мощностью около 5,5 метров, на глубинах от дневной поверхности около 90 см, от локального репера -292 см: - 830 см, и погребенный под АПЛС почвенный профиль (до глубины -910 см). Исследованная колонка культурных напластований неоднородна по составу и сложению, имеет сложную стратиграфию и микростратиграфию. Ключевым критерием стратиграфического расчленения для переувлажненных АПЛС служит доля органического вещества в их составе. Оценка содержания органического вещества проводилась микроморфологически и аналитически. Микроморфологически оценивалась площадь, занимаемая в шлифах органической компонентой, не связанной или слабо связанной с минеральной массой – растительные остатки разной степени разложения, угли, аморфное органическое вещество без включений или с незначительными включениями минеральной фазы. На основании площади, занимаемой органическим веществом в шлифе (полуколичественная экспертная оценка), выделены четыре категории слоев: преимущественно органические (более 70%), минерально-органические (60-70%), органо-минеральные (30-40%) и преимущественно минеральные (менее 30%). По содержанию аналитически определяемого органического углерода выделены следующие градации: высокоуглеродные минерально-органические 20-40% Сорг., 20-10% среднеуглеродные органо-минеральные, низкоуглеродные преимущественно минеральные. Необходимо отметить, что стратиграфические слои сильно неоднородны, и что данные по содержанию органического углерода получены по среднему образцу, равномерно отражающему вклады микрострат с разным содержанием органического вещества. Микроморфологически же мы исследуем отдельные микростраты внутри каждого слоя. Кроме того, аналитически мы оцениваем содержание органического углерода, а морфологически – видимое органическое вещество, слабо связанное с минеральной массой. Потому микроморфологические и аналитические оценки степени богатства каждого стратиграфического слоя органическим веществом иногда могут заметно различаться. Далее при описании мы опираемся как на микроморфологическую картину, так и на данные по содержанию органического углерода

и объединяем макроморфологически выделенные слои в более крупные стратиграфические единицы.

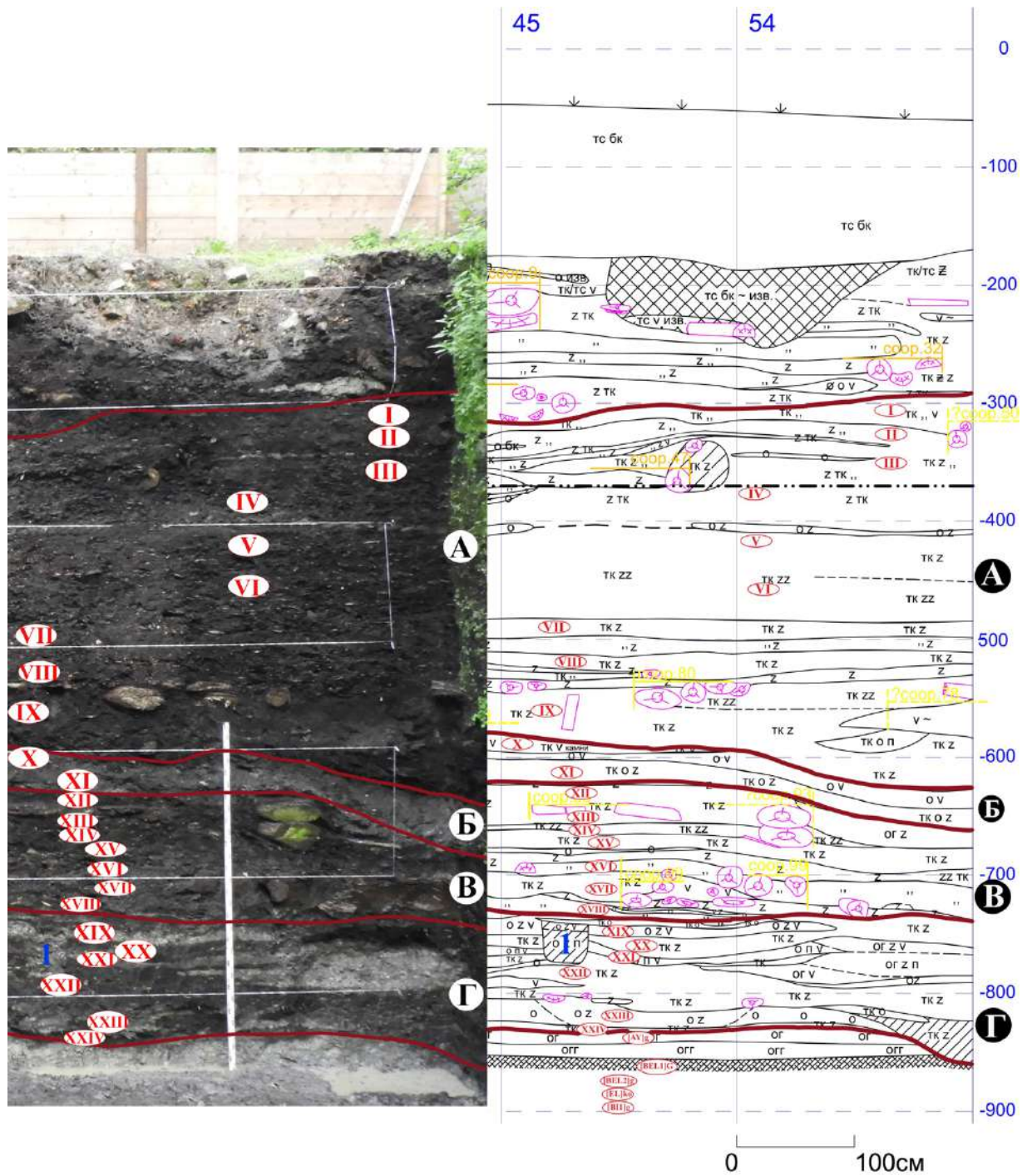


Рис. 7. Стратиграфическое разделение исследуемого профиля на пачки слоев на фотографии (слева) и на чертеже (справа): А – верхняя пачка (слои I-IX), Б – пачка слоев X и XI, В – средняя пачка (слои XII-XVIII), Г – нижняя пачка (слои XIX-XXIV), 1 – яма. Глубины даны в сантиметрах от локального репера.

Сочетание макро- и микроморфологических признаков, а также данные по содержанию органического углерода позволили разделить профиль на несколько стратиграфических пачек (рис. 7): верхняя пачка (слои I-IX) – преимущественно

органические и минерально-органические высокоуглеродные слои с содержанием углерода 22,7-39,4%, низкоуглеродные слои X и XI с содержанием углерода 7-7,3%, средней пачка (XII-XVIII) – преимущественно органические и минерально-органические высокоуглеродные слои с содержанием углерода 28,5-39,6% и нижняя пачка (XIX-XXV) – чередование низкоуглеродных преимущественно минеральных и среднеуглеродных органо-минеральных слоев с содержанием углерода 2,0-3,2% и 11,9-19,8% соответственно.

Ниже приводится обобщенная макро- и микроморфологическая характеристика стратиграфических слоев из восточного профиля раскопа. Подробные макро- и микроморфологические описания даны в приложении (прилож. 1).

Верхняя пачка (слои I-IX, -292(322)-580(629) см) на макроуровне состоит преимущественно из органического материала (рис. 7А, 8а): темно-буро-серые перегнойно-гумусовые слои с включениями гравия и прокаленной дресвы (слои I-III, V), растительных остатков в виде фрагментов бересты, веток, древесных углей, травянистых фрагментов чередуются со слоями, практически полностью сложенными субпараллельно ориентированными фрагментами щепы (слои III, IV, VI). В слое II отмечены также включения рыбьей чешуи и фрагментов кожаных изделий. Последовательность слоев в данной пачке свидетельствует о чередовании фаз накопления бытовых и строительных отходов.

На микроуровне слои этой пачки состоят из гумусового тонкодисперсного вещества и растительного детрита разной степени разложенности (70-98% занимаемой площади в шлифах) (рис. 8б). Фрагменты костей, в том числе костей рыб (слой V), и крупные куски угля зафиксированы практически во всех слоях данной пачки. Во всех слоях данной пачки отмечено большое количество копролитов и местами микросгустковая агрегация тонкодисперсной массы. Слои I и V отличаются высоким разнообразием антропогенных микропризнаков: большое количество растительного детрита, фрагменты костей, включения гранитной дресвы и суглинистых агрегатов, фрагменты углей, фрагменты шерсти и яичной скорлупы. Также в данных слоях присутствуют скопления микрита между растительными остатками, а в слое V отмечены единичные фрагменты витрифицированной массы¹. В слое IX присутствуют новообразования оксидов-гидроксидов железа: ожелезнение растительных остатков и диффузные пятна внутри суглинистых агрегатов.

¹ Витрифицированная масса – стекловидная масса, образованная в результате спекания силикатных минералов, кварца, опала при воздействии высоких температур (Macphail, Goldberg, 2018).

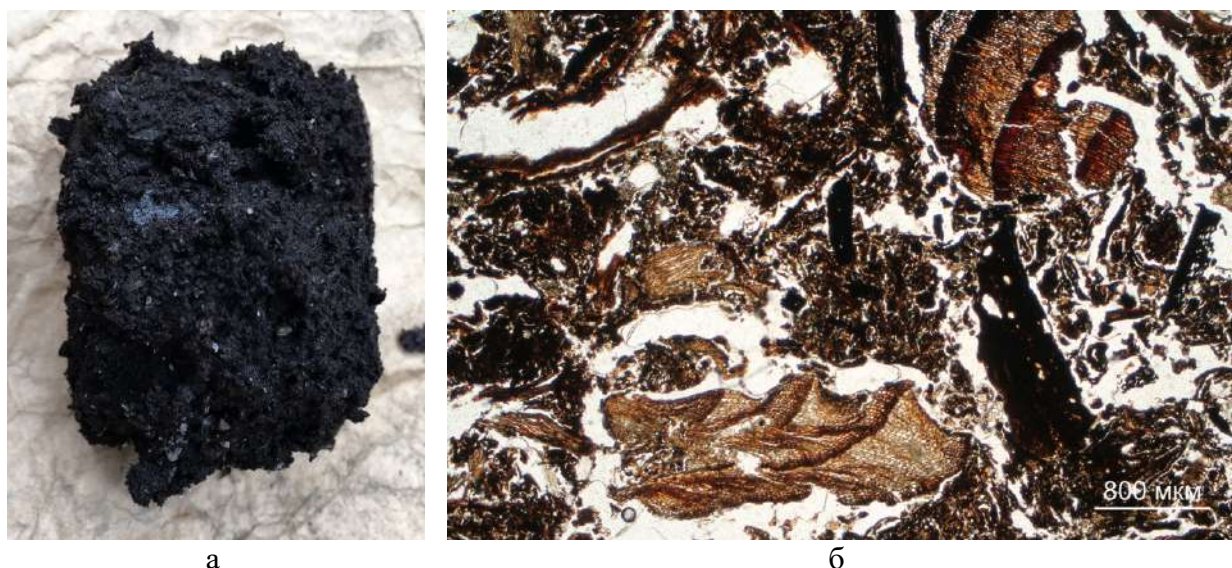


Рис. 8. Слой IX: а – уплотненный, гумусированный суглинок с включением дресвы; б – растительные статки разной степени сохранности, окруженные гумусовым тонкодисперсным веществом (PPL).

Слой X (-580(592)-592(629) см) и **XI** (-592(629)-621(642) см) (рис. 7Б, В, 9а, 10а) представлены гумусированным оструктуренным суглинком с включениями небольшого количества дресвы, щепы, веток и фрагментов бересты. На микроуровне слой X состоит из крупных фрагментов древесных углей и субпараллельно ориентированных ожелезненных растительных остатков (почти на 85% от занимаемой площади в шлифе) (рис. 9б). На щепе и суглинистых агрегатах большое количество новообразований вивианита². Глинистое тонкодисперсное вещество со струйчатой ориентацией частиц, с неравномерной пропиткой соединениями железа. Разное строение слоя на макро- и микроуровне свидетельствует о его микронеоднородности. Это преимущественно минеральный слой согласно макроморфологическому строению.

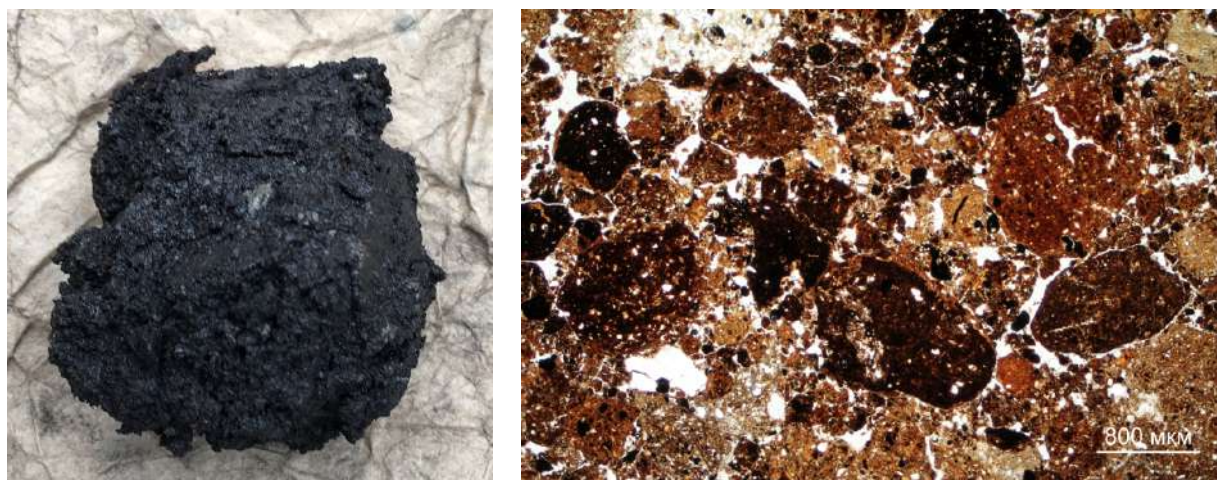
Слой XI на микроуровне преимущественно минеральный (5% занимаемой площади органического вещества в шлифе) и представлен округлыми суглинистыми агрегатами, состоящими из железисто-глинистого тонкодисперсного вещества (рис. 10б). Вокруг агрегатов присутствуют глинистые кутаны с околоскелетной ориентацией частиц. Внутри некоторых агрегатов присутствует большое количество биоморфов: фитоциты, пыльцевые зерна, панцири диатомовых водорослей.

² Вивианит ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) – это железосодержащий фосфатный минерал, образующийся в гидроморфных восстановительных условиях при наличии фосфор- и железосодержащих субстратов (Шерышева и др., 2012).



а б

Рис. 9. Слой X: а – гумусированный суглинок с включением дресвы, фрагментов прокаленного суглинка и многочисленных углей морфологической сохранности; б – крупные фрагменты древесного угля (PPL).



а б

Рис. 10. Слой XI: а – гумусированный суглинок; б – крупные железисто-глинистые агрегаты с глинистыми кутанами вокруг (PPL).

Слой средней пачки (слои XII-XVIII, -621(642)-730(740) см) (рис. 7В) состоит преимущественно из органического вещества, представленного темно-серым и оливково-бурым перегнойным материалом с большим количеством растительных остатков (щепа, фрагменты бересты, травянистые остатки) (рис. 11а, 12а).

На микроуровне слои данной пачки состоят преимущественно из субпараллельных растительных остатков разной степени разложенности (95-99% занимаемой площади в шлифах) (рис. 11б). Встречаются немногочисленные фрагменты костей, шерсти, углей, гранитная дресва и суглинистые агрегаты, а также единичные биоморфы (панцири диатомовых водорослей, клетки зеленых водорослей). В слое XVIII отмечено большое количество копролитов.

Слой XVI и XVII выделяются обилием и разнообразием антропогенного материала: фрагменты костей млекопитающих и рыб, угли, яичная скорлупа, кальцитовые сферулиты (рис. 12б). Также в этих слоях на макроуровне присутствует шерсть: слой XVII практически на 80% состоит из шерсти (рис. 12а). На микроуровне идентифицированы единичные фрагменты шерсти. В слое XVII между растительными остатками отмечены гипсовые друзы, скопления микроспарита и вивианита. Слой XVIII отличается от остальных слоев данной пачки наличием большого количества пирита между растительным детритом. Слои данной пачки отражают активную хозяйственную деятельность и стабильные анаэробные условия, позволяющие аккумуляцию двухвалентного железа в виде вивианита и пирита.

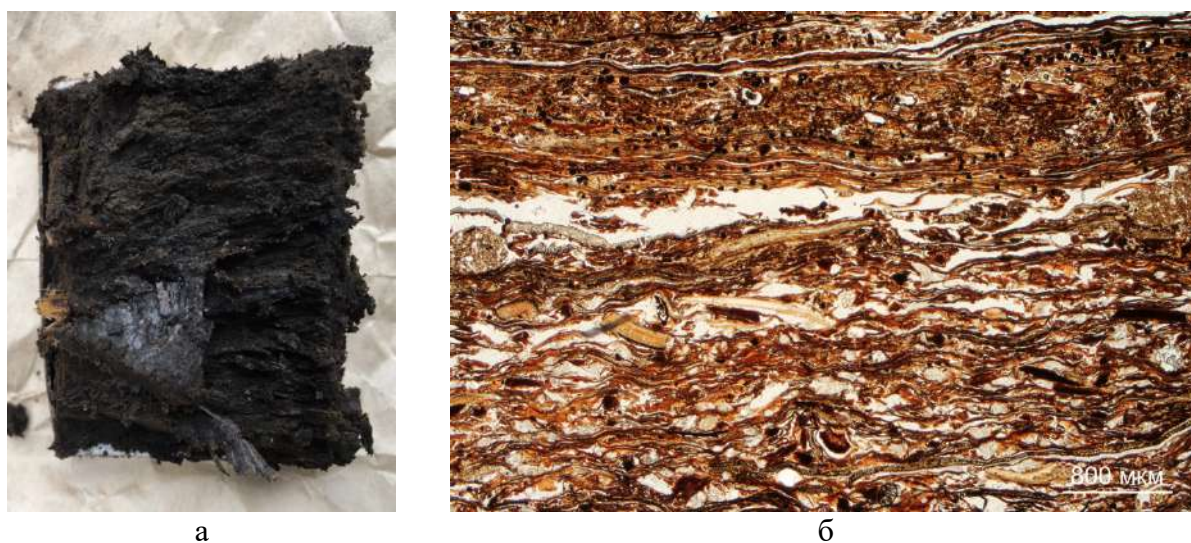


Рис. 11. Слой XVIII: а – перегнойный материал с субпараллельной слоистостью и включениями щепы; б – субпараллельные растительные остатки (PPL).

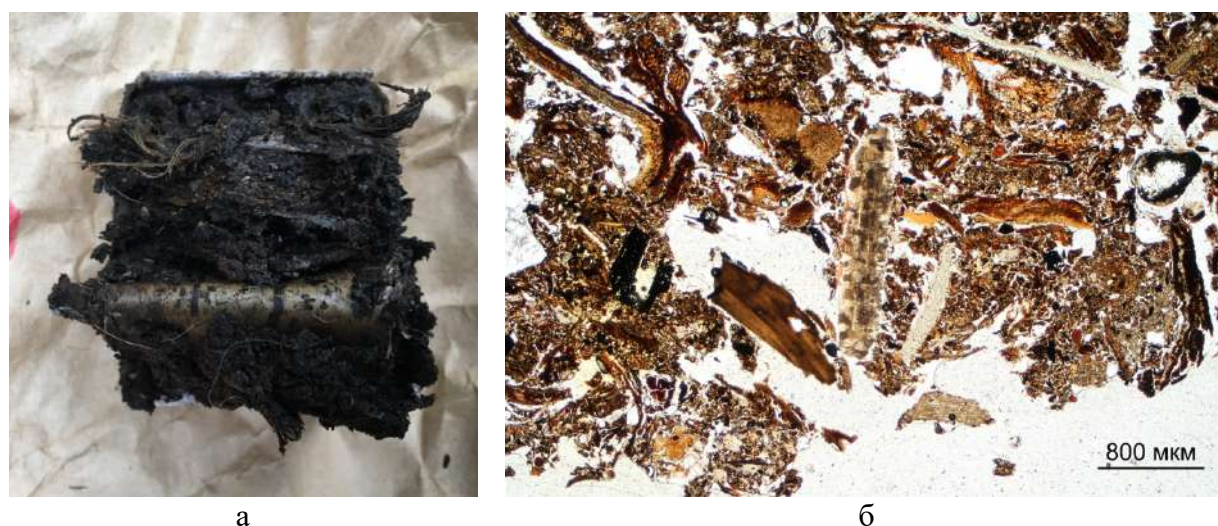


Рис. 12. Слой XVII: а – перегнойный материал с включениями крупных древесных остатков, фрагментов бересты и шерсти; б – гумусовое тонкодисперсное вещество с включениями фрагментов яичной скорлупы, костей, шерсти и анатомически сохранных растительных остатков (PPL).

Слои нижней пачки (слои XIX-XXIV, -730(740)- 830(833) см) (рис. 7Г) сложены палево-сизым минеральным и темно-коричневым органо-минеральным материалом – это опесчаненные легко- и среднесуглинистые слои с включениями небольшого количества прокаленной дресвы, щепы, углей, глинистых блоков (рис. 13а). На минеральных агрегатах и щепе часто присутствуют новообразования вивианита.

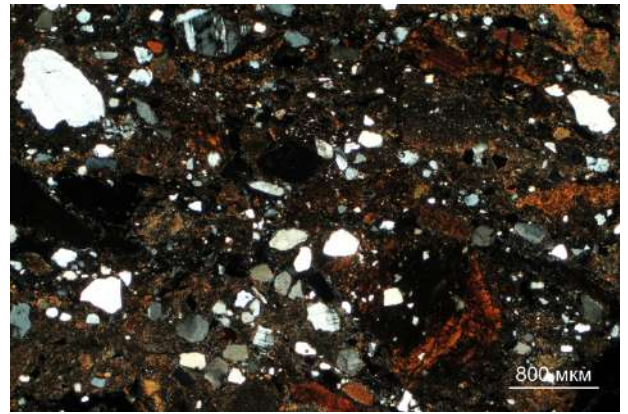
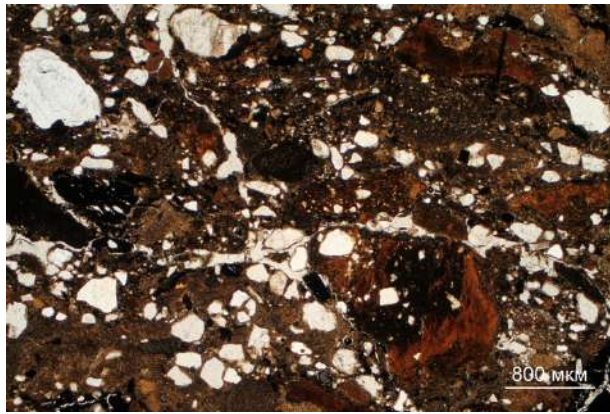
На микроуровне слои имеют преимущественно песчано-пылевато-плазменное микростроение: глинистое тонкодисперсное вещество с силикатными зернами (рис. 13б). Тонкодисперсное вещество в слоях данной пачки и в погребенной почве схоже по составу и строению. Практически во всех слоях пачки присутствует большое количество фрагментов углей и костей (в т.ч. костей рыб), растительные остатки и единичные фрагменты гранитной дресвы (15-40% занимаемой площади органического вещества в шлифах). Встречены скопления микрита в общей массе и в порах в слоях XXI, XXII и XXIV. Также присутствуют биоморфы (обилие отмечено в слоях XXII и XXIII): фитоциты, пыльцевые зерна, спикулы губок, панцири диатомовых водорослей. Данная пачка отличается обилием скоплений кристаллов вивианита в общей массе и вокруг растительных остатков. Также в слоях XIX, XXIII и XXIV отмечены единичные новообразования оксидов-гидроксидов железа: ожелезнение растительных остатков, диффузные пятна и нодули.

Среди слоев нижней пачки выделяется слой XXII: на макроуровне он сложен перегнойно-гумусовым материалом. На микроуровне доля органического материала заметно выше, чем минерального: 70% занимаемой площади органического вещества в шлифе. В данном слое присутствует большое количество растительных остатков и фрагментов углей, а также крупный фрагмент керамики.

Также отличается слой XXIV не только по разнообразию антропогенных микропризнаков, но и по разнообразию природных. Среди антропогенного материала здесь отмечено большое количество ожелезненных растительных остатков и фрагментов углей. Присутствуют многочисленные фрагменты биоморфов: пыльцевые зерна, фитоциты, панцири диатомовых водорослей, спикулы губок, клетки водорослей. В слое присутствуют единичные копролиты и скопления грибных спор.



а



б

Рис. 13. Слой XIX: а – опесчаненный суглинок с включениями блоков сизовато-палевой глины; б – пылевато-песчаные силикатные зерна, железисто-глинистые кутаны и папулы (слева – PPL, справа – XPL).

Под толщей АПЛС была зафиксирована и описана погребенная почва (рис. 14) – (палео)дерново-подзолистая глееватая (Полевой определитель почв, 2008), Gleyic Podzols (WRB, 2022). Ниже приведена обобщенная макро- и микроморфологическая характеристика почвенных горизонтов. Подробные морфологические описания даны в приложении 1.

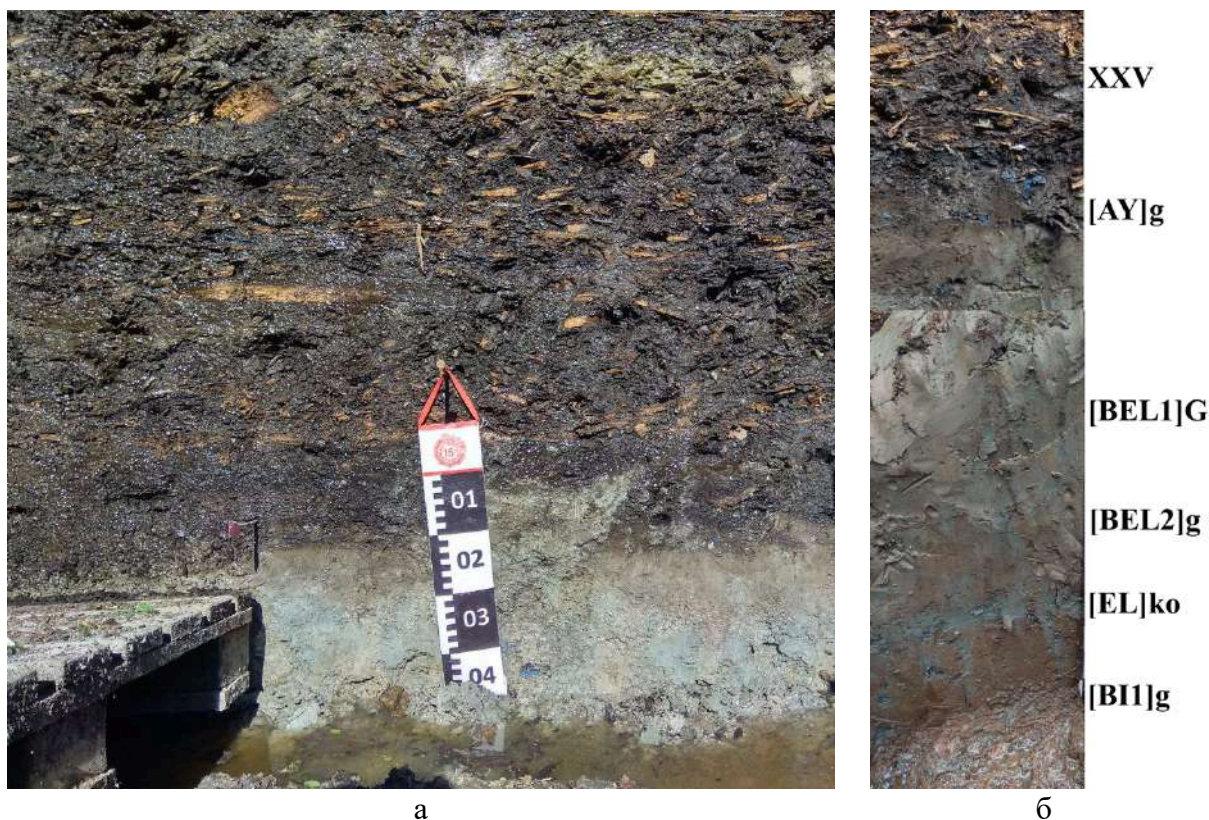


Рис. 14. а – нижняя часть стратиграфической колонки раскопа Дубошин-II и погребенная почва; б – профиль погребенной (палео)дерново-подзолистой глееватой почвы.

[AY]g (-830(833)-850 см) – влажный, пылеватый средний к легкому суглинок с плохо оформленной среднепрочной блочно-зернистой структурой. Цвет по Манселлу – 2,5 Y 3/1 brownish black. Отмечены включения мелких фрагментов щепы до 2-3 мм и элементов плохо оформленных копролитов.

На микроуровне слой имеет песчано-пылевато-глинистое микростроение с глыбисто-блочной микроструктурой, слабо сепарированной (межагрегатные поры иногда сомкнуты). Поровое пространство: поры-трещины и поры-камеры. Гумусо-глинистое тонкодисперсное вещество с неравномерной пропиткой: есть зоны более гумусированные (рис. 15а). Преимущественно мелкочешуйчатая ориентация глинистых частиц, но также встречается струйчатая, вокругагрегатная и околопоровая. Присутствуют глинистые стресс-кутаны и единичные фрагментарные кутаны вокруг пор. Много диффузных железистых пятен и нодулей. Включения единичных растительных остатков и костей, небольшого количества углей, фрагментов керамики. Большое количество биоморфов: фитоциты, пыльцевые зерна, панцири диатомовых водорослей, клетки зеленых водорослей, спикулы губок (рис. 15б).

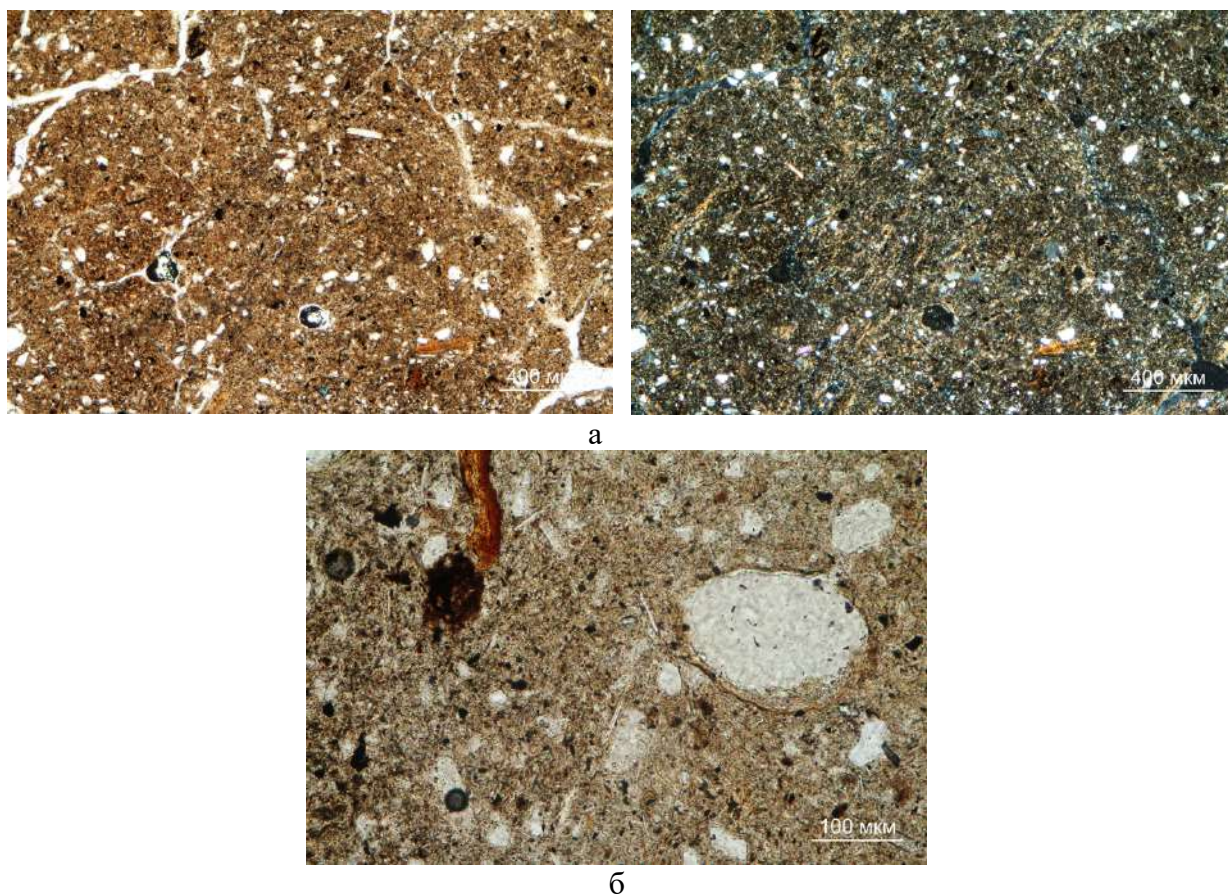


Рис. 15. Горизонт [AY]g: а – гумусо-глинистое тонкодисперсное вещество со струйчатой и вокругагрегатной ориентацией глинистых частиц, с песчано-пылеватыми силикатными зернами и глинистыми стресс-кританами (слева – PPL, справа – XPL); б – спикеры губок, клетки зеленых водорослей, пыльцевые зерна в общей массе (PPL).

[BEL1]G (-850-870(871) см) – влажный, плотный, твердоватый, тяжелый суглинок с плохо оформленной прочной блочно-глыбистой структурой. Окраска неоднородная: фон – 10Y 4/1 grey, диффузные пятна - 10YR 4/3 dull yellowish brown, прожилки гидротроилита ($\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) – 5B 1,7/1 bluish black, пятна - 2,5Y 5/4 yellowish grey. Единичные корни и большое количество корневых ходов. Единичные белые солевые прожилки. Также присутствуют единичные мелкие угли.

В шлифе слой имеет преимущественно пылевато-глинистое микростроение, но также есть зоны и с пылеватым микростроением. Микроструктура призмочно-блочно-глыбистая. Плотное сложение, много пор-трещин. Железисто-глинистое тонкодисперсное вещество с неравномерной железистой пропиткой: есть зоны обогащения и обеднения окислами железа (рис. 16а, б). Ориентация глинистых частиц преимущественно перекрестная, иногда околоторовая. Встречаются глинистые инфиллинги и папулы. В общей массе присутствуют мелкие плохо оформленные железистые нодулы. Большое количество пыльцевых зерен, редкие ожелезненные растительные остатки.

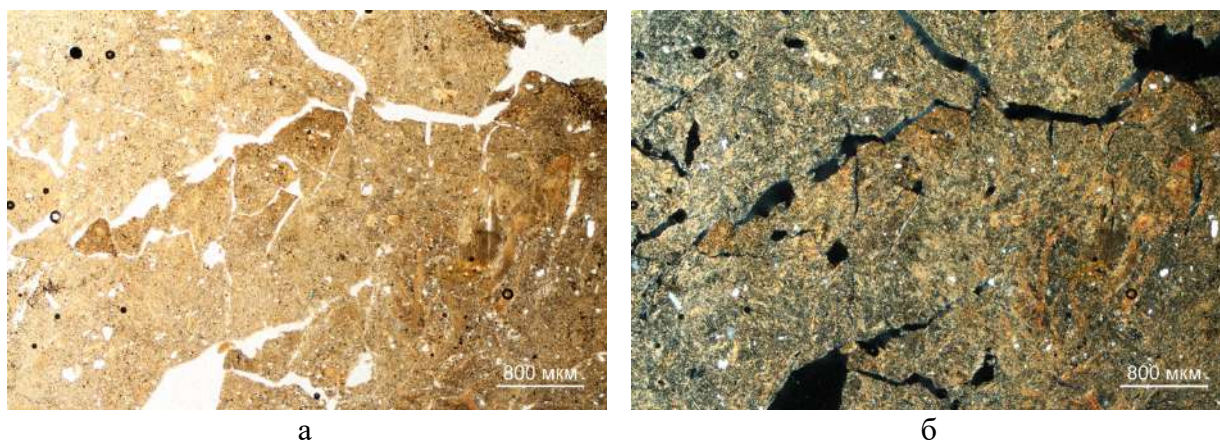


Рис. 16. Горизонт [BEL1]G: глинистое обезжелезненное тонкодисперсное вещество с неравномерной железистой пропиткой и пораами-трещинами: а – PPL; б – XPL.

[BEL2]g (-870(871)-883(885) см) – влажный к мокрому, плотный, твердоватый. Глина со средне оформленной прочной призмовидно-блочной структурой. Окраска неоднородная: фон – 10GY 4/1 dark greenish grey. Присутствуют железистые диффузные пятна (10YR 5/3 dull yellowish brown) и мелкие рыхлые скопления гидроокислов железа (2,5 Y 6/6 bright yellowish brown), черные прожилки гидротроилита (N 3/0 dark grey), редкие тонкие глинистые кутаны по граням структурных отдельностей (2,5 Y 3/2 brownish black + 2,5Y 4/2 dark grayisy yellow). Встречаются единичные корни.

На микроуровне слой имеет глинистое микростроение и призмовидно-блочную микроструктуру, плотное сложение. Много пор-трещин, но также встречаются и поры-каналы. Железисто-глинистое тонкодисперсное вещество с неравномерной железистой пропиткой: зоны обогащения и обеднения (рис. 17а, б). Ориентация глинистых частиц в основном струйчатая, иногда околоторовая. Встречаются глинистые стресс-кутаны, иногда кутаны иллювиирования. Отмечены пылевато-гумусовые инфиллинги в порах. В тонкодисперсном веществе присутствуют мелкие нодулы оксидов железа. Встречается большое количество пылевых зерен.

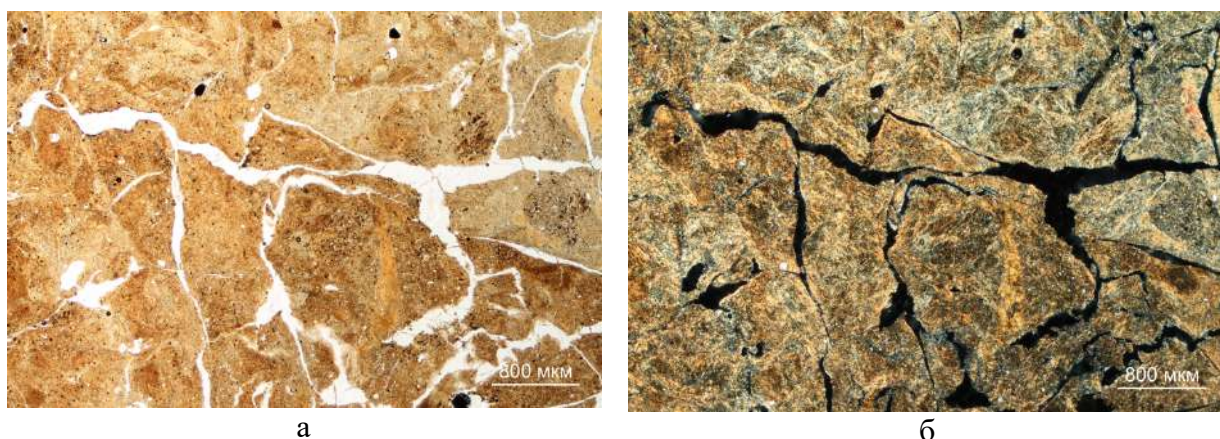


Рис. 17. Горизонт [BEL2]g: призмовидно-блочная микроагрегация железисто-глинистого тонкодисперсного вещества со струйчатой и околопоровой ориентацией глинистых частиц: а – PPL; б – XPL.

[EL]ko (-883(885)-889(890) см) – влажный, плотный, твердоватый, средний суглинок с глыбисто-мелкоплитчатой структурой. Окраска неоднородная: фон – 7,5GY 4/1 dark greenish grey, пятна - 10GY 4/1 dark greenish grey. На гранях структурных отдельностей тонкие фрагментарные оглеенные глинистые кутаны (преобладает 10GY 3/1 dark greenish grey+2,5Y 3/3 dark olive brown). Отмечены красно-охристые пятна оксидов железа и черные достаточно рыхлые пятна гидротроилита. Единичные включения оторфованных растительных остатков и обилие мелких корней.

В шлифе материал слоя плазменно-пылеватого микростроения с глыбистой микроструктурой (рис. 18а, б). Достаточно плотное сложение. Поровое пространство: поры-трещины и поры-каналы. Тонкодисперсное вещество глинистого состава: частицы в основном имеют околопоровую ориентацию, иногда чешуйчатую и перекрестную. Встречаются глинистые кутаны-иллювиирования по порам и пылеватого-гумусовые кутаны. Прослеживается обогащение кутан железом. Присутствуют единичные ожелезненные растительные остатки.

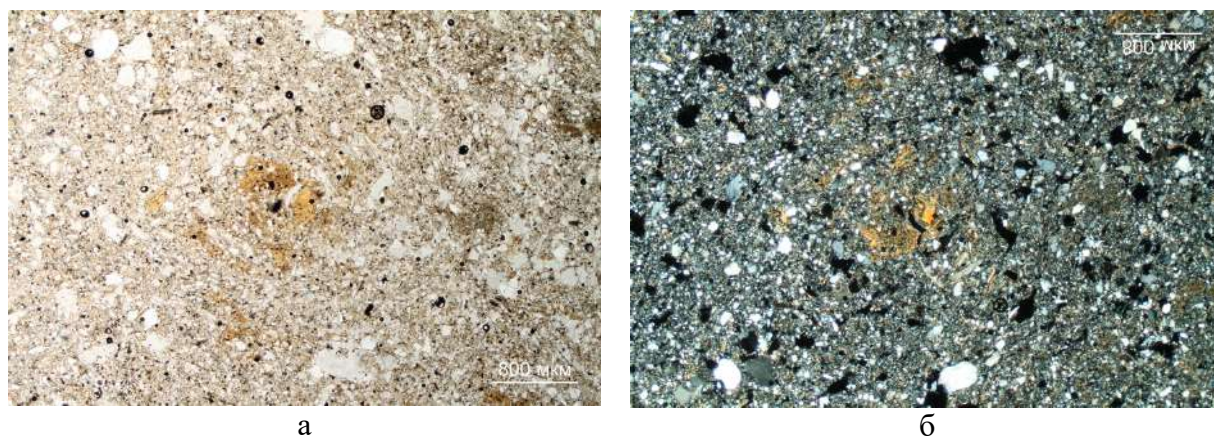


Рис. 18. Горизонт [EL]ko: плазменно-пылеватое микростроение. Глинистые кутаны-иллювиирования: а – PPL; б – XPL.

[BI1]g (-889(890)-905(910) см) – мокрый, плотный, твердый, тяжелый суглинок с плохо оформленной призмовидной и хорошо оформленной блочно-крупитчатой структурой. Окраска неоднородная: фон – 10YR 4/4 brown. Поверхность агрегатов более бурая, чем внутриведная масса. Присутствуют диффузные пятна оглеения (5B 5/1 bluish black), белые прожилки солей (не вскипают от HCl, 7,5 Y 8/2 light grey). На гранях

структурных отдельностей глинистые кутаны (10YR 2,5/1 brownish black/black+2,5/3 dark brown – brownish grey).

На микроуровне слой преимущественно пылевато-плазменного микростроения, но также есть зоны и с пылеватым микростроением. Блочная микроструктура. Плотное сложение. Много пор-трещин, но также встречаются и поры-каналы. Бурое с охристо-бурыми и темно-бурыми пятнами железисто-глинистое тонкодисперсное вещество с неравномерной железистой пропиткой: зоны обогащения и обеднения (рис. 19а, б). Ориентация глинистых частиц струйчатая, перекрестная и вокругскелетная. Вокруг пор и крупных силикатных зерен присутствуют глинистые кутаны разной мощности: преимущественно стресс-кутаны, кутаны иллювиирования. Много мелких железистых пятен и нодулей, единичные железисто-глинистые кутаны вокруг силикатных зерен. Встречаются редкие ожелезненные растительные остатки вдоль пор-каналов. Некоторые поры заполнены солевыми инфиллингами.

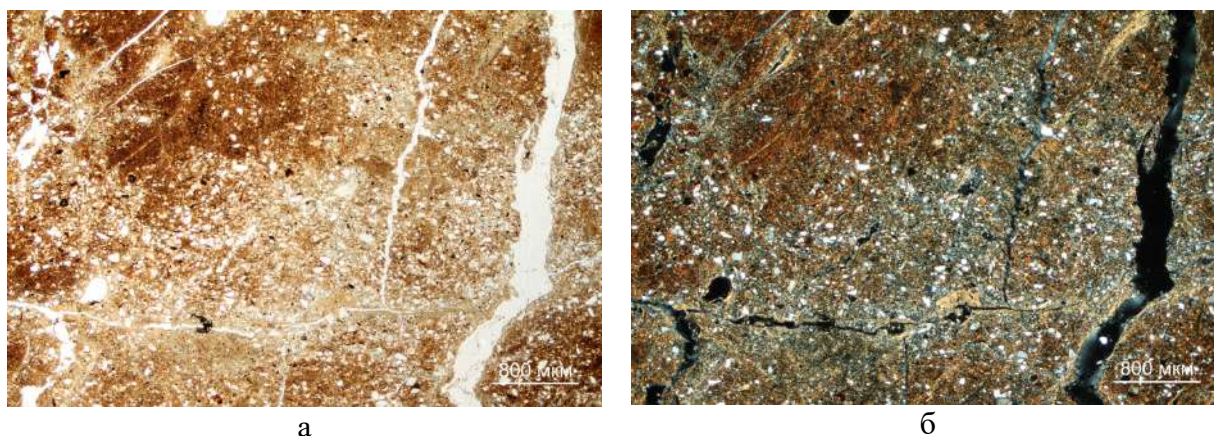


Рис. 19. Горизонт [В1]g: железисто-глинистое тонкодисперсное вещество с неравномерной железистой пропиткой и глинистыми стресс-кутанами: а – PPL; б – XPL.

Микроморфологические особенности горизонтов, наличие гидротроилита, глинистых кутан (в т.ч. стресс-кутан), а также обилие биоморфов, указывают на длительный период переувлажнения с переменным окислительно-восстановительным режимом. Присутствие фрагментов керамики и углей в верхнем горизонте свидетельствует о наложении процессов антропогенного воздействия на сформировавшийся профиль подзолистой почвы.

4.1.6. Химическая и физико-химическая характеристика и свойства АПЛС и погребенной почвы

Анализ химических и физико-химических характеристик АПЛС стратиграфической колонки раскопа Дубошин-II выявил их выраженную вариативность по профилю, отражающую как процессы антропогенного накопления веществ, так и природные условия их трансформации. Данные по общим физико-химическим и химическим характеристикам АПЛС стратиграфической колонки и погребенной почвы приведены в приложении 2, полный набор данных по содержанию макро- и микроэлементов – в приложениях 3 и 4. Ввиду очень высокого содержания органического вещества в большинстве слоев, мы сочли не корректным определять грансостав без удаления органической части, и технически крайне сложным выполнять анализ в минеральном остатке, потому руководствовались органолептическими полевыми определениями грансостава и микроморфологическими данными. Рассмотрим основные химические и физико-химические характеристики исследованной в раскопе Дубошин-II колонки АПЛС.

Реакция среды в слоях верхней (I-IX) и средней пачки (XII-XVIII), а также в обособленных слоя X и XI слабокислая-нейтральная и лежит в диапазоне 5,9-7,7 (рис. 19а). В нижней пачке (XIX-XXIV) pH смещается в щелочную сторону с пиковыми значениями в слоях XIX (9,2) и XXIII (8,18). Верхний горизонт погребенной почвы – [AY]g имеет слабокислую реакцию – 6,58, что характерно для профиля подзолистых почв. Остальные горизонты почвы в целом характеризуется слабощелочной-щелочной реакцией среды (pH 7,87-8,10). Такие высокие показатели pH не характерны для дерново-подзолистых почв и являются результатом диагенетических преобразований после захоронения под АПЛС, связанных с аккумуляцией и миграцией щелочных компонентов: карбонатов, щелочей золы.

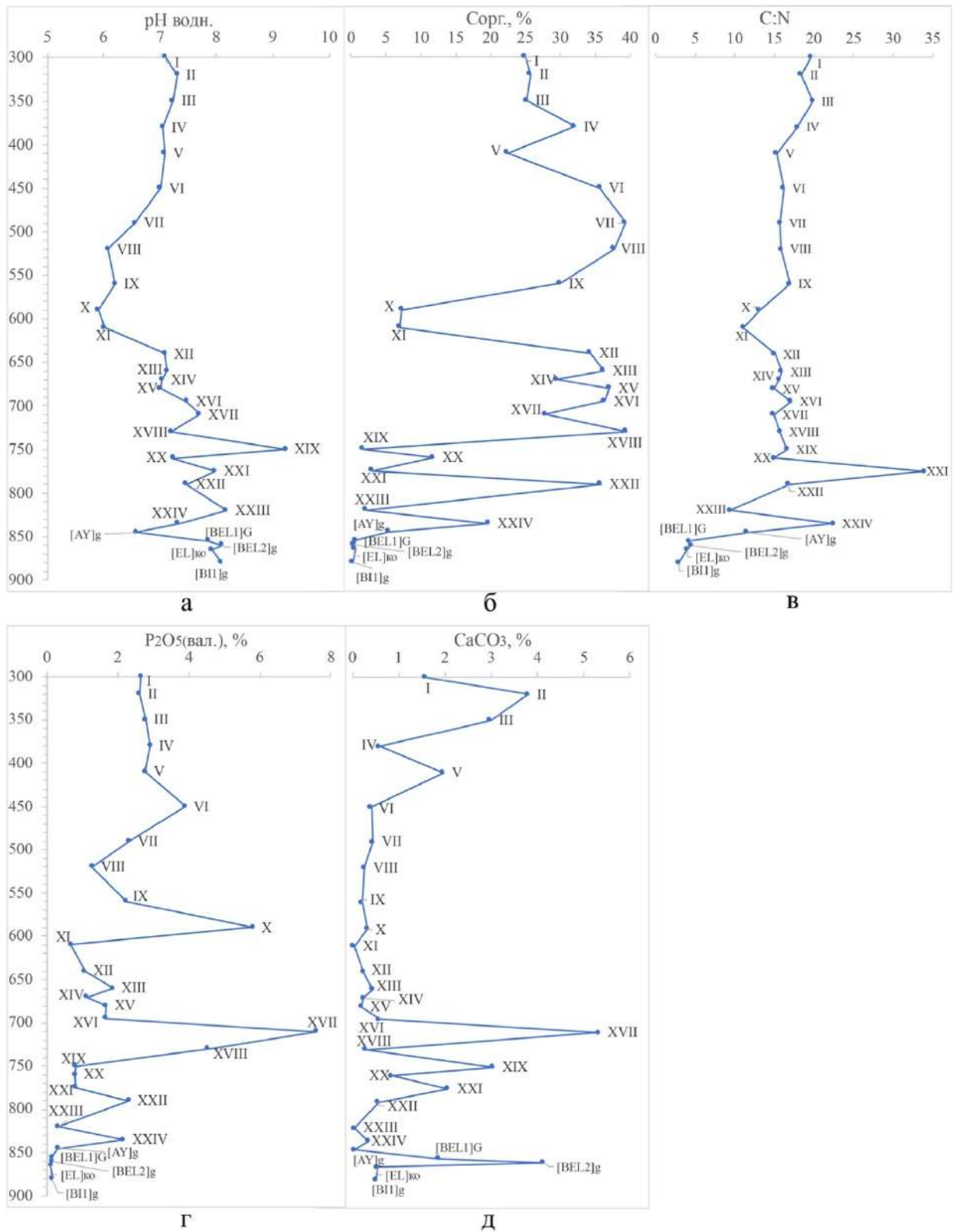


Рис. 19. Данные аналитических исследований стратиграфических слоев: а – рН водн.; б – Сорг, %; в – C:N; г – P₂O₅ (вал.); д – CaCO₃, %.

Содержание органического углерода в данной стратиграфической колонке крайне высокое по сравнению с серогумусовым горизонтом зональных дерново-подзолистых почв (0,5-6%) и сопоставимо с содержанием в органогенных почвенных горизонтах:

грубогумусовых, перегнойных, торфяных (15-35% и выше) (Полевой определитель почв России, 2008) (рис. 19б). В слоях I-III верхней стратиграфической пачки содержание углерода составляет 25%, в то время как в нижних слоях (IV-IX) этой же пачки содержание значительно увеличивается – 30-39%. В слоях X и XI отмечается резкое уменьшением содержания углерода до 7%. В средней пачке (XII-XVIII) прослеживаются наиболее высокие значения данного показателя – 28-39%, что указывает на активное накоплением органических субстратов в период формирования данной пачки. Нижняя пачка (XIX-XXIV) характеризуется наиболее низкими концентрациями углерода без видимой тенденции по содержанию показателя внутри пачки, которые варьируются от 2 до 19%. В слое XXII отмечается пик по содержанию углерода – 35%. В горизонтах погребенной почвы содержание органического углерода типично для дерново-подзолистых почв и закономерно убывает с глубиной – от 5,4 (что достаточно много для серогумусового горизонта дерново-подзолистых почв) до 0,3% в нижних горизонтах.

Соотношение C:N в стратиграфической колонке варьирует от 9 до 34 (рис. 19в). Наименьшие значения (11-13) отмечены в слоях X-XI, где минимально содержание органического углерода (около 7%), что указывает на преобладание гумифицированного, обогащенного азотом, материала. Наибольшее соотношение (C:N – 34) зафиксировано в слое XXI, тогда как в слое XXIII при близком содержании органического углерода (2,97 и 2,18%) значение C:N составляет всего 9. Такое различие обусловлено качеством органического вещества: в слое XXI преобладают слабо разложенные растительные остатки, бедные азотом, а в слое XXIII органический материал сильно гумифицирован и обогащен азотом (вероятно, навоз), что подтверждается микроморфологически – гумусовое тонкодисперсное вещество, наличие вивианита. По сравнению с естественными торфяными почвами, где C:N в верхних горизонтах достигает 37-38 (Дубровина, 2023), в археологических педолитоседиментах значения данного показателя заметно ниже, что свидетельствует о более глубокой трансформации органического вещества под влиянием антропогенной деятельности (перемешивание, поступление азотсодержащих отходов, навоз, зола). Аналогичные величины (11-22) характерны для навоза крупного рогатого скота и его смесей с подстилкой (Andersson et al., 2024), что подтверждает значительную долю субстратов животного происхождения в составе археологических педолитоседиментов. При содержании органического вещества 20-35% в агроторфяных почвах соотношение C:N составляет 10-18 (Семененко, 2015), что хорошо согласуется с полученными значениями для большинства слоев профиля.

Вся исследуемая часть стратиграфической колонки является сверхсильнозафосфаченной (Прокофьева и др., 2014) (рис. 19г). В целом, прослеживается

тенденция по данному показателю: содержание фосфора уменьшается с глубиной от 2,7% (I) до 0,3% (XXIII). В верхней пачке содержание фосфора варьируется в пределах от 1,3% (VIII) до 2,9% (IV). Пик отмечен в слое VI – 3,9%. Слои X и XI отличаются контрастными значениями – 5,8% и 0,7%, соответственно. Высокое содержание фосфора в слое X подтверждается также микроморфологически наличием здесь кристаллов вивианита. В слоях средней пачки содержание фосфора ниже, чем в слоях верхней, и лежит в диапазоне от 1,1% (XII) до 1,9% (XIII). Исключение составляют два нижних слоя с пиковыми значениями: слой XVII – 7,6% и слой XVIII – 4,5%. Данные слои насыщены перегнойным материалом и навозом. Слои нижней пачки характеризуется самым низким содержанием фосфора в стратиграфической колонке – от 0,3% до 0,8%. Однако, среди нижних слоев выделяется слои XXII и XXIV с повышенной концентрацией фосфора – 2,2-2,3%. В горизонтах погребенной почвы содержание фосфора закономерно убывает с глубиной от 0,3% ([AY]g) до 0,15% ([BI1]g). Минеральные горизонты почвы диагностируются как незафосфаченные (Прокофьева и др., 2014).

По всей исследованной толще археологических педолитоседиментов содержание карбонатов невысокое (рис. 19д): большинство слоев содержат менее 2% карбонатов, что соответствует категории слабокарбонатных почв (ГОСТ Р 70229-2022), за исключением единичных карбонатных слоев со содержанием 2-5%. В верхней пачке содержание карбонатов варьируется от 0,22% (слой IX) до 3,80% (слой II). Наибольшие значения в этой пачке отмечены в верхних слоях II и III – 2,98-3,80%, тогда как в слоях IV-IX значения снижаются до 0,22-0,59%, за исключением слоя V с содержанием 1,96%. Верхняя пачка характеризуется неравномерным распределением карбонатов с тенденцией к уменьшению их содержания в нижней части пачки. Слои X и XI демонстрируют контрастные значения: слой X содержит 0,34% карбонатов, тогда как слой XI характеризуется минимальным для всей колонки значением – 0,04%. В средней пачке (слои XII-XVIII) содержание карбонатов распределено так же неравномерно и варьируется в диапазоне 0,20-0,59%. На этом фоне резко выделяется слой XVII, в котором содержание карбонатов достигает максимального для всей колонки значения – 5,32%. В нижней пачке (слои XIX-XXIV) содержание карбонатов варьируется в более широком диапазоне с тенденцией к убыванию к низу пачки: от 0,05% (слой XXIII) до 3,05% (слой XIX). Слои XIX и XXI характеризуется повышенным содержанием карбонатов – 3,05% и 2,07%. В горизонтах погребенной почвы содержание карбонатов возрастает с глубиной: от 0,05% в горизонте [AY]g до 1,86% в [BEL1]G и 4,14% в [BEL2]g, после чего снижается до 0,55% в [EL]ко и 0,52% в [BI1]g. Наличие карбонатов в погребенной почве – результат их диагенетической аккумуляции.

Перейдем к данным по элементному составу АПЛС, исследованных в раскопе Дубошин-II. Отметим, что эти отложения сложены весьма разнородным материалом – от пластов щепы и шерсти до гумифицированного растительного вещества и опесчаненного суглинка – часто с высоким и очень высоким содержанием органического вещества. Последнее определяет высокую сорбционную способность материала, что способствует аккумуляции микроэлементов. Субстантивно большинство стратиграфических слоев имеют мало общего с зональными почвами. В связи с этим сравнение содержания химических элементов проводилось не с фоновыми дерново-подзолистыми почвами, а с классификационными шкалами (для фосфора и карбонатов) и с кларками верхней части континентальной коры (для оксидов и микроэлементов), так как они близки к средним значениям элементного состава отложений Волхов-Ильменской низменности (Матинян, 2003; Долгих, 2010). Поскольку кларки для одних и тех же элементов у разных исследователей отличаются, мы опирались на исследование Касимова и соавторов (2015), где для каждого элемента обоснованно выбрано наиболее приемлемое значение (у конкретного исследователя). Эти выбранные значения и были использованы для сравнения. Содержание макро- и микроэлементов в погребенной почве сравнивалось с разрезом фоновой дерново-подзолистой почвы по данным А.В. Долгих (2010). В тексте приводятся и обсуждаются данные для макро- и микроэлементов, содержание которых в исследованных АПЛС значительно превышает использованные референсные значения.

Вся исследованная часть стратиграфической колонки характеризуется повышенным содержанием оксида кальция по сравнению с кларком (3,59%). Содержание оксида кальция варьируется по профилю, достигая максимальных значений в верхней и средней пачках, с резкими пиками в отдельных слоях (рис. 20а). В верхней пачке (слои I-IX) содержание оксида кальция значительно превышает кларковые значения. Наиболее высокие концентрации отмечены в верхних слоях I-V – 6,75-9,71%. Слои X и XI резко контрастируют между собой: слой X содержит 3,55%, что близко к кларку, тогда как слой XI характеризуется минимальным для археологических педолитоседиментов значением – 1,25%. В средней пачке (слои XII-XVIII) содержание оксида кальция варьируется в широких пределах: от 3,97% (слой XIV) до 7,25% (слой XVIII). Резким пиком выделяется слой XVII с максимальным для всей колонки содержанием – 16,00%, что более чем в четыре раза превышает кларк и, вероятно, связано с накоплением кальций-содержащих субстратов (фрагменты костей) и карбонатов различного генезиса (сферулиты, микрит). В нижней пачке (слои XIX-XXIV) значения оксида кальция близки к кларку – 2,69-3,94%. Слой XXII выделяется повышенным содержанием – 7,01%, а слой XXIII имеет аномально низкое значение – 0,60%. Минимальные значения в слоях XI и XXIII (1,25% и 0,60%

соответственно) указывают на силикатный, бескарбонатный состав. Скорее всего кальций поступал в АПЛС преимущественно с органическими отходами и фиксировался там, например в форме вторичных карбонатов. В горизонтах погребенной почвы содержание оксида кальция невысокое, варьируется от 0,54% ([BEL2]g) до 0,95% ([BI1]g) и сопоставимо со значениями в фоновой дерново-подзолистой почвы – 0,46-0,85% (Долгих, 2010).

Содержание оксида марганца по профилю часто превышает кларк (0,10%), особенно в верхней части колонки, с несколькими резкими пиками (рис. 20б). В верхней пачке (слои I-IX) содержание варьируется от 0,10% (слои IV-V) до 0,26% (слой IX). Слои I-II, VII-IX значительно превышают кларк – 0,20-0,27%. Пик в слое X (0,42%) связан с большим количеством древесного угля, который накапливает марганец (Александровская и др., 2007). В средней пачке (слои XII-XVIII) содержание оксида марганца почти во всех слоях ниже кларка – 0,10-0,12%, тогда как слой XVII выделяется пиковым значением – 0,21%. В нижней пачке (слои XIX-XXIV) содержание оксида марганца близко к кларку или ниже него – 0,03-0,13%. В горизонтах погребенной почвы содержание оксида марганца сопоставимо с содержанием в фоновой почве (0,03-0,017%) и варьируется от 0,02% ([AY]g) до 0,06% ([BEL1]G).

Содержание серы в АПЛС стратиграфической колонки крайне высокое по сравнению с кларком (0,1%) (рис. 20в). Стабильно высокие показатели наблюдаются в слоях верхней и средней пачки – 0,21-1,12%. В АПЛС сера может быть не только в составе неорганических веществ (сульфаты, сульфиды), но и в составе органических (пищевой и бытовой мусор, навоз). Слои верхней и средней пачки сложены преимущественно органическим и минерально-органическим материалом, что подтверждается также высоким содержанием углерода в этих пачках. В слое XVII и XVIII сера также присутствует в неорганической форме в составе гипсовых друз и фрамбоидов пирита. Максимальное содержание серы отмечено в слое VI – 1,12%, который на 80% состоит из щепы. Высокие концентрации серы в нижних слоях наблюдаются только в XXII (0,77%) и XXIV (0,52%), в них же отмечено присутствие перегнойно-гумусового материала. В погребенной почве концентрация серы не высокая и закономерно убывает с глубиной от 0,10% до 0,02%.

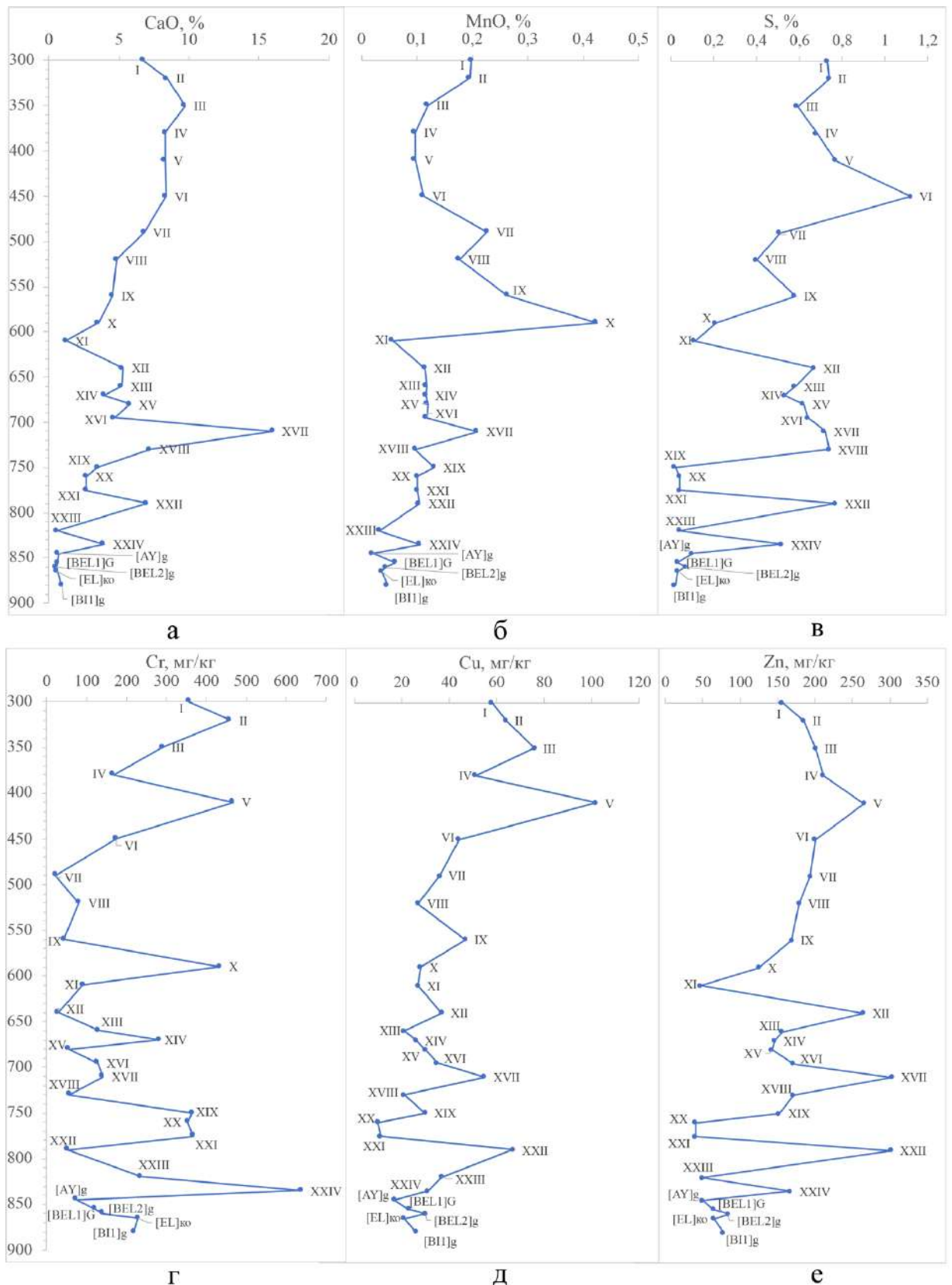


Рис. 20. Данные аналитических исследований стратиграфических слоев: а – CaO, %; б – MnO, %; в – S, %; г – Cr, мг/кг; д – Cu, мг/кг; е – Zn, мг/кг.

Содержание хрома в стратиграфической колонке значительно варьируется, многократно превышая кларк (92 мг/кг) в большинстве слоев (рис. 20г). В верхней пачке

(слои I-IX) содержание хрома колеблется от 22 мг/кг (слой VII) до 466 мг/кг (слой V). Наибольшие концентрации отмечены в слоях I-III и V. Слой X содержит 434 мг/кг (значительное превышение кларка), тогда как слой XI – 92 мг/кг. В средней пачке (слои XII-XVIII) содержание хрома заметно снижается по сравнению с верхней и варьируется от 29 мг/кг (слой XII) до 282 мг/кг (слой XIV). В нижней пачке (слои XIX-XXIV) практически во всех слоях содержание хрома заметно выше, чем кларк – 236-638 мг/кг, кроме слоя XXII (53 мг/кг). В горизонтах погребенной почвы содержание хрома лежит в диапазоне от 74 мг/кг ([AY]g) до 229 мг/кг ([EL]ко).

Стабильно высокие значения меди отмечены в верхней пачке и колеблются от 36 мг/кг (VII) до 102 мг/кг (V), слабо уменьшаясь вниз внутри пачки (рис. 20д). Концентрация меди в слоях X и XI практически совпадает с кларком (27 мг/кг) – 27-28 мг/кг. Средняя пачка слоев (XII-XVIII) характеризуется значениями содержания меди ниже кларка или несильно превышающими его – 21-55 мг/кг. В нижней пачке повышенное содержание меди отмечено в слое XXII – 67 мг/кг. Погребенная почва характеризуется схожей с фоновой почвой (14-34 мг/кг) концентрацией меди – 17-30 мг/кг.

Значения концентрации цинка стабильно высокие в слоях верхней (I-IX) и средней пачки и превышают значение кларка практически в 2 раза (75 мг/кг) (рис. 20е). В верхней пачке содержание цинка лежит в диапазоне 262-363 мг/кг, а в средней (XII-XVIII) – 142-303 мг/кг. Слой X также содержит большое количество цинка – 125 мг/кг, в то время как в слое XI идет существенное снижение его концентрации до 47 мг/кг. В нижней пачке отмечены пики по содержанию цинка в слоях XIX, XXII и XXIV – 152 мг/кг, 302 мг/кг и 167 мг/кг. В погребенной почве содержание цинка несколько выше, чем в фоновой (39-54 мг/кг) – 50-84 мг/кг. Наибольшим превышением по концентрации отличается горизонт [BEL2]g – 84 мг/кг.

Таким образом, археологические педолитоседименты раскопа Дубошин-II обогащены органическим углеродом, фосфором, серой, цинком, медью, хромом и оксидом кальция, что связано с большим количеством антропогенных субстратов, в том числе органических и органо-минеральных (древесные остатки, щепка, навоз, кости, зола), а также с низкой скоростью их трансформации, гумификации и минерализации органического вещества из-за постоянного переувлажнения. Застойное переувлажнение и подавленная микробиологическая активность создают и поддерживают весьма специфические геохимические условия внутри археологических педолитоседиментов: низкий окислительно-восстановительный потенциал, очень высокую сорбционную способность, большое количество растворенного органического вещества, способного к образованию и накоплению органо-минеральных комплексов. В то же время минеральные горизонты

погребенной почвы сохранили черты, характерные для дерново-подзолистого почвообразования: кислую реакцию в верхней части, низкое содержание органического углерода и фосфора, обедненность микроэлементами, что свидетельствует о довольно стабильных условиях в период ее формирования. Морфологически погребенный профиль не обнаруживает серьезных антропогенных нарушений. Можно предполагать, что он довольно быстро был погребен при городской средневековой застройке. При этом погребенная почва испытывает геохимическое влияние вышележащих АПЛС: мы видим нехарактерное для дерново-подзолистых почв накопление здесь карбонатов, прожилки легкорастворимых солей, повышенные содержания хрома, а в некоторых случаях также цинка и меди.

4.1.7. Типизация и интерпретация диагностически-значимых признаков в АПЛС и погребенной почве

Ниже, на примере стратиграфической колонки археологических педолитоседиментов и погребенной почвы раскопа Дубошин-II, рассмотрим типизацию комплекса признаков, важных с точки зрения процессов формирования АПЛС. Эта типизация была разработана нами и использована для составления систематических списков признаков и процессов на обоих исследованных объектах.

В результате морфогенетических исследований стратиграфической колонки археологических педолитоседиментов и погребенной почвы раскопа Дубошин-II весь комплекс морфологических признаков, важных с точки зрения диагностики процессов формирования АПЛС, был подразделен на две группы. В первую группу вошли признаки, связанные с присутствием и деятельностью человека в период формирования археологических педолитоседиментов, во вторую – признаки не связанные, или слабо связанные с деятельностью человека (табл. 1). В приложениях 5-7 приведена экспертная полуколичественная оценка встречаемости признаков, на рисунках 34 и 35 – их распределение в стратиграфической колонке АПЛС.

Таблица 1. Диагностически значимые признаки в стратиграфических слоях раскопа Дубошин-II.

Признаки, связанные с присутствием, селитебной и хозяйственной деятельностью человека		Признаки, не связанные, или слабо связанные с деятельностью человека
<p><i>Человек – актер (антропогенные признаки)</i></p> <p><i>непосредственное влияние на процессы механического поступления, перемещения, преобразования органического и минерального вещества</i></p>	<p><i>Человек – регулятор локальных природных процессов (природно-антропогенные признаки)</i></p> <p><i>опосредованное влияние на физико-химические, химические, биохимические процессы метаморфизма вещества, миграции и аккумуляции новообразованных продуктов</i></p>	<p><i>Человек – фон для природных процессов</i></p> <p><i>возможное косвенное влияние на природные почвенные процессы метаморфизма, переорганизации, оглеения, миграции и аккумуляции новообразованных продуктов</i></p>
<p>Растительный детрит</p> <p>Биоостатки животного происхождения: кости млекопитающих и рыб, шерсть, яичная скорлупа</p> <p>Керамика</p> <p>Биоморфы: фитолиты, пыльцевые зерна, панцири диатомовых водорослей, спикулы губок, клетки зеленых водорослей</p> <p>Кальцитовые сферулиты, яйца гельминтов</p>	<p>Пирогенные признаки: угли, фрагменты витрифицированной массы, пирогенные карбонаты</p> <p>Новообразования фосфора: вивианит</p> <p>Новообразования сульфидов: фрамбоиды пирита</p> <p>Новообразования гипса: гипсовые друзы</p>	<p>Новообразования оксидов-гидроксидов железа: диффузные пятна и нодули, ожелезнение по растительным тканям</p> <p>Зоны обеднения соединениями железа: пятна оглеения</p> <p>Текстурные новообразования: глинистые кутаны</p> <p>Биогенные признаки: грибные споры, копролиты микро- и мезофауны</p>

Суглинистые агрегаты (угловатые непористые агрегаты компактного сложения) ¹ Обломки плотнокристаллических пород	Новообразования карбонатов: микритовые кутаны, инкрустации по растительным остаткам Новообразования легкорастворимых солей: прожилки и точечные выделения	Биогенная и коагуляционная (микросгустковая) агрегация Струйчатая и околопоровая ориентация глинистой плазмы
--	--	--

¹ – строительный материал.

Первая группа признаков, в свою очередь, разделена на преимущественно *включения* – признаки, непосредственно связанные с деятельностью человека, при формировании которых человек выступает актором (условно обозначенные далее как антропогенные), и признаки – *новообразования*, в формировании которых человек участвует опосредованно, через изменения локальных условий среды (далее природно-антропогенные). *Первая подгруппа* (табл. 1, рис. 21) включает признаки, связанные с непосредственным присутствием, или участием человека, являющиеся результатом процессов механического поступления, перемещения, преобразования органических и минеральных субстратов/компонентов. Подчеркнем, что признаки этой подгруппы – результат именно механических процессов, они не образуются *in situ*, они поступают в состав АПЛС и захораниваются при поступлении новых порций отложений, или остаточны аккумулируются при разрушении привнесенных материалов. Так, например, массовая аккумуляция растительного детрита и фитолитов происходит при привносе человеком растительного материала (непосредственное действие человека). Другой пример – сферулиты, формирующиеся в кишечнике травоядных животных, поступавшие в АПЛС потому, что травоядные животные были спутниками и частью системы жизнеобеспечения человека. Накопление этого компонента могло происходить в местах содержания сельскохозяйственных животных (присутствие и хозяйственные активности человека), или в местах складирования навоза (непосредственное действие человека).

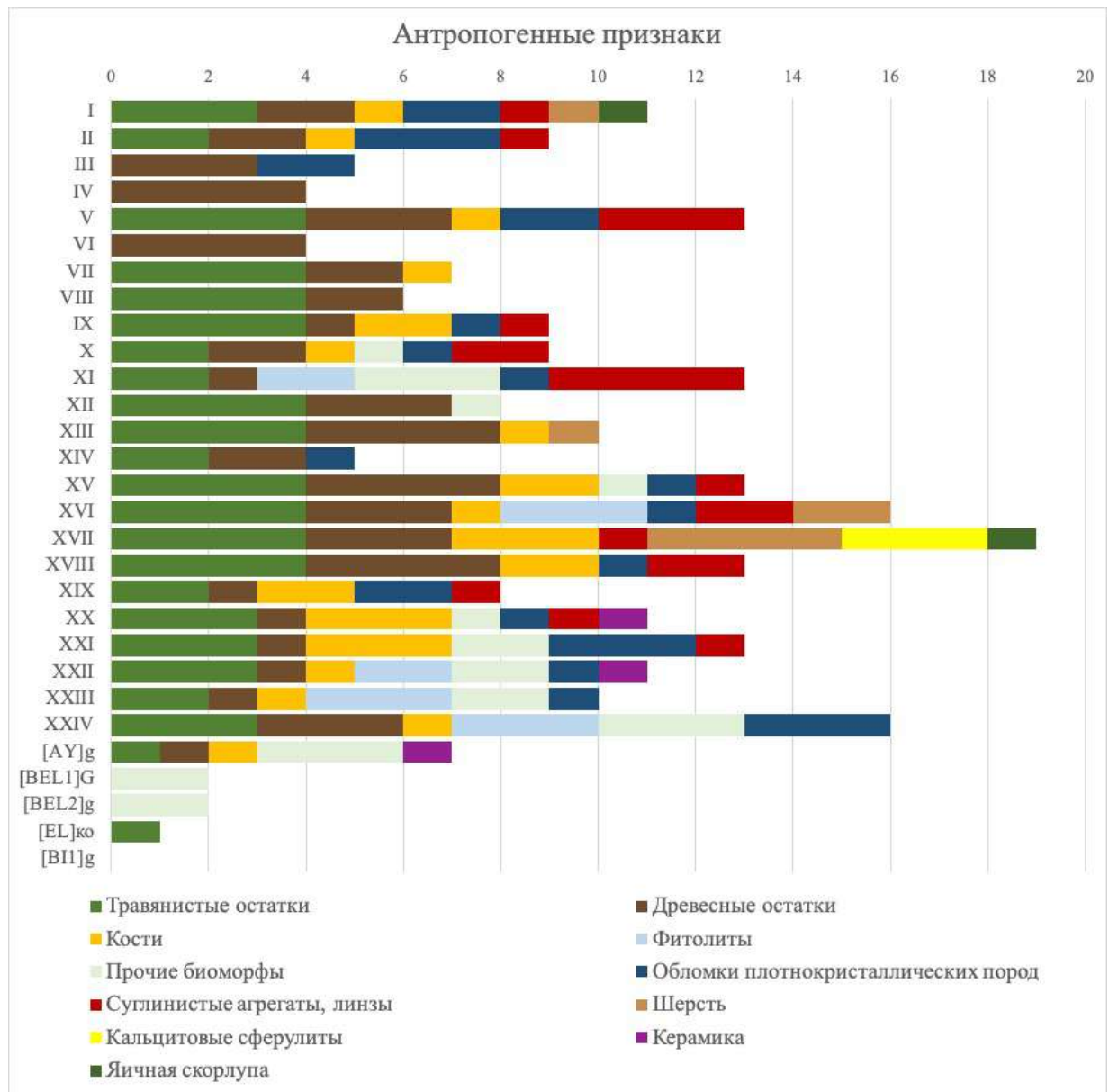


Рис. 21. Распределение антропогенных признаков в стратиграфической колонке раскопа Дубошин-II.

Растительный детрит. Все слои стратиграфической колонки имеют в своем составе растительный детрит, который представлен травянистыми и древесными остатками. Среди древесных остатков на макроуровне идентифицированы мелкие ветки, фрагменты щепы и бересты. Практически все слои (кроме X и XIX) в разной степени насыщены щепой. Встречаются слои, где фрагменты щепы составляют более 80% всего материала – IV, VI, XVII, XVIII. Щепа может залегать хаотично или субгоризонтальными прослоями. Чаще всего встречаются фрагменты хорошей сохранности, но также присутствуют и сильно мацерированные. На микроуровне растительные остатки присутствуют во всех слоях стратиграфической колонки и имеют разную степень сохранности (от слабо до сильноразложившихся). Особенно ими насыщенным слоем V-IX, XII-

XVIII. В некоторых слоях травянистые остатки имеют субгоризонтальную ориентацию – VII, VIII, X, XII, XV, XVI-XVIII (рис. 22а). Такое расположение растительного детрита, вероятно, свидетельствует о наличие травянистых подстилок или настилов.

Фитолиты, пыльцевые зерна, панцири диатомовых водорослей, спикулы губок, клетки зеленых водорослей отнесены к антропогенным признака не по генезису, а по контексту: их массовое и неравномерное по слоям присутствие в АПЛС, в отличие от фонового распределения в природных почвах, позволяет связать их с привнесенным человеком субстратом. Не смотря на большое количество органического материала, в частности растительного детрита, в АПЛС фитолиты встречаются лишь в нескольких слоях и, как правило, приурочены к скоплению морфологически идентифицируемых растительных остатков – XI, XVI, XXII-XXIV. Среди фитолитов идентифицированы диагностические формы, характерные для злаков (XVI, XXII). Пыльцевые зерна, панцири диатомовых водорослей, спикулы губок и клетки водорослей встречаются в основном в слоях нижней пачки (XX-XXIV) и в верхних горизонтах погребенной почвы. Причем все они фрагментарны. Скорее всего биоморфы попали в АПЛС вместе с привнесенным субстратом (навоз, ил, растительные остатки) и со временем были подвержены различным механическим воздействиям, способствующим нарушению их целостности. Следует отдельно отметить слой XI, в котором также присутствуют биоморфы, но внутри суглинистых агрегатов (рис. 22б). Однако, в данном исследовании при микроморфологическом анализе АПЛС следует относиться с осторожностью к информации о биоморфах в шлифах, т.к. их наличие и обилие может быть некорректным, например, из-за «маскировки» среди вмещающего материала. Общепринятые методы определения состава минеральных биоморфов предполагают удаление органического вещества из образца (Battarbee, 1986).

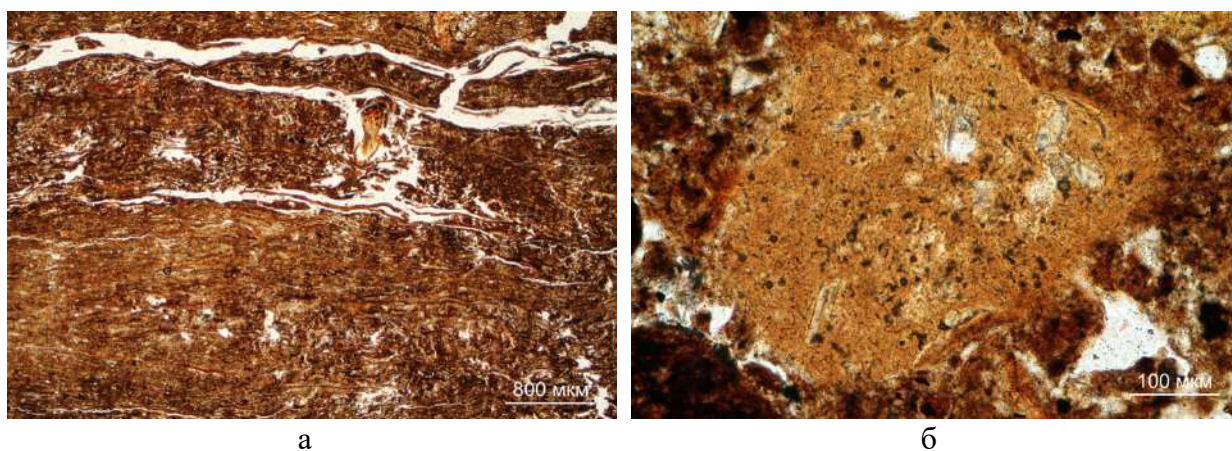


Рис. 22. а – субпараллельные слои растительных остатков. Слой XVIII (PPL); б – пыльцевые зерна, фитолиты и обломки панцирей диатомовых водорослей внутри суглинистого агрегата. Слой XI (PPL).

Фрагменты костей в стратиграфической колонке на микроуровне встречаются практически во всех слоях в небольшом количестве (рис. 23). Обилием отличаются слои XVII, XX, XXI. В слоях V, XVI, XX-XXII среди фрагментов костей идентифицированы кости рыб. На макроуровне фрагменты костей встречены только в слое V. Наблюдаются фрагменты, деформированные в результате проработки биотой – внутри присутствуют биогенные каналы. Кости в большинстве случаев имеют плохую сохранность, часто обожженные. Следы температурного воздействия свидетельствуют об использовании их в пищу и последующей утилизации, в ходе которой фрагменты уже были подвержены переработке внутрипочвенными процессами (включая биогенные).

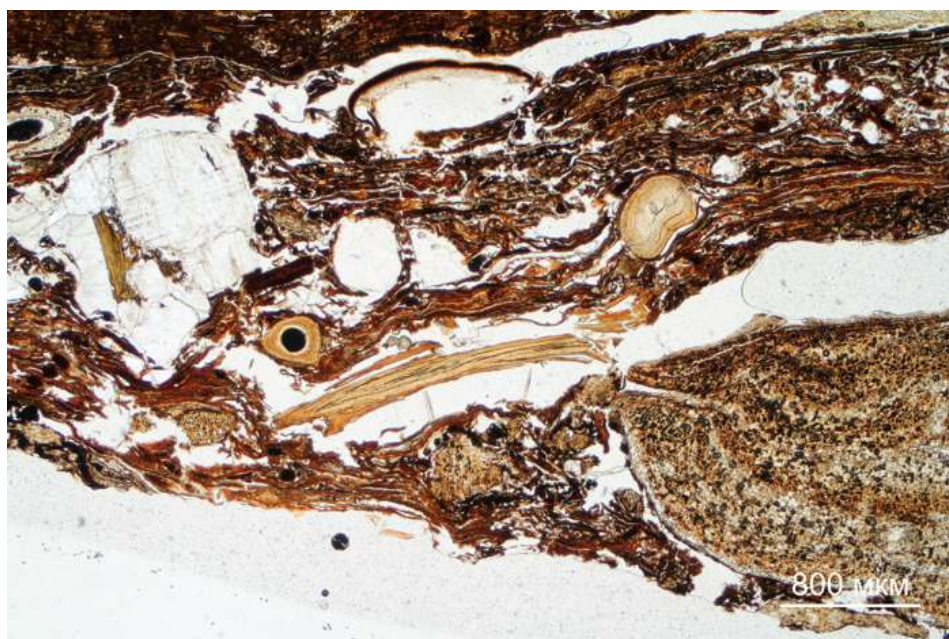


Рис. 23. Фрагменты костей среди растительных остатков. Слой XVIII (PPL).

Суглинистые агрегаты состоят из глинистого тонкодисперсного вещества, часто с сохранной струйчатой или перекрестно-волокнистой ориентацией частиц, иногда ожелезненные, имеют четкие границы, иногда округлую форму, что отличает их от основного тонкодисперсного материала слоя (рис. 24). Данный микропризнак встречается в небольшом количестве в слоях I, V, IX-X, XV-XVI, XX-XXI. Суглинистые агрегаты по строению похожи на материал горизонтов [BEL1]G и [BEL2]g погребенной почвы. Следует отметить, что слой XI полностью состоит из суглинистых агрегатов с неравномерной железистой пропиткой и местами с сохранной сетчатой ориентацией глинистых частиц. При чем внутри некоторых агрегатов встречается большое количество биоморфов (фитолиты, пыльцевые зерна, панцири диатомовых водорослей). Вероятно, этот слой представляет собой озерную глину, которая была использована как строительный материал.

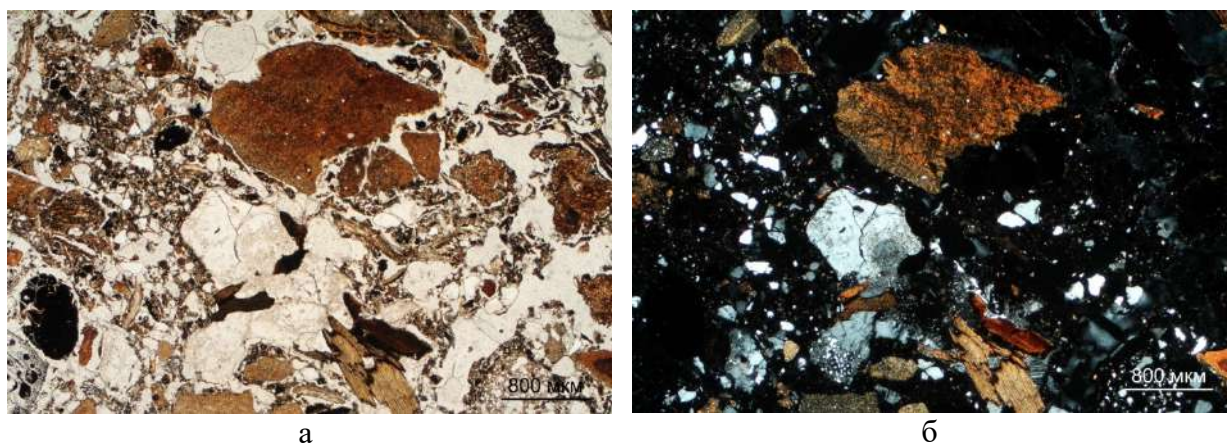


Рис. 24. Железисто-глинистый агрегат и фрагмент гранитной дресвы. Слой V:
а – PPL; б – XPL.

Обломки плотнокристаллических пород. Включения фрагментов *гранитной дресвы* очень распространены в стратиграфической колонке (рис. 24). Гранитная дресва встречается в слоях I, V, IX, XI, XV-XVI, XVIII-XXII, XXIV. В этих же слоях на макроуровне отмечено присутствие прожженной гранитной дресвы и песка. Данный материал, вероятно, представляет собой очажные выбросы из печей. Фрагменты *карбонатной дресвы* (рис. 25) встречаются единично в слоях XX и XXI. Это крупные фрагменты известняка до 4 мм. Учитывая, что карбонатные отложения не характерны для исследуемой территории, данные включения также использовались в составе строительного сырья.

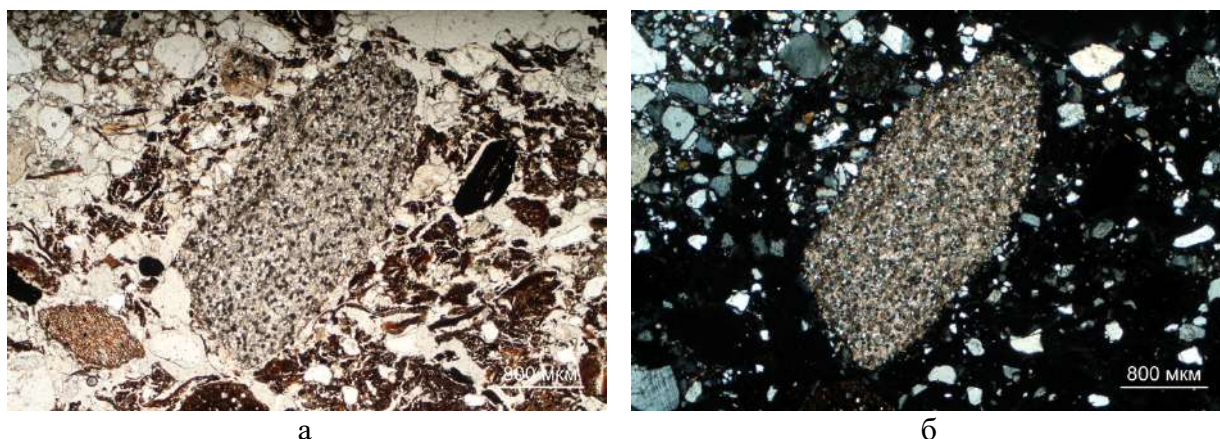


Рис. 25. Фрагмент карбонатной дресвы. Слой XX: а – PPL; б – XPL.

Кальцитовые сферулиты (рис. 26а) формируются в тонкой кишке у травоядных животных под действием специфических видов бактерий (Canti, 1999; Coil et al., 2003). Сферулиты встречаются в большом количестве в слое XVII. Присутствие данного микропризнака свидетельствует о наличии в слое фекальных остатков травоядных животных (Canti, Brochier, 2017). В слое XVII все сферулиты сильно деформированные,

часто встречаются с перекристаллизацией, что указывает на неблагоприятные для сохранности данного микропризнака внутрипочвенные условия – высокая влажность, анаэробная обстановка в восстановительная среде.

Фрагменты шерсти на микроуровне встречаются единично в слоях I, XIII, XVI, XVII (рис. 26б). На макроуровне все слои с данным признаком сложены перегнойным материалом с большим количеством растительных остатков. Шерсть здесь идентифицирована в слоях XVI и XVII, при чем слой XVII на 80% состоит из шерсти. Учитывая, большое количество сопутствующего с данным признаком органического материала, а также присутствие на микроуровне в слоях XVI и XVII кальцитовых сферулитов, как диагностического признака навоза, можно предположить, что шерсть принадлежала домашнему скоту, который содержали на территории усадеб на протяжении всего периода накопления АПЛС, начиная с XII века.

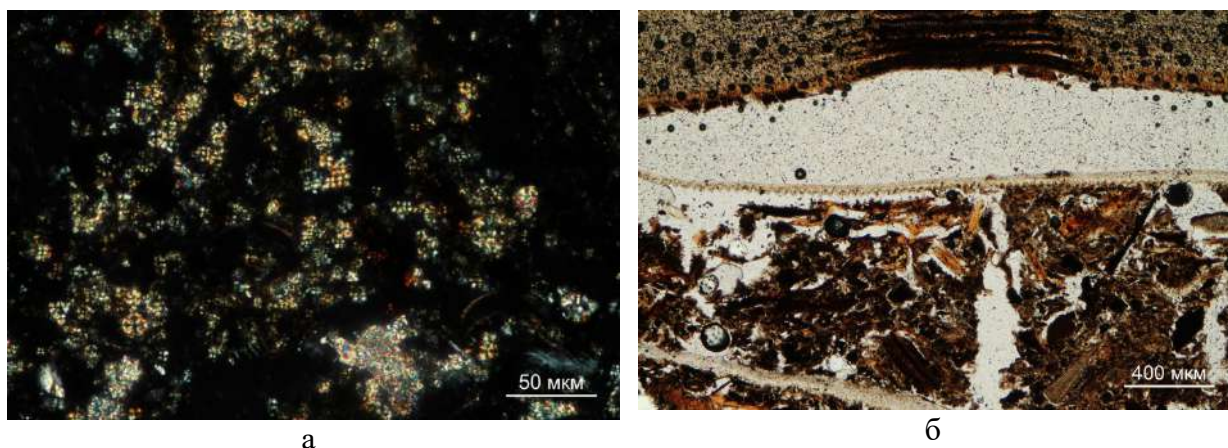


Рис. 26. а – скопление кальцитовых сферулитов. Слой XVII (XPL); б – фрагменты шерсти. Слой XVII (PPL).

Фрагменты яичной скорлупы встречены единично в слоях I и XVII (рис. 126). Данный микропризнак свидетельствует о присутствии отходов бытового потребления. Яичная скорлупа достаточно редко встречается в АПЛС, т.к. для ее сохранности требуется щелочная среда, пониженная влажность и низкая биологическая активность (Canti, 2017). Присутствие единичных фрагментов данного микропризнака указывает на благоприятные локальные условия внутрипочвенной среды в конкретных слоях.

Фрагменты керамики встречаются единично в слоях XX и XXII. В слое XXII присутствует крупный фрагмент (рис. 27): тонкодисперсное вещество имеет железисто-глинистый состав, причем железистая пропитка распределена неравномерно. Грубодисперсный материал представлен большим количеством силикатных зерен разной размерности, в т.ч. присутствует гранитная дресва и биотит. Фрагмент имеют неоднородную окраску от ярко-охристой до темно-бурой, почти черной, что

свидетельствует о неоднородном обжиге керамических изделий. Глинистые минералы имеют яркую интерференционную окраску, что говорит об обжиге ниже 700°C. Присутствует большое количество изометричных (фитоморфных) пор, свидетельствующих о добавлении в тесто растительного материала.

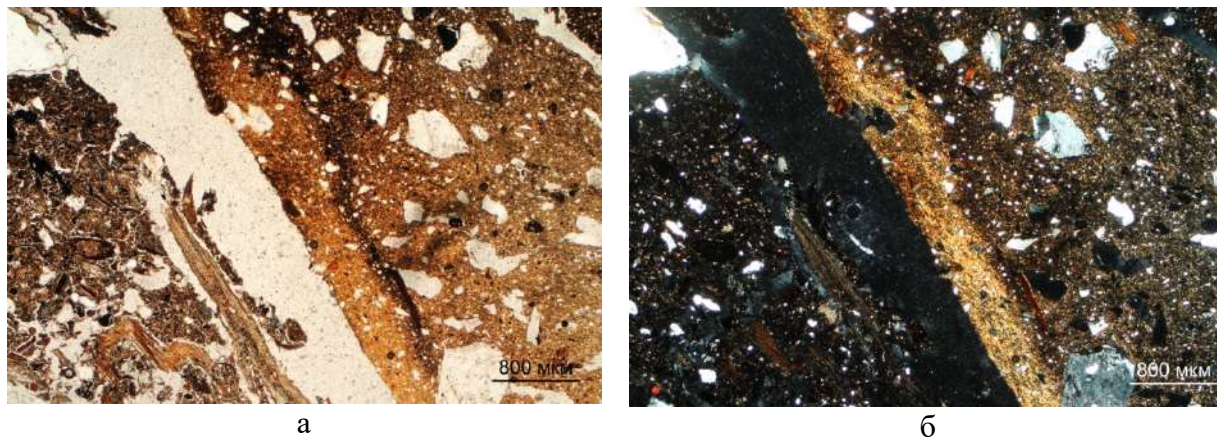


Рис. 27. Фрагмент керамики: железисто-глинистое тонкодисперсное вещество с включением песчано-пылеватых силикатных зерен. Слой XXII: а – PPL; б – XPL.

Вторая подгруппа признаков (табл. 1, рис. 28), связанных с присутствием и деятельностью человека, включает морфологически обособленные новообразованные соединения, которые формируются в результате опосредованного влияния человека, когда он меняет локальные геохимические условия. Например, массовое поступление в слой разнообразного органического вещества, особенно компонентов животного происхождения, создает избыток фосфора, серы, благоприятствуя формированию новообразований фосфора, сульфатов и сульфидов. Использование человеком огня ведет к накоплению пирогенных признаков: углей, пирогенных карбонатов и др.

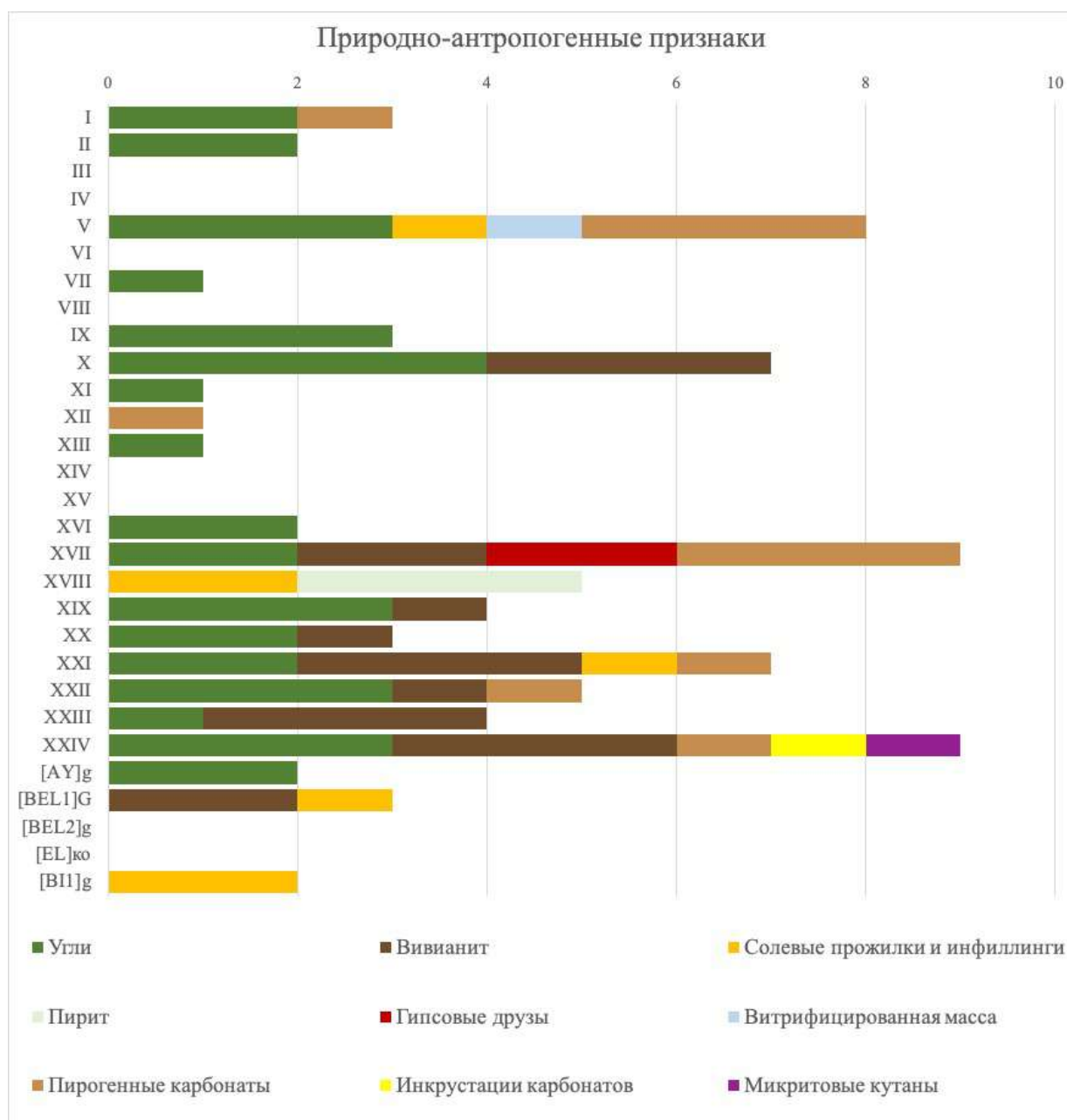


Рис. 28. Распределение природно-антропогенных признаков в стратиграфической колонке раскопа Дубошин-II.

Фрагменты углей – один из самых распространенных микропризнаков, встречающихся в стратиграфической колонке (рис. 29а). Большое количество углей на микроуровне отмечено в слоях V, IX, X, XIX, XXII, XXIV. Встречаются как мелкие, так и крупные фрагменты с сохранным клеточным строением (древесные угли). На макроуровне угли встречаются реже, чем на микроуровне, и представлены в основном крупными морфологически сохранными фрагментами. Редкие угли также идентифицированы в гумусовом горизонте [AY]g погребенной почвы.

Единичный фрагмент *витрифицированной массы* встречен в слое V (рис. 29б). Данный фрагмент имеет аморфную, стекловатую структуру, в проходящем

поляризованном свете – черно-бурый, а при скрещенных поляризаторах – изотропен. Внутри присутствуют округлые пустоты, образованные при выходе газов. Данный микропризнак образуется при спекании высококремниевых минералов: кварца и опала под действием высоких температур (Macphail, Goldberg, 2018). Источником кремнезема в данных слоях, в частности, могут быть и фитолиты.

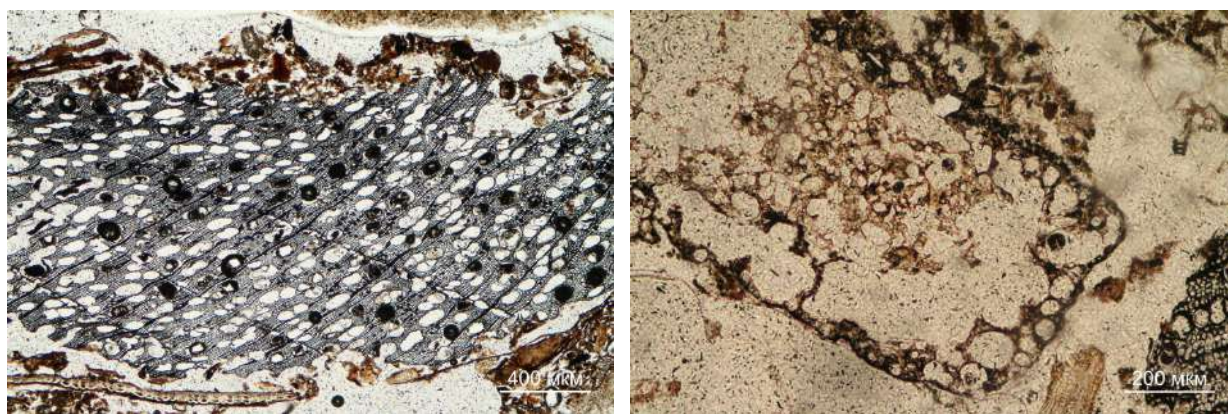


Рис. 29. а – фрагмент угля с сохранной клеточной структурой. Слой XVII (PPL); б – фрагмент витрифицированной массы. Слой V (PPL).

Пирогенные карбонаты представлены микритом, иногда с перекристаллизацией в микроспарит, и встречаются скоплениями между обугленными, или частично обугленными растительными остатками в слоях I, V, XII, XVII, XXI, XXII, XXIV (рис. 30). В отличие от других форм карбонатов, пирогенные карбонаты аккумулируются в золе и их присутствие связано с горением материала. Источником карбонатов в данном случае является растительный материал. Растения содержат кальций преимущественно в виде оксалатов. При воздействии температур свыше 400-500°C оксалаты переходят в карбонаты кальция (Александровский, 2007). Микроморфологически такие пирогенные карбонаты отличаются от непирогенных в проходящем поляризованном свете мутным серым цветом и сложным рельефом, чаще представлены микрокристаллическими формами (Canti, Brochier, 2017). Присутствию данных пирогенных признаков указывает на сжигание древесины и бытовых отходов.

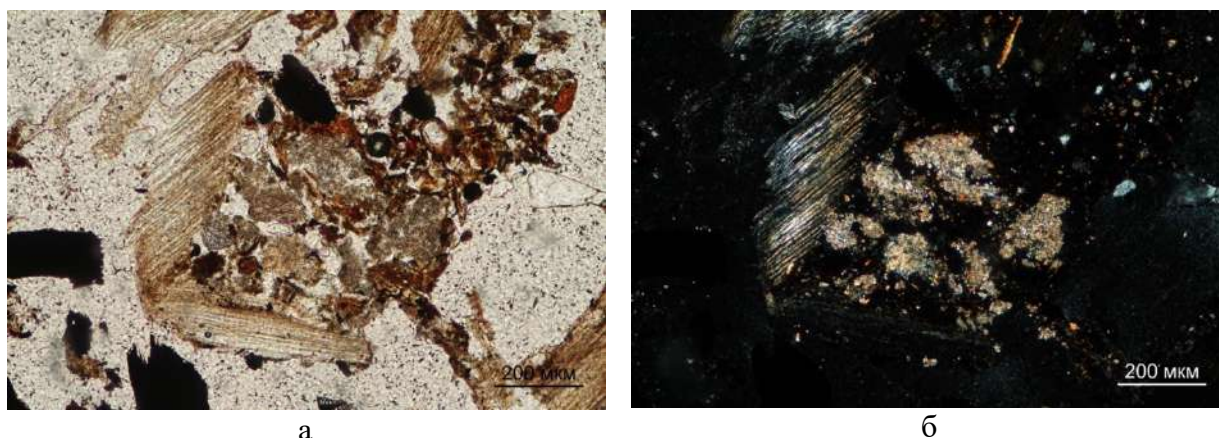


Рис. 30. Скопления пирогенных карбонатов среди растительных остатков. Слой XVII:
а – PPL; б – XPL.

Новообразования фосфора в виде кристаллов вивианита встречаются в основном в слоях нижней пачки (XIX-XXIV), сложенных органо-минеральным материалом (рис. 31). На макроуровне данные новообразования идентифицированы на суглинистых агрегатах и на фрагментах щепы в виде синих пятен и прожилок. При окислении на воздухе на свежем срезе в профиле синие пятна вивианита приобретают черную окраску. Происходит химическая трансформация вивианита в метавивианит: переход двухвалентного железа в трехвалентное с потерей части воды, что приводит к изменению окраски (Sameshima, Henderson, 1985). На микроуровне кристаллы вивианита встречаются скоплениями в тонкодисперсном веществе, в порах, вокруг растительных остатков и внутри них. При чем наблюдаются как вытянутые кристаллы разного размера, так и их сростки. Вивианит образуется под действием бактерий, которые восстанавливают ионы железа до двухвалентного состояния, после чего они становятся доступными для реакции с ионами фосфата (Шерышева и др., 2012). Вивианит встречается в гидроморфных анаэробных условиях чаще всего в природной среде в торфяниках, болотах, озерных и речных осадках. Присутствие данного минерала в АПЛС прежде всего связано с антропогенной деятельностью, т.к. основным источником фосфора там являются органические остатки животного происхождения (например, пищевые отходы, навоз, кости).

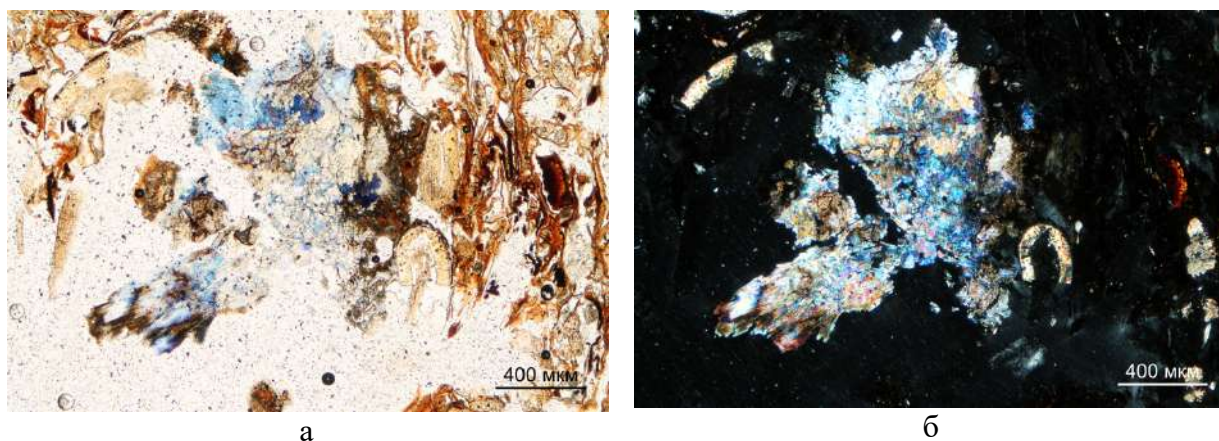


Рис. 31. Кристаллы вивианита между растительных остатков. Слой XVII: а – PPL; б – XPL.

Новообразования легкорастворимых солей представлены единичными белыми прожилками и точечными выделениями в слоях V, XVIII, XXI, а также в горизонтах [BEL1]G и [BI1]g погребенной почвы. Легкорастворимые соли идентифицированы только на макроуровне. В процессе пробоподготовки шлифов для микроморфологического исследования данные новообразования растворяются. В слое V эти новообразования могут быть связаны с современным применением противогололедных средств, их растворением, миграцией и последующей кристаллизацией. В нижних слоях и горизонтах почвы ниже легкорастворимые соли могут быть продуктом перераспределения легкорастворимых компонентов золы.

Новообразования сульфидов встречаются в виде фрамбоидов пирита в слое XVIII между скоплениями детрита (рис. 32а). Пирит образуется в результате жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий в восстановительных условиях при присутствии органического вещества, соединений железа и сульфат-насыщенных растворов. Такие структуры требуют значительного времени для формирования и стабильный восстановительных условий, что говорит о длительном застое органического материала во влажной среде с доступом сульфатов (Mees, Stoops, 2018).

Новообразования гипса представлены гипсовыми друзами и встречаются в небольшом количестве в поровом пространстве между растительными остатками в слое XVII (рис. 32б). Внутри одной друзы присутствуют кристаллы разного размера, что свидетельствует о том, что друзы находятся на этапе перекристаллизации (Лебедева и др., 2014).

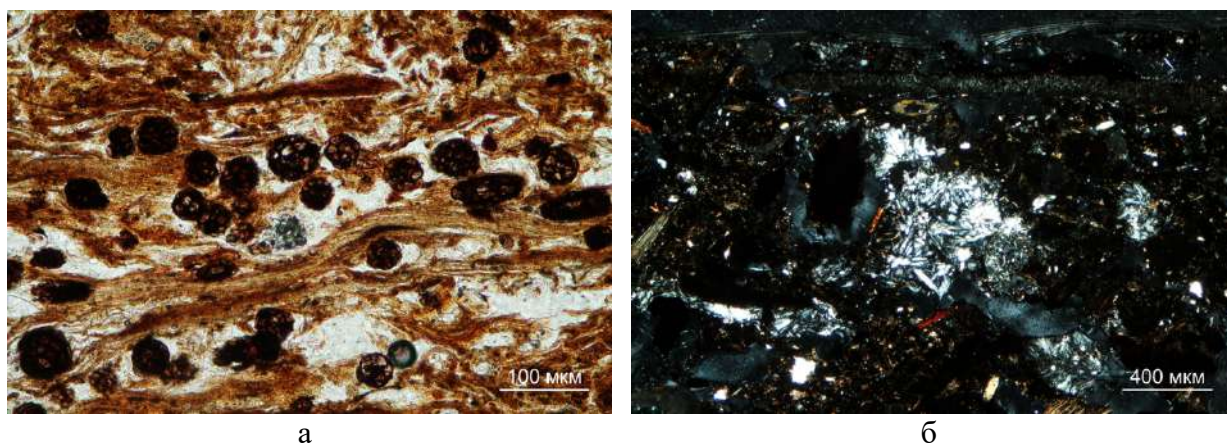


Рис. 32. а – скопление фрамбоидов пирита в растительном остатке. Слой XVII (PPL);
 б – гипсовые друзы в порах. Слой XVII (XPL).

Новообразования карбонатов в исследуемом профиле встречены единично только в слое XXIV: мощные, но рыхлые микритовые кутаны вокруг силикатных зерен (рис. 33) и инкрустации по растительным тканям.

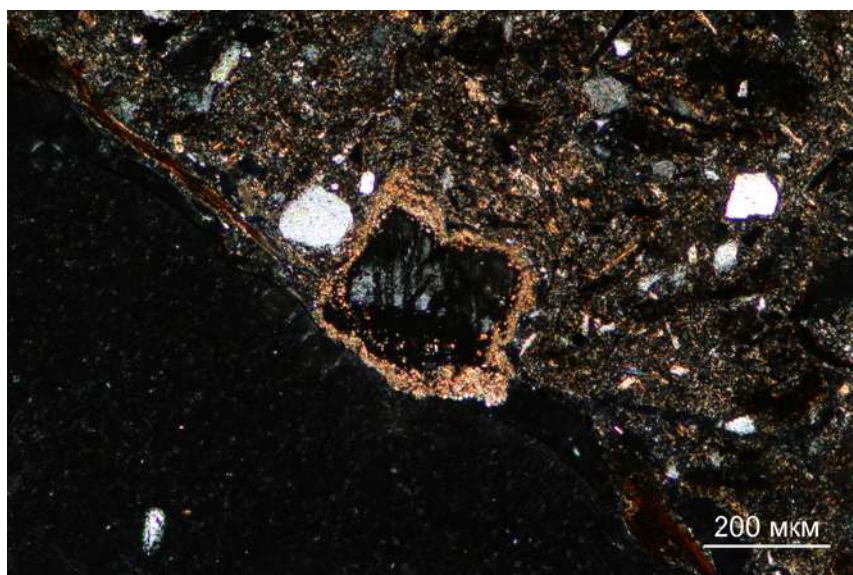


Рис. 33. Микритовая кутана вокруг силикатного зерна. Слой XXIV (XPL).

Следующая группа признаков является результатом **природных почвенных процессов** (табл. 1, рис. 34), соответствующих данному природному контексту. Такие признаки широко распространены в почвах исследуемого региона: суглинистых и глинистых текстурно-дифференцированных, в той или иной степени переувлажненных. Эти признаки обычно формируются без всякого участия человека. Однако человек может косвенно влиять на их выраженность, обилие, распределение в толще АПЛС, например, через изменение гидрологических условий: степени и длительности переувлажнения.

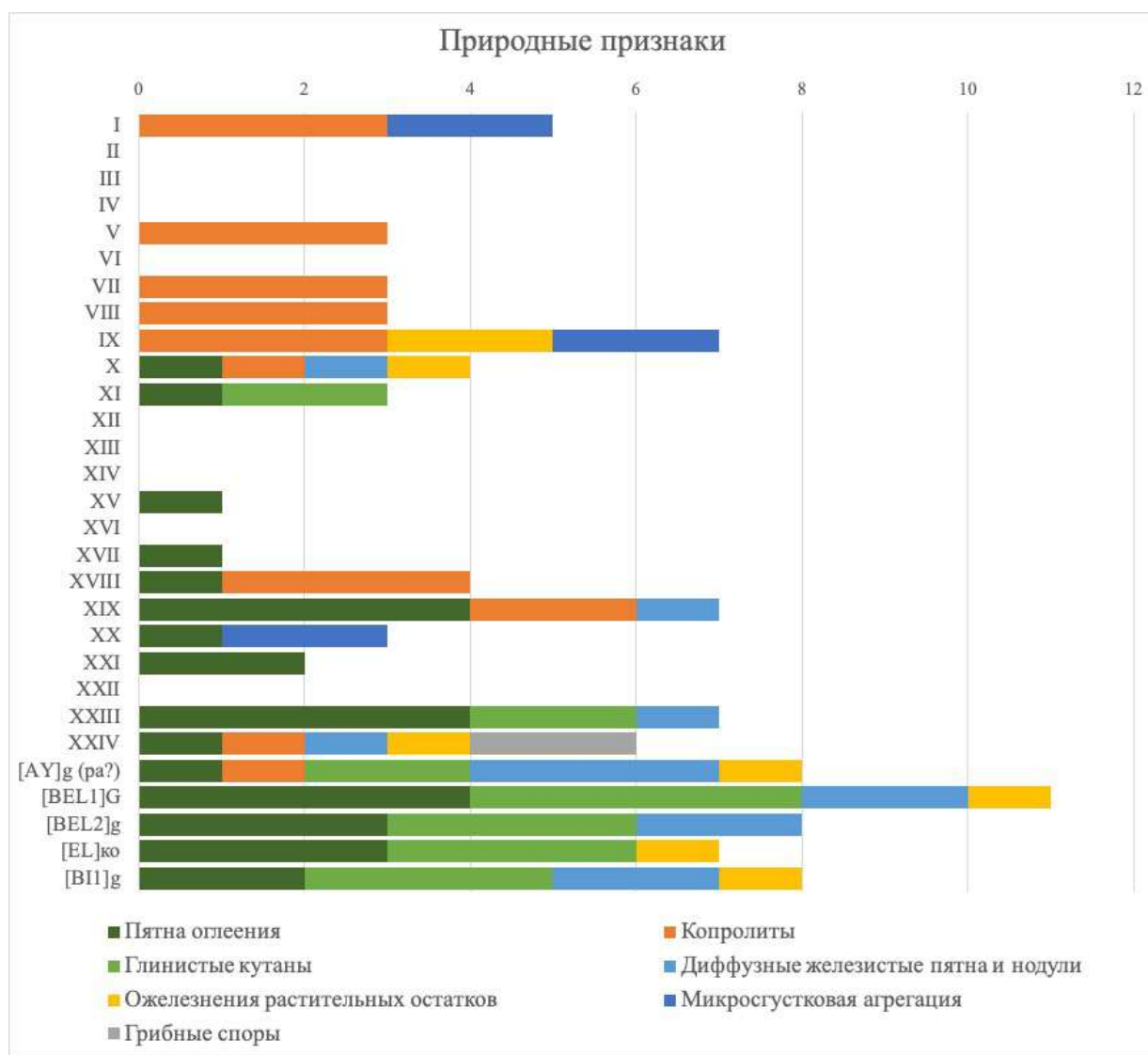


Рис. 34. Распределение природных признаков в стратиграфической колонке раскопа Дубошин-II.

Биогенные микропризнаки являются самими распространенными в стратиграфической колонке. Так, в верхней толще (I-IX) встречается большое количество копролитов внутри растительных остатков и между ними. Более того, в некоторых слоях (XIII, XXIV) отмечена проработка биотой фрагментов древесного угля и костей – присутствуют биогенные каналы. Скопления грибных спор были встречены в небольшом количестве в слое XXIV (рис. 35а). Распространение биогенных признаков, в частности копролитов, а также выраженная гумификация растительного материала в верхней толще свидетельствует об аэробных условиях и меньшем увлажнении, по сравнению с нижележащими слоями.

Биогенная и коагуляционная (микросгустковая) агрегация (рис. 35б) тонкодисперсного вещества отмечена в слоях I, IX, XX. Вероятно, агрегированности материала способствовали гумусовые вещества, выделяющиеся при разложении

органического материала, которые «склеили» тонкодисперсные частицы общей массы (Караева и др., 1992).

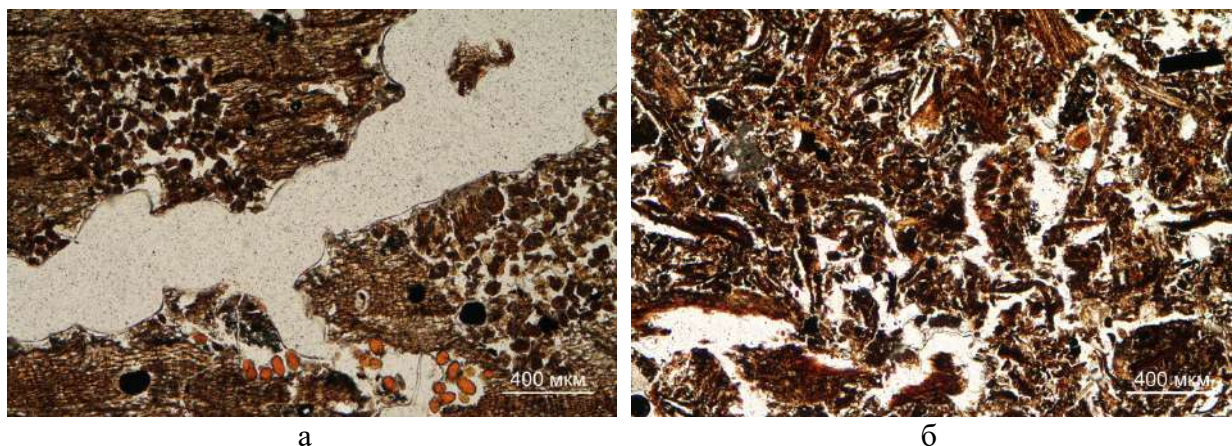


Рис. 35. а – скопления копролитов и грибных спор (снизу) в растительном остатке. Слой XXIV (PPL); б – элементы микросгустковой агрегации тонкодисперсной массы. Слой IX (PPL).

Новообразования оксидов-гидроксидов железа в исследуемой стратиграфической колонке представлены диффузными пятнами (рис. 36а) и нодулями в тонкодисперсном веществе (X, XIX, XXIII, XXIV), а также ожелезнениями по растительным остаткам (IX, X, XXIV). В горизонтах погребенной почвы также отмечены единичные ожелезнения растительных тканей и большое количество диффузных пятен и нодулей. Следует отметить, что все новообразования железа встречаются в слоях, где на макроуровне присутствует суглинистый материал с признаками оглеения. Такие новообразования формируются в динамичных окислительно-восстановительных условиях с чередованием анаэробных и аэробных режимов (Герасимова и др., 1992; Караева и др., 1992; Vepraskas et al., 2018).

Пятна оглеения отмечены на макроуровне единично в обособленных слоях X и XI и в слоях средней пачки (XV, XVII-XVIII). В большом количестве данный признак встречается в слоях нижней пачки и в горизонтах погребенной почвы. Сизые и серые тона в минеральном материале обусловлены оглеением – процессом, который возникает при длительном или периодическом переувлажнении и развитии восстановительной обстановки. В таких условиях железо и марганец восстанавливаются, первичные минералы разрушаются, и образуются вторичные минералы, имеющие характерную холодную серо-сизую окраску (Почвоведение..., 1988).

Глинистые кутаны присутствуют в небольшом количестве в слоях XI и XXIII преимущественно вокруг микроагрегатов (рис. 36б), реже вокруг пор. Глинистые кутаны являются суспензионной миграции и аккумуляции (иллювирирования) силикатного тонкодисперсного вещества (Brewer, 1960). Слои IX-X и XIX-XXI имеют в составе

тонкодисперсный глинистый материал, который под действием гравитационных сил мигрировал в составе почвенных суспензий и осаждался в нижележащих слоях. Большое количество глинистых кутан отмечено в горизонтах погребенной почвы, что характерно для дерново-подзолистых почв. Также в горизонтах погребенной почвы отмечена струйчатая и околоторная ориентация глинистых частиц. Однако, ввиду ограниченного распространения и сложности в идентификации, они не были включены в экспертную полуквантитативную оценку признаков.

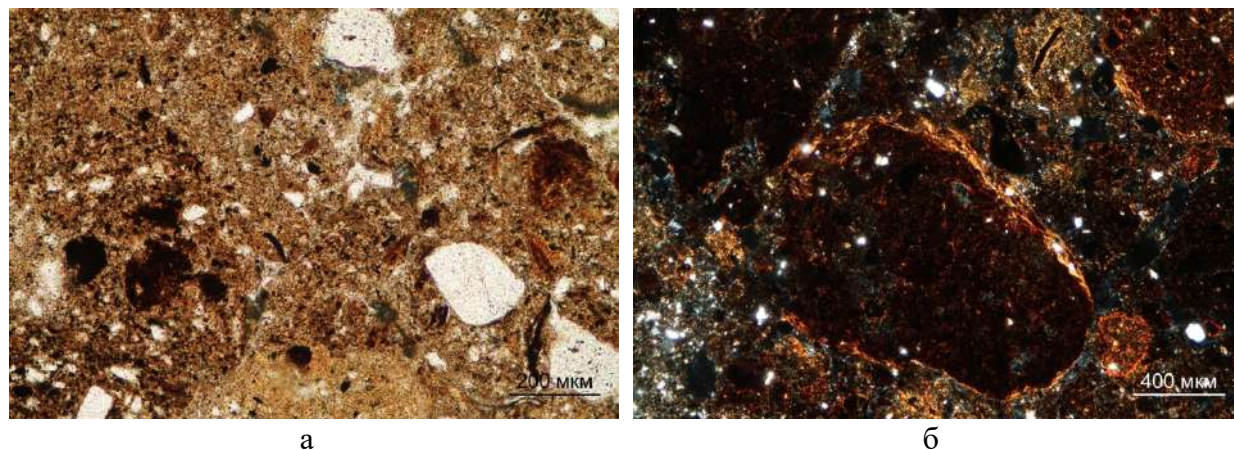


Рис. 36. а – железистые диффузные пятна в глинистом тонкодисперсном веществе. Слой XXIII (PPL); б – железисто-глинистая кутана вокруг суглинистого агрегата. Слой XI (XPL).

Следует подчеркнуть, что такое подразделение всей совокупности наблюдаемых в исследованной толще археологических педолитоседиментов признаков до некоторой степени условно. Практически все из описанных признаков могут быть встречены как в почвах, сформированных без участия человека, так и в антропогенно-преобразованных почвах и археологических педоседиментах. Однако имея дело с археологических педолитоседиментами, которые формировались при участии человека, мы можем предполагать, что массовая встречаемость в них таких включений, как углистые частицы, разнообразный растительный материал, кости животных и пр., связаны здесь с деятельностью средневекового человека, тогда как признаки почвенных процессов, широко распространенные в почвах региона, такие как перераспределение и аккумуляция соединений железа и тонкодисперсного вещества определяются, в первую очередь, природными условиями и процессами.

Таким образом, диагностические признаки археологических педолитоседиментов Великого Новгорода отражают сложное взаимодействие антропогенных воздействий и природных процессов. Распределение признаков по профилю неравномерно: в средней и нижней пачках преобладают антропогенные признаки по количеству и разнообразию, а

природные признаки наиболее обильны в погребенной почве и в самых нижних слоях АПЛС. Преобладание органических, пирогенных и фосфатных признаков указывает на высокую степень антропогенной трансформации среды, тогда как отдельные редокс-, сульфатные и карбонатные новообразования фиксируют динамику естественных гидрологических и почвообразовательных условий в период формирования и захоронения отложений.

4.1.8. Сопоставление аналитических и морфологических данных в АПЛС и погребенной почве

Сопоставление химических показателей и морфологических признаков в стратиграфической колонке археологических педолитоседиментов раскопа Дубошин-II позволило выявить закономерности, связанные как с природными условиями формирования отложений, так и с интенсивностью и характером антропогенного воздействия.

Верхняя и средняя пачки исследуемой стратиграфической колонки характеризуются слабокислой-нейтральной реакцией среды, что визуально согласуется с обилием органического материала в составе АПЛС. Минеральные слои XIX и XXI характеризуются щелочной реакцией среды (рН 9,23 и 7,98), что связано с заметным присутствием карбонатов (3,05% и 2,07%). Слой XXIII имеет также щелочной рН (8,18) при низком содержании карбонатов (0,05%), что требует дополнительного анализа (возможно, влияние других солей). Несколько повышенное содержание валового калия в этом слое позволяет предположить аккумуляцию золы в этом слое. Известно, что свежая зола имеет высокий рН за счет аккумуляции в ней щелочей калия (Ulery et al., 1993). В условиях застойного увлажнения этот эффект теоретически может сохраняться. Однако мы не видим никаких других геохимических (накопление марганца) и микроморфологических маркеров пирогенных процессов в этом слое.

Погребенная почва характеризуется слабощелочной-щелочной реакцией среды несмотря на то, что дерново-подзолистые почвы обычно имеют слабокислую-кислую реакцию (Почвоведение..., 1988). Смещение равновесия в щелочную сторону обусловлено вымыванием карбонатов и легкорастворимых солей из вышележащей толщи АПЛС и накоплением их в горизонтах погребенной почвы. Присутствие карбонатов обнаружено аналитически (рис. 19 д), наличие солей диагностировано на макроуровне в виде белых прожилок в субэлювиальных горизонтах [BEL1]G и [BI1]g. На микроуровне были идентифицированы солевые инфилинги в порах в горизонте [BI1]g.

Ранее показано, что вся стратиграфическая колонка АПЛС характеризуется в основном крайне высокими содержаниями органического углерода. Данный показатель очень хорошо согласуется с наличием и обилием органических субстратов в слоях на макро- и микроуровне. Так, содержание органического углерода в верхней (I-IX) и средней (XII-XVIII) пачке слоев лежит в диапазоне 22,7-39,4% и 28,5-39,6%, соответственно. Слои данных пачек сложены преимущественно органическим материалом: на макроуровне – это перегнойный суглинок с большим количеством щепы, фрагментов бересты, веток, углей, а на микроуровне – субпараллельные слои растительных остатков и гумусовое тонкодисперсное вещество. В слоях X и XI идет резкое уменьшение концентрации углерода до 7% и в то же время увеличение содержания доли минерального вещества в материале слоев – это минерально-органические и минеральные слои. В слое X источником органического углерода является большое количество древесных фрагментов на макро- и микроуровне. Однако, в слое XI обилие органического материала отмечено только на макроуровне в виде гумусового вещества и небольшого количества щепы, бересты и веток. На микроуровне материал слоя представлен железисто-глинистым тонкодисперсным веществом и углеродсодержащие субстраты идентифицированы в небольшом количестве: они представлены только редкими растительными остатками и углями. В нижней пачке слоев (XIX-XXIV) кривая распределения органического углерода характеризуется ритмичностью. Слои XX, XXII, XXIV содержат 11,9-35,8% углерода и являются органо-минеральными с разной степенью обогащения растительным детритом, щепой и гумусовым веществом. Слои XIX, XXI, XXIII отличаются относительно низкой концентрацией органического углерода 2,2-3,3%, что вполне соответствует низкому содержанию углеродсодержащих субстратов как на макро-, так и на микроуровне. Это преимущественно минеральные слои. Содержание углерода в горизонте [AY]g погребенной почвы заметно выше, чем в гумусовом горизонте дерново-подзолистых почв (1,0-1,5%) (Воробьева, 2006) и составляет 5,4%. Это обусловлено в первую очередь накоплением в данном горизонте антропогенного органического материала: мацерированные фрагменты щепы, угли, единичные растительные остатки и кости.

Распределение C:N по профилю согласуется с характером органического вещества и степенью его переработки. Низкие значения (9-13) в слоях X-XI и XXIII соответствуют высокой и средней степени гумификации и обогащению азотом. В слоях X и XI это подтверждается наличием гумусового тонкодисперсного вещества, а в слое XXIII – присутствием вивианита, обилием копролитов. Высокое значение C:N (34) в слое XXI, напротив, соответствует слаборазложенному растительному материалу при низком содержании органического углерода (2,97%). Для большинства слоев верхней и средней

пачек (C:N – 15-20) характерна средняя и низкая степень гумификации, что визуально выражено в виде перегнойного материала и растительного детрита разной степени разложенности. Таким образом, C:N служит индикатором степени трансформации органического вещества, дополняя морфологическую диагностику: низкие значения (<15) указывают на зоны активной гумификации и биогенной переработки (слой XXIII), высокие (>20) – на скопления слаборазложенного растительного материала (слой XXI).

Содержание валового фосфора очень высокое и убывает с глубиной, не считая нескольких пиков, но хуже коррелирует с присутствием фосфорсодержащих субстратов в слоях, чем органический углерод. Фосфорсодержащие субстраты, идентифицированные при морфологических исследованиях в стратиграфической колонке, представлены фрагментами костей и новообразованиями вивианита. Однако, в большинстве слоев данные признаки встречаются редко, единично или совсем отсутствуют в слоях. Соответственно, присутствие данных субстратов не может оказать существенное влияние на высокое содержанием фосфора в колонке. В условиях постоянного увлажнения, когда минерализация костного материала затруднена, часть фосфора может находиться в растворенной форме или в составе органических комплексов, трудно идентифицируемых морфологически. Так, в слоях VI, X и XVIII содержание валового фосфора составляет 3,9-5,8%, на макроуровне фосфорсодержащие субстраты не определены, но данные слои содержат перегнойный материал (в т.ч. навоз), в органическом веществе которого присутствуют соединения фосфора. В шлифе слоя X присутствуют единичные фрагменты костей и редкие скопления кристаллов вивианита, а в шлифе слоя XVIII встречено достаточно много костей. Слой XVII имеет наибольшую концентрацию валового фосфора в стратиграфической колонке – 7,6%, которая хорошо коррелирует с присутствием и обилием фосфорсодержащих субстратов: большое количество фрагментов костей и скоплений кристаллов вивианита на микроуровне, а также высокая насыщенность перегнойным материалом на макроуровне, что подтверждает смешанное происхождение фосфора. Содержание валового фосфора в погребенной почве – 0,14-0,31%. При макроморфологическом исследовании в горизонте [BEL1]G по трещинам агрегатов были идентифицированы пятна вивианита. Данные новообразования фосфатов не характерны для дерново-подзолистых почв и являются следствием миграции соединений фосфора из АПЛС.

Микроморфологически карбонаты в исследованных шлифах представлены тремя основными формами: пирогенными карбонатами (слои I, V, XII, XVII, XXI, XXII, XXIV), кальцитовыми сферулитами (слой XVII) и микритовыми кутанами (слой XXIV). Наиболее четкая корреляция между химическими и морфологическими данными прослеживается в

слое XVII, где максимальное содержание карбонатов (5,32%) сопровождается скоплениями кальцитовых сферулитов (индикаторов навоза) и пирогенных карбонатов (от сжигания растительных остатков). Высокое содержание карбонатов в слоях II (3,80%), III (2,98%) и XIX (3,05%) не имеет прямого морфологического подтверждения – в шлифах этих слоев карбонатные новообразования единичны или отсутствуют. Вероятно, карбонаты здесь находятся в тонкодисперсной форме, которые плохо диагностируются в шлифах, особенно когда рассеяны в тонкодисперсном веществе. В слое XXIV отмечено присутствие микритовых кутан вокруг силикатных зерен и инкрустаций по растительным тканям, однако содержание карбонатов здесь низкое (0,36%). Это может указывать на то, что карбонатные новообразования имеют локальный характер и не отражают общее содержание карбонатов в слое.

Крайне высокие концентрации оксида марганца отмечены в слоях II, VII и XVII – 0,20-0,23%. Как правило, марганец обычно поступает в АПЛС вместе с древесными остатками, углем и золой (Александровская и др., 2007). Однако, корреляция между содержанием марганца и обилием щепы и фрагментов углей в данных слоях не прослеживается. Также на отсутствие взаимосвязи может влиять способность соединений марганца в глеевой обстановке переходить в подвижную форму и мигрировать по профилю (Долгих, 2010). В слоях IX и X концентрация оксида марганца самая высокая – 0,26% и 0,42%. В данном случае прослеживается четкая связь между содержанием марганца и наличием большого количества фрагментов углей в этих слоях на микроуровне.

Практически для всех слоев стратиграфической колонки характерно крайне высокое содержание серы. Следует отметить, что максимумы серы хорошо коррелируют с высоким содержанием органического углерода, а также с массовым присутствием растительных остатков. Максимальное содержание серы зафиксировано в слое VI – 1,12%, который сложен на 80% из фрагментов щепы. Сера достаточно подвижный элемент с переменной валентностью, способный образовывать сульфаты и сульфиды, чаще всего под действием бактерий. При разложении растительного детрита образуется сульфат-ион, далее в процессе жизнедеятельности сульфатовосстанавливающих бактерий в бескислородной среде кислород сульфат-иона расходуется на дальнейшее окисление органического вещества с образованием сульфид-иона (Перельман, Касимов, 1999). Как раз такие условия наблюдаются в толще АПЛС Великого Новгорода: водонасыщенность, анаэробные условия и высокое содержание органического вещества. Не смотря на высокие концентрации серы, на микроуровне соединения данного элемента были встречены только в слое XVII в виде гипсовых друз и в слое XVIII в виде фрамбоидов пирита. Вероятно, большая часть серы

находится в составе органических комплексов, определяемых только химическими методами.

Среди тяжелых металлов обращают на себя внимание высокие концентрации хрома (до 638 мг/кг в слое XXIV), цинка (до 303 мг/кг в слое XVII) и меди (до 102 мг/кг в слое V). Соединения данных металлов не диагностированы морфологически. Высокие концентрации хрома в АПЛС не имеют очевидного антропогенного источника в средневековом контексте. Повышенное содержание хрома, вероятно, обязано больше геохимическим условиям, нежели дополнительному его поступлению из антропогенных источников. Известно, что накоплению хрома способствуют восстановительная обстановка, близкие к нейтральным рН, высокая катионнообменная способность (высокое содержание органического вещества и/или глинистых минералов) (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Перельман, Касимов, 1999). Нельзя исключить также современное антропогенное загрязнение, особенно в верхних слоях. Цинк поступает в АПЛС с бытовыми отходами, навозом, золой, а также может быть связан с металлообработкой (Александровская, Александровский, 2007; Долгих, 2010). Наилучшая корреляция цинка с морфологическими признаками прослеживается в слое XVII (303 мг/кг), где также максимальны содержания фосфора (7,59%) и карбонатов (5,32%), а на микроуровне обильны кости, вивианит, кальцитовые сферулиты (индикаторы навоза) и шерсть. Это позволяет интерпретировать высокие концентрации цинка в слое как результат накопления навозно-бытовых отходов. В слоях V (266 мг/кг) и XXII (302 мг/кг) высокие содержания цинка также сопровождаются обилием органического детрита и углей, что указывает на смешанный источник – бытовые и очажные отходы.

Во многих слоях колонки АПЛС наблюдается также небольшая аккумуляция меди. Медь, как правило, связана с металлообработкой (бронза, латунь), а также с бытовыми отходами (Александровская, Александровский, 2007; Долгих, 2010). По данным археологического изучения раскопа Дубошин-II, на исследуемой территории не было обнаружено свидетельств металлообработки (шлаки, тигли, литейные формы). Высокие концентрации меди в слоях V и XXII могут быть связаны с бытовой утилизацией медных изделий (монеты, украшения, гвозди). Отсутствие четкой корреляции между данными металлами и морфологически идентифицируемыми шлаками не позволяет сделать однозначный вывод о процессах поступления их в АПЛС. Вероятно, основная масса этих элементов закреплена в органических комплексах и тонкодисперсном веществе, не различимом в шлифах. Нельзя не отметить, что геохимические условия в колонке АПЛС Дубошин-II, такие как восстановительные условия, часто нейтральный или слабощелочной рН, высокое содержание органического и минерального тонкодисперсного вещества, в

целом благоприятствуют накоплению меди (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989; Перельман, Касимов, 1999). Потому даже в отсутствии очевидных антропогенных источников этого элемента, некоторая аккумуляция меди в данном случае вполне объяснима.

Сопоставление химических и морфологических данных показало, что распределение органического углерода и серы в стратиграфической колонке в целом согласуется с обилием растительных остатков и углей. Фосфор в большинстве слоев присутствует в формах, не идентифицируемых морфологически (растворенные фосфаты, органические комплексы), за исключением слоя XVII, где его высокое содержание связано с костями, вивианитом и, вероятно, навозом. Карбонаты играют ключевую роль в формировании щелочного pH в минеральных слоях XIX и XXI. Среди тяжелых металлов цинк является надежным антропогенным маркером, связанным с бытовыми отходами и навозом (максимумы в слоях XVII, XXII, V). Медь также демонстрирует высокие концентрации в этих слоях, при этом отсутствие археологических свидетельств металлообработки позволяет интерпретировать ее как результат бытовой утилизации медных изделий. Окончательное заключение об источниках загрязнения тяжелыми металлами требует дальнейших исследований. Отметим, что все металлы, обнаруживающиеся в колонке повышенные по отношению к кларку содержания, склонны к аккумуляции при застойном переувлажнении, при близких к нейтральному pH восстановительных условиях среды, в присутствии субстратов с высокой катионнообменной способностью, особенно органического вещества.

4.1.9. Стратиграфия археологических педолитоседиментов и интерпретация стратиграфических единиц

Основываясь на вещественном составе, распределении морфологических признаков и химических показателях, исследованная стратиграфическая колонка археологических педолитоседиментов (мощностью 560 см) подразделена на пять генетико-стратиграфических единиц: верхняя (слои I-IX), слой X, слой XI, средняя (XII-XVIII) и нижняя (XIX-XXIV). Согласно дендрохронологическим данным (Петров и др., 2021), верхняя единица соответствуют XIII-XIV вв., слой X и XI – рубежу XII-XIII вв., средняя единица – XII в., нижняя единица – XI в. Соотношение стратиграфических единиц с археологическими сооружениями и планиграфическими уровнями показано на рисунке 37.

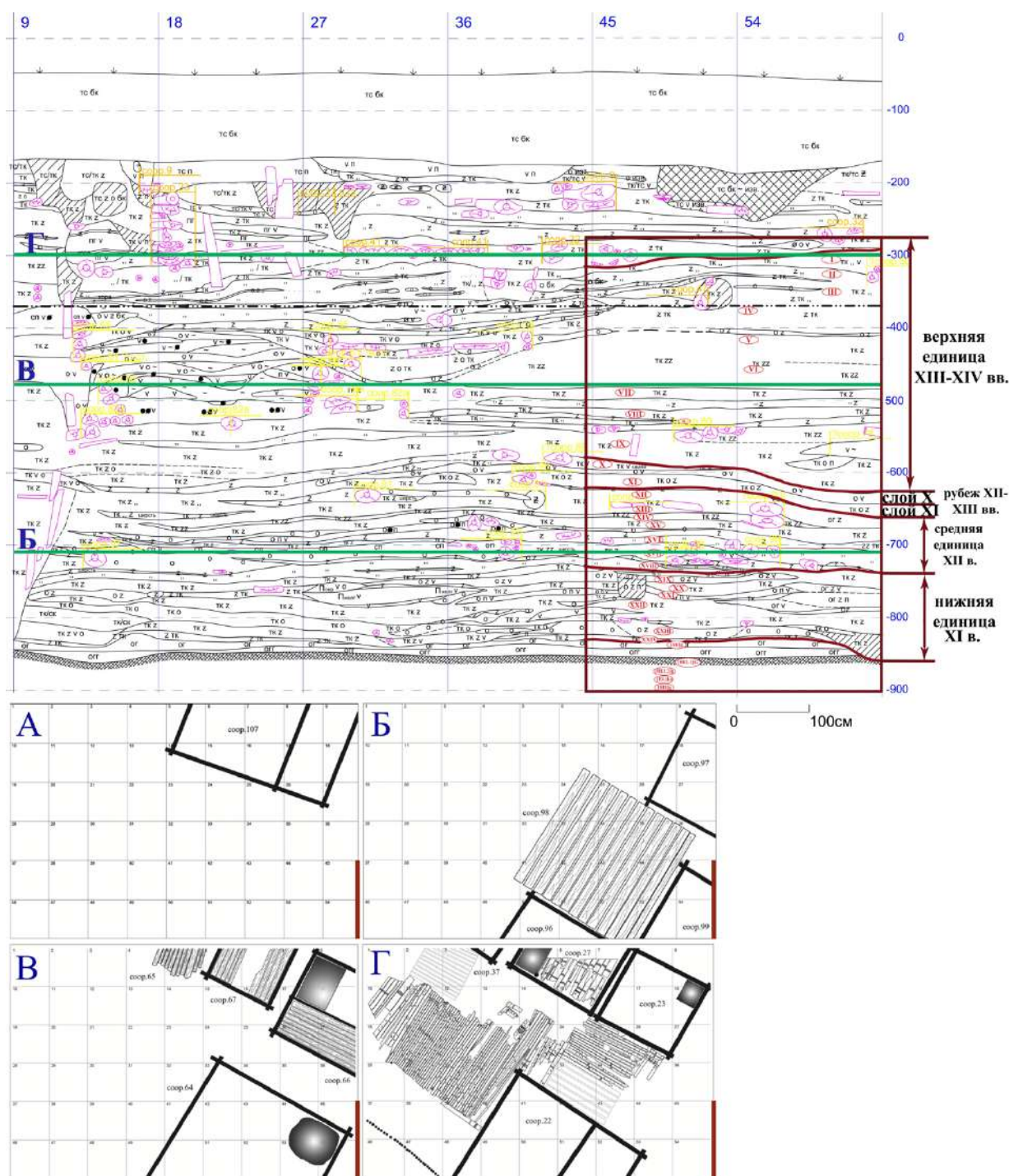


Рис. 37. Стратиграфическое строение (сверху) и планиграфические срезы (снизу) раскопа Дубошин-II. Чертежи выполнены М.И. Петровым.

Верхняя стратиграфическая единица (слои I-IX, глубина -292(322)-580(629) см) формировалась в период наиболее интенсивной застройки усадьбы – в XIII-XIV вв., когда на территории раскопа стояло несколько жилых срубов, мощения и настилы, а общая мощность напластований этого времени достигала 3,5 м (Петров и др., 2021). Данная единица очень богата органическим веществом (Сорг. – 22,7-39,4%; 70-98% занимаемой площади в шлифах): перегнойно-гумусовые слои с большим количеством растительных

остатков чередуются со слоями, практически полностью сложенными субпараллельно ориентированными фрагментами щепы. Высокое содержание растительного материала хорошо коррелируется с высокими значениями углерода. Слои I-II, V и IX отличаются высоким разнообразием антропогенного материала: растительный детрит, фрагменты костей (в т.ч. рыб), шерсти, яичной скорлупы, кожаные изделия, рыба чешуя, включения гранитной дресвы и суглинистых агрегатов, пирогенный материал (фрагменты углей, вторичные карбонаты около растительных остатков, фрагменты витрифицированной массы). Богатство отложений разнообразными органическими субстратами животного происхождения хорошо согласуется с очень высокими содержаниями фосфора, кальция и серы. Отложения всего разреза относятся к сверхсильнозафосфаченным (Прокофьева и др. 2014), однако в этой стратиграфической единице содержание фосфора устойчиво очень высокое: в большинстве слоев содержится более 2% P_2O_5 , Содержание серы и цинка в данной единице также очень высокое – 0,4-1,22% и 156-226 мг/кг. Морфологические данные, также как аналитические показатели подтверждают присутствие разнородного материала в слоях. Материал слоев I-II, V и IX характеризуется как очажно-бытовые отходы, связанные с жизнедеятельностью в усадьбы. Между данными слоями заключены слои (III-IV, VI-VIII), практически полностью состоящие из субпараллельных растительных остатков, преимущественно щепы. Данные слои представляют собой выстилки или перекрытия дворовых поверхностей. Слой VI отличается пиком по содержанию фосфора и серы среди верхней единицы слоев – 3,9% и 1,1%. Вероятно, в материале данного слоя вместе с растительными остатками присутствует и материал животного происхождения, например, навоз. Соотношение C:N в слоях верхней единицы составляет 15-20, что соответствует средней и низкой степени гумификации органического материала.

Из природных признаков в данной единице отмечено присутствие большого количества копролитов и элементы микросгустковой агрегации тонкодисперсного вещества. Высокое содержание доступного органического вещества в верхней единице стало благоприятным фактором для жизнедеятельности внутрпочвенных организмов. Присутствуют также новообразования оксидов-гидроксидов железа: ожелезнения растительных остатков, диффузные пятна. Отсутствие других природных признаков свидетельствует о преобладании антропогенных процессов поступления и активного преобразования материала. Антропогенная нагрузка на верхнюю единицу была крайне высокая. Формирование верхней единицы происходило на фоне изменения уклона поверхности: в XIII веке поверхность выравнивалась, а в XIV веке сформировался обратный уклон (с востока на запад) из-за меньшей просадки плотных остатков печей в восточной части раскопа (Петров и др., 2021).

Слой X (глубина -580(629)-592(629) см, рубеж XII-XIII вв.) залегает на одном уровне с остатками каменной печи и встречается только в восточном профиле. Слой сложен минерально-органическим материалом (Сорг. – 7,3%; 85% занимаемой площади органического вещества в шлифе): гумусированный суглинок с большим количеством фрагментов углей. Содержание фосфора здесь крайне высокое – 5,8%, однако фосфорсодержащие субстраты не были идентифицированы при морфологических исследованиях. В слое присутствует большое количество углей, что хорошо коррелирует с высоким содержанием марганца (0,42%) – элемента, аккумулирующегося в древесной золе (Александровская и др., 2007). Фосфор и марганец могут находиться в органических комплексах, не видимых визуалью при морфологических исследованиях. Значение C:N – 13 указывает на среднюю степень гумификации органического вещества, что согласуется с присутствием гумусового тонкодисперсного вещества. Слой представляет собой очажные выбросы из расположенной рядом печи. В слое отмечено присутствие редких кристаллов вивианита, которые свидетельствуют о сохранении в настоящее время гидроморфных восстановительных условий внутри слоя. Археологически уровень данного слоя соответствует периоду, когда в восточной части участка стояло несколько построек с печами, а их остатки из-за высокой плотности материала меньше проседали, формируя обратный уклон (Петров и др., 2021).

Следующая стратиграфическая единица (глубина -592(629)-621(642) см, рубеж XII-XIII вв.) представлена **слоем XI**, преимущественно минеральным, состоящим из округлых суглинистых агрегатов. Однако, содержание Сорг. здесь близкое к слою X – 7%, а занимаемая площадь органического вещества в шлифе составляет около 5%. Вероятно, органическое вещество находится преимущественно в тонкодисперсной гумусовой форме, пропитывающей минеральный материал, что объясняет меньшую площадь, занимаемую видимыми органическими остатками в шлифе при высоком значении Сорг. Низкое соотношение C:N – 11 также подтверждает гумифицированный характер органического вещества, пропитывающего суглинистые агрегаты. На микроуровне внутри агрегатов обнаружено большое количество биоморфов, среди которых идентифицированы панцири диатомовых водорослей. В данном слое содержание фосфора и углерода очень низкое. Материал слоя представляет собой озерные отложения, которые были использованы для перекрытия нижележащих влажных органических слоев или нивелировки внутриворонной поверхности. Данный слой может соответствовать этапу перепланировки усадеб, когда формировался новый рельеф с учетом существующих построек.

Слой средней стратиграфической единицы (слои XII-XVIII, глубина (621(642)-730(740) см, хронология XII в.) содержат очень большие количества органического

вещества (Сорг. – 28,5-39,6%; 95-99% занимаемой площади в шлифе), представленного перегнойным материалом с большим количеством растительных остатков, преимущественно фрагментов щепы. На микроуровне растительные остатки залегают в виде плотных субпараллельных прослоек.

Важное отличие слоев данной единицы от остальных слоев профиля заключается в том, что они связаны с деревянными сооружениями, согласно археологическим данным (рис. 37Б). Так, слои XVI-XVIII находятся в придомовой территории и заключены в горизонтальной проекции между сооружениями 97 и 99, которые соединены между собой деревянным настилом. В слоях XVI и XVII отмечено высокое разнообразие антропогенного материала: фрагменты костей, углей, яичной скорлупы, кальцитовые сферулиты, суглинистые агрегаты, пирогенные карбонаты. В слое XVII на макроуровне присутствует в большом количестве шерсть, а в слое XVIII присутствует навоз. Присутствие и обилие органического вещества животного происхождения в данных слоях подтверждается экстремально высокими концентрациями фосфора (4,5-7,6%), кальция (7-16%) и серы (0,72-0,74%), а также новообразованиями вивианита. Учитывая высокое разнообразие антропогенного материала и археологический контекст пространственного расположения слоев, слои XVI-XVIII относятся к хозяйственно-бытовой территории с открытыми очагами (в слое XVII содержится 0,21% оксида марганца) и содержанием скота, что соответствует археологическим данным о наличии жилых срубов, печей и дворовых настилов в XIII в. (Петров и др., 2021). В слоях XVII и XVIII присутствуют новообразования гипса (гипсовые друзы) и сульфидов (фрамбоиды пирита). Пирит формировался в восстановительных условиях, а гипсовые друзы могли сформироваться при последующей аэрации при окислении пирита в ходе археологических раскопок. В слоях XII-XVIII значения C:N варьируют от 15 до 17, что характерно для умеренной и низкой гумификации органического материала.

Слой XV практически полностью состоит из щепы и крупных древесных остатков и залегает над сооружением 97 и подстилает сооружение 99. Вероятно, слой представляет собой выстилку дневной поверхности для перекрытия нижележащего влажного органического материала, либо отходы при строительстве деревянного сооружения 99. Слои XII-XIV вмещают в себя сооружение 93 и состоят преимущественно из перегнойного материала с большим количеством древесных остатков. Данные слои представляют собой продукты разрушения деревянных конструкций.

Нижняя стратиграфическая единица (слои XIX-XXIV, глубина -730(740)-830(833) см, хронология XI в.) отражает начальный этап освоения территории. В это время застройка была фрагментарной (отдельные срубы и мощения), а поверхность имела уклон

с запада на восток (Петров и др., 2021). Данная единица сложена минеральными (Сорг. – 2,0-3,2%) и органо-минеральными слоями (Сорг. – 11,9-19,8%) – это опесчаненные легко- и среднесуглинистые слои (15-40% занимаемой площади органического вещества в шлифах). Тонкодисперсное вещество в слоях данной единицы и в погребенной почве схоже по составу и строению. В данной пачке реакция среды преимущественно щелочная, а содержание органического углерода лежит в диапазоне 2,2-11,9%, что в целом согласуется с невысоким содержанием растительного детрита. Слои данной пачки обогащены на микроуровне фрагментами костей и углей, гранитной дресвой. Также в слоях XXII-XXIV присутствует большее количество фитоцитов и других биоморфов (панцири диатомовых водорослей, спикулы губок, клетки водорослей). Однако, все биоморфы разрушены и фрагментарны, что указывает на механические воздействия на слои. Биоморфы, вероятно, попали в АПЛС вместе с привносимым субстратом (навоз, растительные остатки). Следует отдельно отметить слои XXII и XXIV. Они отличаются более высоким содержанием растительных остатков и углей, а также нейтральной реакцией среды (рН – 7,2-7,3), высокой концентрацией органического углерода (19,8-35,8%), высоким содержанием фосфора (2,2-2,3%) и серы (0,52-0,77%). В слое XXII также отмечено повышенное содержание цинка – 302 мг/кг. Два данных слоя представляют собой аккумуляции очажно-бытовых отходов. Обращает на себя внимание контраст по C:N внутри единицы: в слое XXI значение достигает 34, указывая на слабо разложившийся растительный материал, тогда как в слое XXIII C:N – 9, что свидетельствует о высокой степени гумификации и обогащении азотом. Остальные слои нижней единицы имеют значения C:N – 15-22, что соответствует средней и низкой гумификации.

Также для всех слоев данной единицы характерно присутствие кристаллов вивианита, которые свидетельствуют о локальных восстановительных условиях и избыточном увлажнении пачки. В слоях отмечены единичные новообразования оксидов-гидроксидов железа (ожелезнение растительных остатков, диффузные пятна и нодулы), которые формируются в окислительных условиях. Таким образом, в данной единице наблюдается неоднократная смена условий: доминирование восстановительных (фиксируемое вивианитом) прерывалось кратковременными фазами аэрации, что выражается в присутствии новообразований оксидов-гидроксидов железа. В целом преобладала восстановительная обстановка.

Таким образом, в исследуемом профиле выделены пять генетико-стратиграфических единиц, различающихся по вещественному составу, степени антропогенной нагрузки и гидрологическим условиям. Верхняя и средняя единицы характеризуются максимальным разнообразием антропогенных включений и высокой интенсивностью накопления

органических и бытовых отходов, что совпадает с периодом наиболее активной застройки и хозяйственного использования усадьбы. Слой X и слой XI представляют собой кратковременные эпизоды – очажные выбросы и строительную нивелировку на рубеже XII-XIII вв. Нижняя единица отражает начальный этап освоения территории (XI в.) с преобладанием минеральных отложений и фрагментарными постройками.

Природные процессы проявлялись по-разному в пределах отдельных единиц слоев. В верхней единице фиксируются лишь единичные признаки природных почвенных процессов (копролиты, микросгустковая агрегация), что указывает на доминирование антропогенной трансформации. В средней пачке развивались процессы оглеения, включая сульфидное (формирование пирита), и последующее окисление (гипсообразование), что свидетельствует о неоднократной смене восстановительных и окислительных условий. В нижней пачке выявлены признаки как восстановительной среды (вивианит), так и кратковременных фаз аэрации (новообразования железа), что указывает на повторяющиеся колебания гидрологического режима в процессе формирования и в постседиментационный период. Таким образом, в пределах всего профиля фиксируется неоднократная смена окислительно-восстановительных условий. Длительные анаэробные обстановки, зафиксированные по наличию вивианита (слои XIX-XXIV, XI) и пирита (слой XVIII), прерывались эпизодами аэрации, что выражается в присутствии новообразований оксидов-гидроксидов железа (диффузные пятна, нодулы, ожелезнения по растительным остаткам) в слоях IX-X, XXIII-XXIV и погребенной почве. Кратковременные окислительные условия могли возникать при сезонных понижениях уровня грунтовых вод и аэрации. Часть оксидов-гидроксидов железа могла сформироваться уже после вскрытия археологических педолитоседиментов раскопом, при контакте с атмосферным кислородом. Поэтому при реконструкции палеогидрологических условий наиболее надежными индикаторами являются вивианит и пирит, образующиеся только в анаэробной среде.

Под археологическими педолитоседиментами зафиксирована (палео)дерново-подзолистая глееватая почва (Полевой определитель почв, 2008), Gleyic Podzols (WRB, 2022). В ее строении выделяются горизонты [AY]g, [BEL1]G, [BEL2]g, [EL]ko и [BI1]g. Горизонты характеризуются плотным сложением, призмовидно-блочной или блочно-глыбистой структурой и выраженными признаками оглеения. Микроморфологически отмечаются песчано-пылевато-глинистое и глинистое микростроение, наличие стресс- и иллювиальных кутан, железистых нодулей и диффузных пятен оксидов железа и зон обеднения оксидами-гидроксидами железа. Обилие биоморфов (фитолиты, пыльца, диатомовые водоросли), присутствие гидротроилита и неоднородной железистой пропитки указывают на длительное переувлажнение с переменным окислительно-

восстановительным режимом. Однако яркие бурые окраски глинистых кутан указывают на период хорошо дренированных условий на каком-то этапе формирования этой почвы. Скорее всего периоды переувлажнения этой почвы относятся к поздним этапам ее существования, а, возможно, некоторые из признаков переувлажнения, такие как наличие гидротроиллита и признаки перераспределения оксидов железа, можно отнести и к диагенетическим. В верхнем горизонте выявлены редкие фрагменты керамики, углей и костей, что свидетельствует о наложении антропогенных процессов. Погребенная почва под действием антропогенной деятельности приобрела новые химические и морфологические свойства по сравнению с фоновыми дерново-подзолистыми почвами. Реакция среды сместилась в более щелочную сторону. В гумусовом горизонте отмечено накопление небольшого количества антропогенных материалов. В субэлювиальном горизонте присутствуют новообразования фосфатов. За счет длительного переувлажнения по мере нарастания мощного АПЛС над погребенной почвой происходили процессы оглеения и процессы ожелезнения с образованием железистых диффузных пятен и нодулей.

4.1.10. Реконструкция процессов и условий формирования и трансформации АПЛС

Изучение процессов формирования и последующей трансформации АПЛС представляет ключевой этап, позволяющий перейти от описания выявленных признаков к пониманию генезиса АПЛС – механизмов его накопления, преобразования и сохранности. Особое значение имеет определение вклада и интенсивности проявления антропогенных и природных процессов, что позволяет оценить соотношение конвергентного развития в сторону проявления общих признаков и свойств для АПЛС разных памятников или дивергентного, обусловленного контрастными природно-климатическими условиями и локальной гидрогеохимической обстановкой.

При реконструкции процессов формирования и трансформации АПЛС в настоящем исследовании был использован систематический список процессов, в основу которого положена типизация элементарных почвенных процессов (ЭПП) по Караваевой и соавт. (1992). Эта система позволяет выделять и диагностировать процессы метаморфизма органического и минерального вещества, миграции, переорганизации массы и других изменений, происходящих под влиянием природных факторов после завершения активного антропогенного воздействия. В данную типизацию нами введены процессы, связанные напрямую с присутствием или деятельностью человека (условно – антропогенные) и процессы, которые человек «запускает» или регулирует через изменения геохимической среды. Дополненная система типизации обеспечивает комплексное представление о

динамике формирования и последующего преобразования культурных напластований, а также позволяет оценить относительный вклад природных и антропогенных процессов в их современное состояние. На основании анализа морфологических признаков и физико-химических свойств АПЛС раскопа Дубошин-II были выделены группы процессов, представленные в таблице 2. **Синим шрифтом** выделены процессы и признаки, имеющие антропогенную или природно-антропогенную природу (т.е. их проявление связано с деятельностью человека напрямую или косвенно (например, источник вещества антропогенный, а механизм преобразования – природный)). **Жирным шрифтом** отмечены доминирующие процессы и признаки, определяющие морфологию и свойства археологических педолитоседиментов.

Таблица 2. Процессы формирования и трансформации АПЛС раскопа Дубошин-II*.

Тип	Признак
<i>Метаморфизм органического вещества</i>	
Поступление органических остатков	• Растительный детрит
Трансформация, гумификация, минерализация органических остатков, миграция продуктов гумификации	• Органическое вещество на разных стадиях трансформации и минерализации, в том числе тонкодисперсный сгустковый гумус
<i>Метаморфизм минерального вещества</i>	
Трансформация	• Витрифицированная масса
<i>Переорганизация почвенной массы</i>	
Оструктурирование: коагуляционное, биогенное	• Микросгустковая агрегация • Копрогенные агрегаты
Компрессионно гидротермическое оструктурирование и/или переорганизация плазмы	• Глинистые стресс-кутаны • Переориентация глинистых частиц
Антропогенные педотурбации	• Признаки перемешивания слоев и материалов внутри слоев
<i>Оглеение вещества</i>	
Собственно оглеение	• Пятна оглеения
Пятнистое оглеение	• Железистые диффузные пятна и нодули
Сульфидное оглеение	• Фрамбоиды пирита
<i>Миграция вещества</i>	
Глеевая миграция железа и марганца	• Железистые диффузные пятна и нодули
Лессиваж	• Глинистые кутаны

Солевая миграция	• Прожилки и точечные выделения легкорастворимых солей
Кальциевая миграция - Окарбоначивание	• Микритовые кутаны • Инкрустации по растительным тканям
<i>Сегрегация и цементация</i>	
Окислительная (железо)	• Железистые диффузные пятна и нодулы
Гипсовая	• Гипсовые друзы
Фосфатная (железисто-фосфатная)	• Кристаллы вивианита
<i>Непедогенное поступление вещества:</i> Антропогенный привнос и удаления твердого вещества	
Привнос органических материалов	• Растительный детрит (щепа, ветки, береста, травянистые остатки, угли) • Животные остатки (кости, шерсть, навоз)
Привнос минеральных материалов	• Силикатный материал (суглинистые агрегаты, песок, дресва, щебень) • Карбонатный материал (дресва) • Кальцитовые сферулиты • Яичная скорлупа • Фитолиты и другие биоморфы
Удаление твердого вещества	Ямы

**Таблица составлена на основе списка ЭПП по Караваевой и соавт. (1992), стр. 14-16, с изменениями и дополнениями.*

Процессы метаморфизма органического вещества в АПЛС раскопа Дубошин-II состоят из поступления органических остатков, последующей трансформации, гумификации, миграции продуктов гумификации, а также минерализации. Мы внесли в список поступление органического вещества как природный ЭПП, однако не рассматриваем его в тексте. Этот процесс, безусловно, имел место в формировании АПЛС, однако признаки его затруднительно диагностировать от признаков антропогенного привноса органического вещества. Процессы же антропогенного поступления органического и минерального вещества рассматриваются в другой группе.

Метаморфизм минерального вещества встречается в АПЛС раскопа Дубошин-II единично (слой V) в виде фрагмента витрифицированной массы и указывает на локальное высокотемпературное воздействие (свыше 1000°C) (Macphail, Goldberg, 2018). Поскольку

это частная, не массовая находка, можно считать, что фрагмент витрифицированной массы попал в слой случайно, например, из приочажной локации, или из заполнения печи.

Процессы *переорганизации почвенной массы* в стратиграфической колонке выражены преимущественно в виде оструктурирования гумусового тонкодисперсного вещества. Признаком биогенного оструктурирования являются копролиты, встречающиеся в большом количестве в верхней единице колонки. Присутствие результатов деятельности биоты свидетельствует о периодах периодической аэрации и уменьшении водонасыщенности верхних слоев. Появление микросгустковой агрегации отражает перестройку тонкодисперсного вещества за счет взаимодействия продуктов разложения органического вещества с минеральной массой, что приводит к формированию более плотных агрегатов и упорядоченной микроструктуры. Компрессионно-гидротермическое оструктурирование (стресс-кутаны, переориентация глинистых частиц) выражено в горизонтах погребенной почвы. Протекание данного процесса связано с периодами увлажнения-высыхания (набухание-усадка суглинистого материала) или с уплотнением под давлением вышележащих отложений. Антропогенные педотурбации в исследуемой колонке АПЛС выражены в нарушениях слоев при выкапывании ямы (рис. 7), зафиксированной при археологических раскопках на уровне XIX-XXI слоев.

Процессы оглеения ярко выражены в исследуемом профиле. Преобладающий процесс – собственно оглеение – протекает в условиях длительного переувлажнения и анаэробной среды и приводит к образованию холодных тонов окраски почвенной массы за счет миграции соединений железа и марганца в нижележащие слои. Пятна оглеения широко распространены в нижней единице, погребенной почве и в некоторых в слоях средней единицы. Также отмечено ограниченное протекание процессов пятнистого оглеения – диффузные пятна и нодулы оксидов-гидроксидов железа в слоях X, XIX, XXIII-XXIV и в погребенной почве. Данные новообразования отражают смену восстановительных и окислительных условий: в восстановительной обстановке соединения железа переходят в подвижную двухвалентную форму и мигрируют, а при смене на окислительную обстановку окисляются до трехвалентного состояния и осаждаются в виде малоподвижных гидроксидов (Водяницкий, 2010). Сульфидное оглеение – локальный процесс, идентифицированный в слое XVIII, где отмечено присутствие фрамбоидов пирита. Большое количество органического материала (Сорг. – 39,6%), в том числе щепы и навоза, при разложении которого выделяются соединения серы, наличие окислов железа, реакция среды близкая к нейтральной (рН – 7,2) – условия для протекания сульфидного оглеения.

В стратиграфической колонке идентифицированы *процессы миграции, сегрегации и цементации веществ*. Среди процессов миграции доминирует глеевая миграция железа и

марганца и лессиваж. Признаком протекания лессиважа служит наличие глинистых кутан, которые встречаются лишь в отдельных слоях (XI, XXIII). Их формирование требует периодического промывания и наличия диспергируемой глины, но в условиях постоянного водонасыщения иллювиирование глинистых частиц затруднено. В погребенной почве глинистые кутаны встречаются в большом количестве. Их образование происходило на этапе формирования профиля дерново-подзолистой почвы. В самом нижнем слое (XXIV) зафиксированы новообразования карбонатов (микритовые кутаны, инкрустации по растительным тканям), которые свидетельствуют о наличии процессов карбонатной миграции и сегрегации. Источником может выступать вносимый карбонатный строительный материал, что подтверждается наличием фрагментов карбонатной породы в слоях, пироженный материал (зола) или навоз (кальцитовые сферулиты). В результате растворения в условиях избыточного увлажнения подвижные соединения кальция в виде бикарбонатов переходят в раствор и мигрируют вниз по профилю с током внутрпочвенной влаги (Герасимова и др., 1992). На контакте с нижележащим гумусовым горизонтом [AY]g погребенной почвы на геохимическом барьере произошло выпадение и аккумуляция осадка в виде карбонатных солей. Процесс солевой миграции также ограничен: белые прожилки и точечные выделения солей встречаются в слоях V, XVIII, XXI и в горизонтах погребенной почвы. В верхних слоях они могут быть связаны с современными противогололедными средствами, а в нижних – с перераспределением солей из золы и органического материала (навоз).

Из процессов *сегрегации и цементации* выражены железисто-фосфатные, которые проявляются в образовании кристаллов вивианита. Данные новообразования широко распространены в слое XI и в слоях нижней единицы, где анаэробные условия и высокое содержание фосфора (из костей, навоза) создают оптимальные условия для их формирования. Процесс сегрегации гипса также носит локальный характер и зафиксирован только в слое XVII, где присутствуют многочисленные гипсовые друзы. Для формирования гипса необходимы периоды иссушения, которые в целом нехарактерны для исследуемого профиля. Однако, в вышележащем слое XVIII выявлены фрамбоиды пирита. При окислении пирита в аэробных условиях образуются сульфат-ионы, которые могут мигрировать и при взаимодействии с кальцием и водой кристаллизоваться в виде гипса (Roch et al., 2009). Вероятно, этот процесс протекал уже в ходе археологических раскопок: осушение слоев стратиграфической колонки и усиление аэрации привели к окислению пирита и локальному формированию гипсовых новообразований.

Привнос органического вещества является абсолютно доминирующим процессом при формировании АПЛС в раскопе Дубошин-II. Здесь в большинстве стратиграфических

слоев АПЛС зафиксировано крайне высокое содержание органического углерода (до 39,6%), что на макро- и микроуровне сопоставимо с большим количеством растительного детрита, костей, навоза, регулярно фиксируемые во всех стратиграфических единицах. Их массовое поступление связано с хозяйственной деятельностью – деревянным строительством, содержанием скота, использованием бересты для быта и письма, а также применением растительных остатков для выстилки поверхности. Доминирование этого процесса обусловлено многовековым накоплением отходов в условиях высокой антропогенной нагрузки. Однако, в условиях постоянного водонасыщения и анаэробной обстановки разложение органического вещества замедлено, глубокой гумификации и минерализации не происходит. Данные процессы протекают активнее в верхней единице, где периодически создаются аэробные условия: на микроуровне растительные остатки в большей степени разложены, чем в нижележащих единицах, в результате чего присутствует гумусовое тонкодисперсное вещество, а также отмечены признаки жизнедеятельности внутрипочвенной биоты – копролиты. В большинстве слоев верхней и средней единиц значения C:N составляют 15-20, что соответствует умеренной и слабой гумификации. Из-за преобладания процессов поступления над процессами разложения происходит консервация органического вещества, в результате которой сохраняются целые пласты щепы, бересты, а также шерсти. Современные исследования городских почв подтверждают, что в гумидных регионах антропогенные отложения аккумулируют большое количество органического углерода, что связано с замедленной минерализацией и антропогенным привносом торфосодержащих субстратов (Vasenev, Kuzyakov, 2018; Васенев, 2024).

Привнос минерального вещества: суглинистых агрегатов (в том числе озерной глины), гранитной и карбонатной дресвы, песка связан с хозяйственной и строительной деятельностью человека (нивелировка поверхностей, сооружение печей, возведение построек). Эти процессы в значительной мере формирует минеральную основу археологических педолитоседиментов. Поступление кальцитовых сферулитов зафиксировано в слое XVII. Их присутствие связано с поступлением навоза домашнего скота, что является прямым доказательством содержания животных на территории усадьбы. Данный микропризнак служит индикатором животноводческой деятельности, фиксируя стадии накопления органических отходов, которые затем подвергались внутрипочвенной трансформации и переотложению в составе археологических педолитоседиментов. В АПЛС встречаются единичные находки яичной скорлупы, которые фиксируются на микроуровне в слоях I и XVII. Несмотря на их редкость, они служат важным показателем селитебно-хозяйственной деятельности (накопления пищевых отходов) и одновременно позволяют судить об условиях, благоприятствующих сохранности карбонатсодержащих

субстратов, в частности о нейтрально-слабощелочной реакции среды в данных слоях. Поступление в АПЛС фитолитов и прочих биоморфов (диатомей, спикул губок, пыльцы) связано с привнесом растительного материала, а также в составе навоза и озерных отложений.

В АПЛС и погребенной почве раскопа Дубошин-II доминируют природные процессы, связанные с переувлажнением и восстановительной обстановкой: оглеение и лессиваж. Среди антропогенных и природно-антропогенных процессов доминируют поступление органических остатков и минерального вещества (строительный материал, очажные выбросы), фосфатно-железистая сегрегация (вивианит). Внутрипочвенные условия (высокий уровень грунтовых вод, анаэробная среда) подавляют разложение органических материалов при высокой интенсивности поступления, что способствует их консервации и аккумуляции. Антропогенный фактор (строительство, сжигание древесины, содержание скота) определяет наличие специфических признаков (пирогенные карбонаты, вивианит, шерсть, кости, строительный мусор), которые служат ключевыми индикаторами человеческой деятельности. Сочетание высокой антропогенной нагрузки и гидроморфных восстановительных условий привело к формированию уникальных археологических педолитоседиментов, где природные и антропогенные процессы тесно связаны, а доминирование тех или иных ЭПП отражает динамику взаимодействия человека и природной среды на протяжении XI-XIV вв.

4.2. Средневековые городские педолитоседименты зоны пустынь: городище Джанкент³

Объектом исследования являются АПЛС средневекового городища Джанкент, которое располагается в древней дельте реки Сырдарьи в 2 км от села Жанкент и в 30 км к юго-западу от г. Казалинск, в северо-западной части Кызылординской области республики Казахстан (рис. 38). Кызылординская область находится в поясе азиатских пустынь: на юге расположена северная часть Кызыл-Кум, на севере – Приаральские Кара-Кумы, Арыс-Кумы и пустынные плато окраины Центрального Казахстана. На западе области находится Аральское море (Боровский, 1960).

³ Материалы, использованные в этом разделе, частично опираются на работу соискателя: (Карпова и др., 2025).



Рис. 38. Местоположение городища Джанкент (отмечено символом) на фрагменте карты. Источник: Google Earth.

4.2.1. Биоклиматические условия

Климат Казалинского района резко континентальный с суточными и сезонными колебаниями температуры воздуха и малым количеством осадков. Зима короткая, малоснежная и холодная. Осадки выпадают преимущественно в виде снега. Средняя глубина промерзания почвы 1,3 м. Лето характеризуется устойчивой жаркой сухой и малооблачной погодой. Средняя температура января достигает $-11,3^{\circ}\text{C}$, а средняя температура июля $+26,0^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура воздуха составляет $+8,0^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая сумма осадков не превышает 120 мм, а испарение достигает 1500 мм. Причем максимум осадков приходится на весенний период (Научно-прикладной справочник..., 1989).

Одним из главных рельефообразующих факторов является ветер. Наиболее распространены ветра северо-восточного направления. Средняя скорость ветра колеблется в пределах 2,3-4,1 м/с. Благодаря ветровой деятельности, переносятся большие массы песка, образуются пыльные бури, в результате чего происходит иссушение почвы и угнетение роста и развития растительности.

Растительный покров представлен тамарисковой и полынно-солянковой ассоциациями. Лимитирующим фактором густоты растительного покрова является гидрологический режим. В отрицательных элементах рельефа, которые периодически затопляются паводками, растительный покров более густой и разнообразный, а на иссохших территориях – разреженный (Боровский, 1960).

4.2.2. Геоморфологическое положение и литология

Территория, на которой расположен археологический памятник, находится в пределах Туранской низменности на плоской дельтово-аллювиальной равнине реки Сырдарья. Абсолютные отметки равнины находятся в диапазоне от 53 м на западе до 200 м на юго-востоке. К югу – юго-востоку от городища располагаются обширные массивы песков с грядово-ячеистым и бугристым рельефом.

Почвообразующие породы территории, на которой расположено городище Джанкент, представлены рыхлыми древнеаллювиальными дельтовыми отложениями р. Сырдарья с более или менее выраженной слоистостью, представленной чередованием пылеватых глин, суглинков, супесей и мелкозернистых пылеватых песков (Боровский, 1960).

К 1960 г. воды реки были разобраны для орошения, что привело к деградации дельты реки (Боровский, 1982). В настоящее время р. Сырдарья зарегулирована, русла проток и каналов обвалованы.

Район памятника отличается сложной природной гидрологической сетью, состоящей из функционирующих и сухих дельтовых русел, проток, озер, на которую наложен комплекс современных ирригационных гидротехнических сооружений, по большей части не функционирующих. Представляется очевидным, что в период существования поселения гидрологическая сеть исследуемой территории выглядела и функционировала отлично от современной, поскольку дельта динамично развивается вслед за изменениями климатических условий и базиса эрозии, а также вследствие антропогенных трансформаций: создания и функционирования оросительных систем и связанных с ними гидротехнических сооружений (рис. 39).

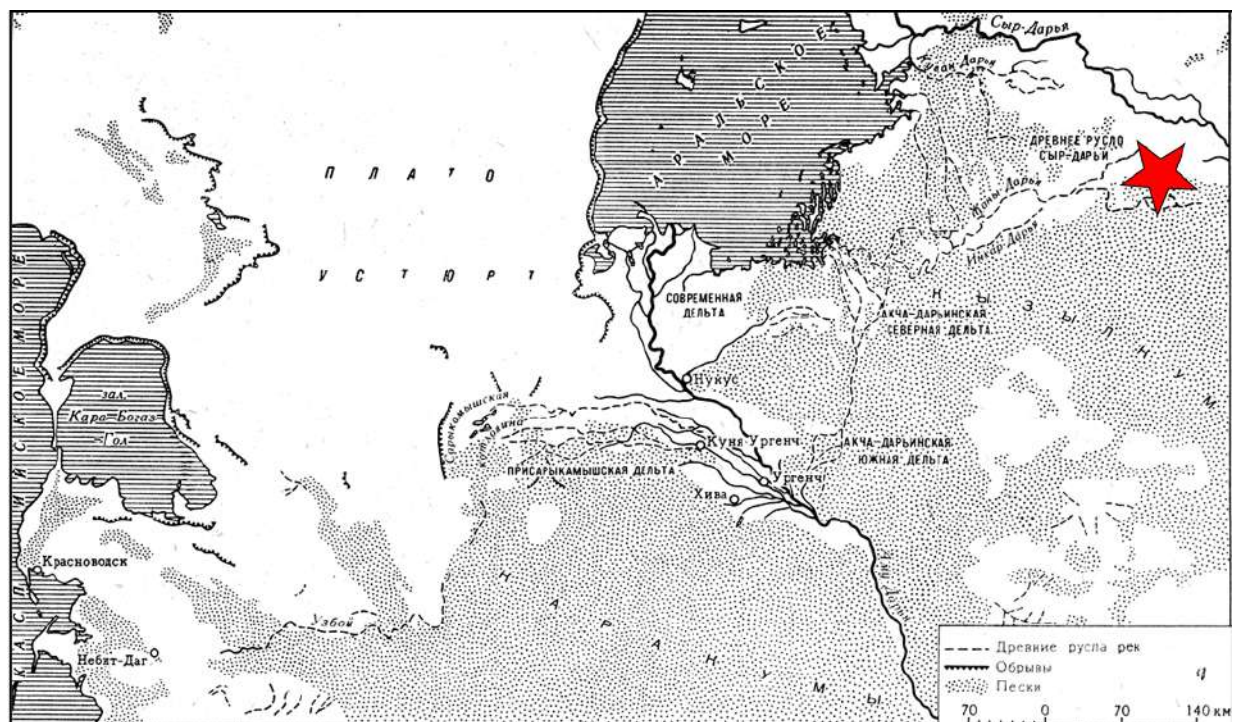


Рис. 39. Схематическая карта древних течений Амур-Дарьи и Сыр-Дарьи (Виноградов, 1966; с. 131). Символом отмечено расположение городища.

Что касается грунтовых вод территорий, прилегающих к городищу, то до орошения их уровень находился на глубине 9-16 м, а к 1933 г. поднялся до 3-5 м (Боровский, 1960). По данным машинного бурения, выполненного в августе 2018-2019 гг., уровень грунтовых вод на территории памятника находится на глубине около 8-9 м от дневной поверхности (Карпова и др., 2025). Грунтовые воды рассматриваемой территории сильно минерализованы (25-140 г/л), в составе преобладают хлористые и сернокислые соли (Боровский, 1960, 1982).

4.2.3. Палеогеографическая обстановка

Палеогеографическая обстановка в исследуемом районе тесно связана с колебаниями уровня Аральского моря и соответствующими смещениями береговой линии. За последние две тысячи лет площадь акватории Арала значительно варьировалась. Во времена трансгрессий уровень моря достигал отметок +52-54 м абсолютной высоты, а в период регрессии береговая линия могла отступать до отметки +10 м абсолютной высоты (Krivonogov et al., 2014).

На уровень Аральского моря значительное влияние оказывало поступление вод основных рек – Амурдарьи и Сырдарьи, изменения объема которого связаны, прежде всего, с изменениями климата. Кроме того, реки имели тенденцию менять направление своего течения. Главной причиной такого изменения являлось накопление большого количества

переносимого материала в реке, который затруднял дальнейшее передвижение водного потока, в результате чего река меняла свое направление (Свиточ, 2009).

По приведенной ниже схеме (рис. 40) видно, что за время существования городища Джанкент Аральское море претерпело две регрессии, причем во время одной из них береговая линия отступила до отметки +34-38 м абсолютной высоты, и три трансгрессии, самая крупная из которых названа новоаральской.

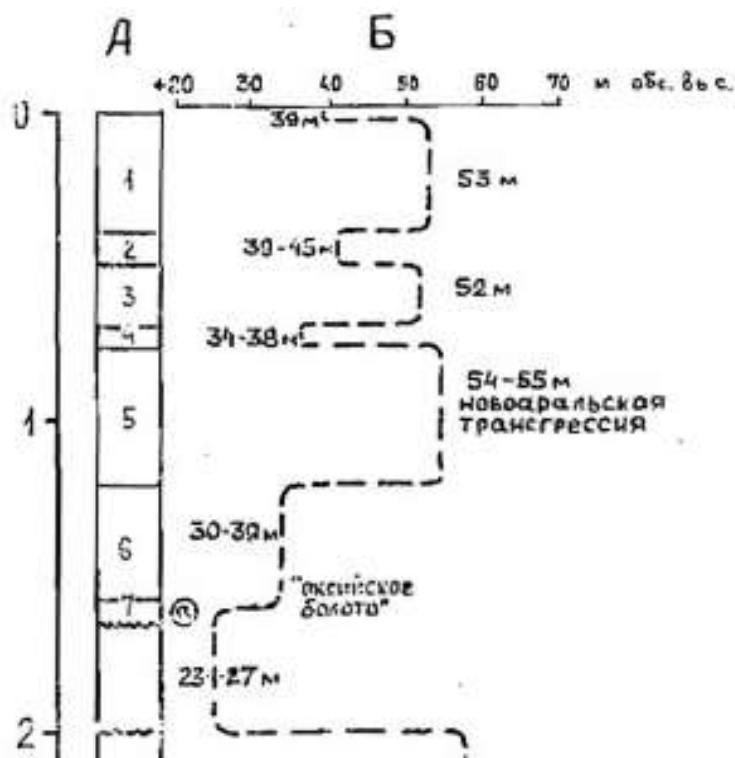


Рис. 40. Уровень Аральского моря за последние 2 тысячи лет. А – временные интервалы накопления слоев донных отложений; Б – положение уровня моря в регрессивные и трансгрессивные эпохи; а – 1500±140 лет (МГУ-778).

Время новоаральской трансгрессии (около 1,2 – 0,35 тыс. кал. л.н.) совпадает с периодом гумидизации в Приаралье. В составе растительных сообществ начали преобладать более влаголюбивые растения: некоторые виды злаков, папоротник, различные виды прибрежно-водных и древесных растений (Свиточ, 2009). Береговая линия достигла отметки +53-55 м абсолютной высоты (рис. 41), тогда как абсолютные высоты окружающей городище аллювиальной равнины составляют около 54 м (Модин и др., 2014). Как следует из данных по абсолютным высотным отметкам, а также из выполненных реконструкций (рис. 42) в период новоаральской трансгрессии береговая линия Аральского моря, если и не доходила до самого городища, то располагалась достаточно близко к нему.

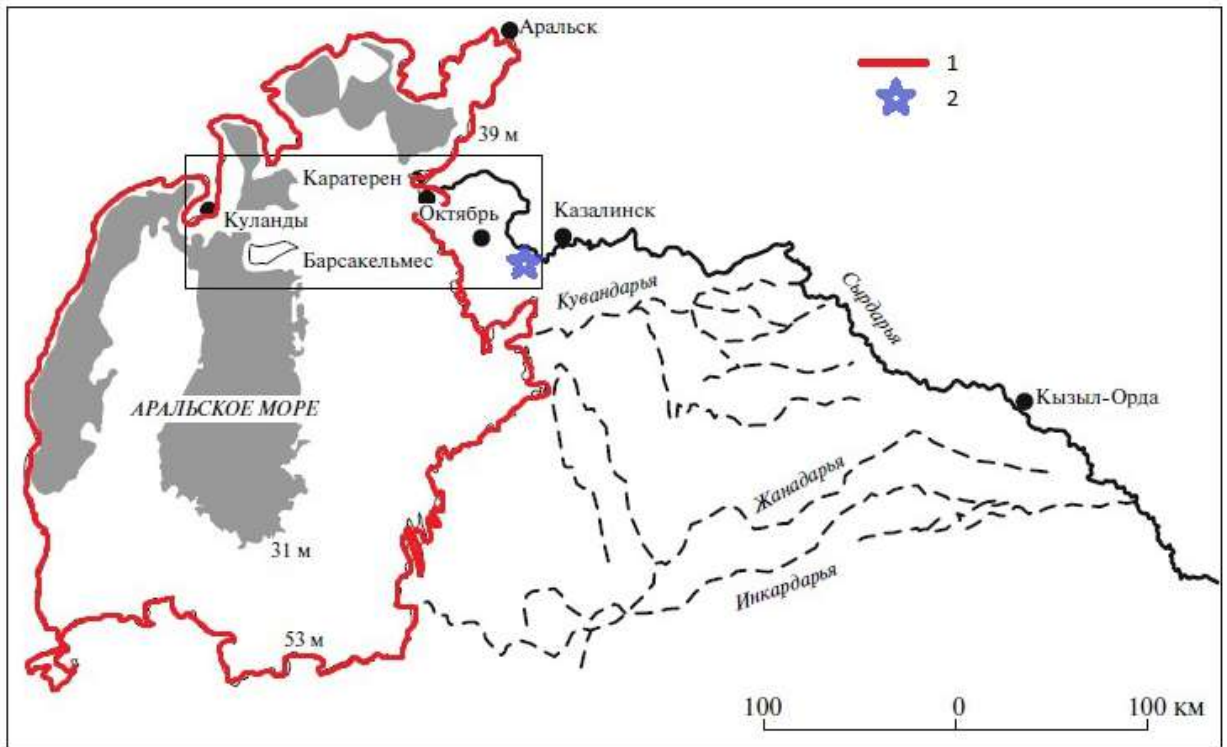


Рис. 41. Границы Аральского моря во время регрессий и трансгрессий и древние русла Сырдарьи. 1 - граница Аральского моря во время новоаральской трансгрессии; 2 - городище Джанкент.

ВРЕМЯ	Систематика событий			Трансгрессивно (Т) – регрессивная (Р) ритмика	С ¹⁴ даты (лет)	Уровень моря (абс. выс., м)	Соленость, ‰	Палеогеографическая ситуация		
	Эпоха	Стадия	Этап							
Г О Л О Ц Е Н	поздний	морская	современный	Т		53	11.3	Внутриконтинентальное опресненное бессточное море с резкими изменениями уровня и солености, при регрессиях разбивается на системы соленых и пресных озер. Терригенное и хемогенное осадконакопление.		
				Р	МГУ 734 970±140	43–44				
			средний	Т	максимальная	МГУ 778 1590±140	до 30		53–53.5	~8–12
				Р			54.5		~8–9	
			ранний	Т		МГУ 742 3600±140	35–40			
				Р		МГУ 741 4850±90	до 57		~11.3	Проникновение и расселение <i>Cerastoderma glaucum</i> (<i>Cardium edule</i>)
	ранний	озерно-солончаковая		Т	максимальная	МГУ 740 4960±100			Система озер, периодически пересыхающих. Активная садка соли.	
				Р						

Рис. 42. Палеогеографическая схема истории развития Аральского моря (Свиточ, 2009; с. 10).

Во время регрессии климат становился более засушливым. Береговая линия отступила до отметки +43-44 м абсолютной высоты. В данный период на территории обсохшего дна Арала происходило отложение крупнозернистого осадка (песок, алеврит, ракушечный материал), хемогенных сульфатных солей (гипс, мирабилит) и торфоподобной органики, которая сформировалась, когда море обмелело и заросло густой растительностью. На территории Приаралья господствовали суховеи, переносившие не только большое количество песчаного материала с осушенных территорий, но и сульфаты и хлориды, приводившие к засолению почв (Свиточ, 2009).

Новые данные последних лет вносят важные коррективы в понимание палеогеографии региона. В частности, детальное изучение ложбины Бозкель (расположенной на высоте +57 м абс. высоты в северо-восточном Приаралье), показало, что она никогда не была заливом Аральского моря. Комплексные исследования (литологический, диатомовый, спорово-пыльцевой анализ, радиоуглеродное датирование) отложений этой ложбины свидетельствуют о том, что на протяжении последних 3,5 тысяч лет уровень Арала не поднимался до отметки 57 м, а сама ложбина представляла собой, вероятно, котловину выдувания, периодически увлажнявшуюся водами дельтовых рукавов Сырдарьи (Панин и др., 2024).

Что касается современного состояния Аральского моря, то оно продолжает непрестанно высыхать из-за антропогенной деятельности, т.к. часть стока рр. Сырдарьи и Амурдарьи разбирается на ирригационные системы Казахстана, Туркмении и Узбекистана (рис. 43). Общая площадь обмелевшего Арала составляет почти 58 тыс. кв. км. Территория обнажившегося дна моря непригодна для сельского хозяйства из-за обильного засоления и ядохимикатов, поступающих со стоками Сырдарьи с орошаемых полей. Пыльные бури переносят соли и пестициды на прилегающие территории, ухудшая экологическую обстановку всего Приаралья. Большая часть бывшего дна превратилась в пустыню Аралкум.

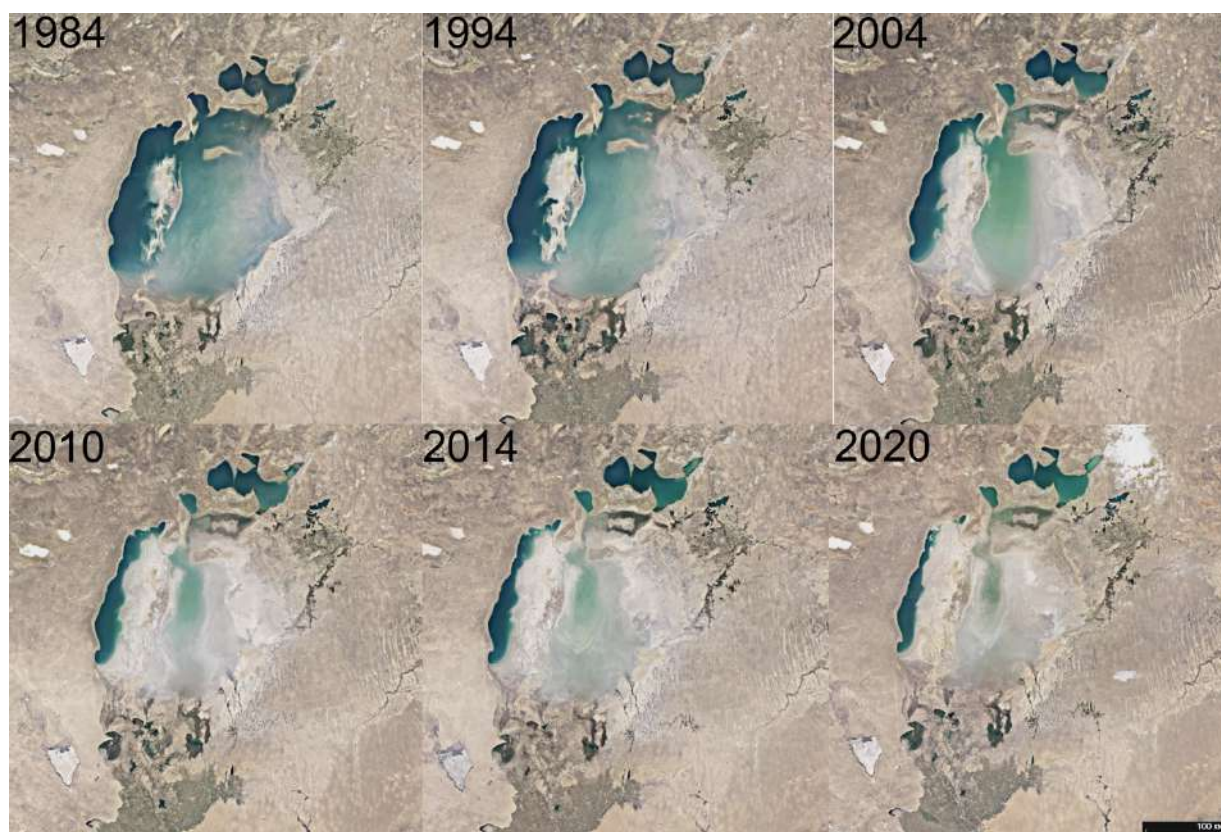


Рис. 43. Высыхание Аральского моря 1984-2020 гг. Источник: Google Earth.

В 1987 году Аральское море разделилось на две части: Малое и Большое Аральское. Малое Аральское море подпитывается водами Сырдарьи и поэтому на протяжении 10 лет держит уровень береговой линии на отметке 42,2 м. Площадь Малого Аральского моря составляет примерно 3,3 тыс. кв. км. В 2003 году Большое Аральское море разделилось на две части: Западную и Восточную. Восточная часть попеременно высыхает жарким летом и частично возобновляется во время паводков рек. Западная часть Большого Арала имеет площадь 3,5-3,8 тыс. кв. км и пополняется в основном за счет грунтовых вод, но этого недостаточно, чтобы сгладить отрицательный баланс воды. Современный уровень Большого Арала находится на отметке 26-28 м абсолютной высоты (Ивкина и др., 2010). Из-за интенсивного усыхания и незначительного притока вод соленость на некоторых участках Большого Арала составляет 100 г/л (Миклин и др., 2016).

Таким образом, можно заключить, что современные гидрологические и биоклиматические условия территории, где расположено городище Джанкент, отличны от условий периода существования городища Джанкент. Вероятно, в средневековье климат и все компоненты геосистемы: положение береговой линии Арала, гидрологическая сеть, растительный и почвенный покров, в частности, степень, характер и пространственная вариативность засоления, существенно отличались от современных.

4.2.4. Почвы

Характерная особенность почти всех почв региона – низкое содержание гумуса (2-4%) и засоленность. Из-за неправильного орошения с каждым годом увеличиваются потери запасов гумуса, снижается плодородие, что ведет к деградации почв. В результате антропогенного изменения гидрологического режима Сырдарьи и прилегающих территорий (к 1960 г. воды р. Сырдарья были почти полностью разобраны для орошения) в почвенном покрове произошло повышение уровня грунтовых вод, увеличение площади солончаков и сильнозасоленных почв (Боровский, 1982). Кроме того, на сильное засоление почв Приаралья влияет эоловый перенос солей с обсохшего дна Аральского моря на прилегающие территории.

Почвенный покров Казалинского района представлен в основном серо-бурными, лугово-болотными, такыровидными почвами, такырами, пустынными песчаными и засоленными почвами (Боровский, 1982). Среди засоленных почв преобладают корковые и корково-пухлые типичные солончаки с сильным хлоридно-сульфатным поверхностным засолением, а также вторично засоленные солонцы (Боровский и др., 1958). Растительный покров засоленных почв формируют в основном галофиты: солянки, сарсазан, карабарак, поташник, тамариски, женгил (рис. 44).



Рис. 44. Растительный покров засоленных почв. Фото М.А. Бронникова.

В окрестностях городища Джанкент наиболее распространены солончаки, которые были выбраны в качестве первого фонового типа почв. Солончаки – почвы, в которых содержание легкорастворимых солей с поверхности превышает 1%. Обычно соли пропитывают весь профиль, образуя на поверхности выцветы, корку или пухлую корку мелкокристаллических скоплений. В данных почвах, как правило, не прослеживается педогенной дифференциации по гранулометрическому составу, минералогическому и химическому составу (Почвоведение..., 1988). Диагностическими горизонтами по классификации почв России 2004 г. являются солончаковый горизонт S и солончаковый сульфидный SS. Солончаковый горизонт S, как правило, бесструктурный или непрочнокомковатый с солевой коркой на поверхности. Солончаковый сульфидный горизонт SS также имеет на поверхности солевую корку, ниже которой выделяется темная иловатая прослойка (Классификация и диагностика почв России, 2004).

В зависимости от способа образования среди солончаков различают типичные (пухлые и корково-пухлые), луговые, соровые и вторичные. Ниже приведено морфологическое описание разреза типичного корково-пухлого солончака, изученного в окрестностях городища:

Корка (0-0,5(1) см) – белая, с крупными сквозными порами. На поверхности растительных остатков присутствуют мучнистые инкрустации солей. Очень слабое вскипание от HCl.

Подкорка (0,5(1)-4,5(5,5) см) – 10YR 6/2 grayish yellow brown, сухая, очень рыхлая, опесчаненная, с многочисленными кристаллами солей. Граница волнистая, переход резкий по содержанию солей и окраске.

A (4,5(5,5)-16(18) см) – 2,5Y 3/2-3/3 brownish black, dark olive brown, влажный, пылеватый средний суглинок, призмовидно-блочно-мелкокомковатая структура, мелкие точечные выделения солей. Средне-слабо интенсивное вскипание от HCl. Переход ясный по структуре.

AB (16(18)-25(28) см) – 2,5Y 3/3 dark olive brown, 10YR 3/3 brown (dark brown), влажный, рыхлый, средний к тяжелому суглинок, призмовидно-мелкоблочно-мелкозернистая структура, среднеоформленная, среднепрочная, редкие очень мелкие прожилки солей. Среднеинтенсивное вскипание от HCl. Переход ясный, граница волнистая.

Bq (25(28)-62 см) – 2,5Y 4/2 dark grayish yellow, влажный, средний суглинок, рыхлый, призмовидно-блочно-мелкокомковатая структура, хорошо оформленная. Грани агрегатов более темные по сравнению с внутриведной массой. Единичные включения углей плохой сохранности. Единичное включение 1 фрагмента керамики.

BCq (62-70 см) – 2,5Y 5/3 yellowish gray, мелкие диффузные пятна оксидов железа цвета 2,5Y 4/4 olive brown, влажный, плотный, сильно пылеватый средний суглинок, блочно-мелкокомковатая структура.

Вторым фоновым типом почв в районе городища Джанкент является солончак вторичный по солонцу светлому, квазиглееватому, засоленному, гипсосодержащему формирование которого связано с длительным антропогенным воздействием (орошение минерализованными водами, подъем грунтовых вод). Ниже приведено описание разреза вторичного солончака (рис. 45) (Иванова и др., 2014, с. 144).

Корка (0-1(2) см) – белая, плотная, средне-хрупкая, в углублениях фрагментарно встречаются глинистые корки. На поверхностях растительных остатков присутствуют белые высолы.

SS (2-8(10) см) – цвет серо-белый до белого, структура комковато-порошистая, агрегаты хорошо оформленные, но очень хрупкие, легко осыпается в нижележащий горизонт, граница ясная по окраске и структуре, переход заметный.

SEls (8(10)-15(20) см) – окраска неоднородная: сочетание темно-буровато-серых и палево-серых пятен, свежий, очень рыхлый, мягкий, супесь, структура очень непрочная комковато-порошистая, богатый перегнойным органическим веществом, многочисленные солевые трубочки, включения недоразложенных растительных остатков, граница волнистая, переход ясный по окраске.

BSNq,s (15(20)-32(35) см) – желтовато-серый с многочисленным охристо-бурыми мелкими сегрегациями Fe по корневым ходам и многочисленными солевыми трубочками, легкий суглинок пылеватый, структура призмовидно-блочная плохо оформленная среднепрочная, переход ясный по окраске, механическому составу, новообразованиям, граница широковолнистая, мелко фестончатая, биогеннотурбированная.

BCAq (32(35)-50 см) – окраска неоднородная: на серо-палевом фоне сизые и охристо-бурые мелкие и желтые диффузные пятна, влажный, сильно пылеватый, средняя супесь, структура средне оформленная блочно-крупно-плитчатая, по граням структурных отдельностей пятна розово-бурых глинистых кутан, редкие белые солевые трубочки, вскипание средней интенсивности, наличие ходов нор грызунов, переход постепенный.

II BCq,ca,s (50-78(80) см) – окраска неоднородная: на серовато-палевом фоне диффузные сизые пятна в зачищенной стенке, влажный, тяжелая супесь (алеврит) близко к легкому суглинку, сильно пылеватый, однородный, структура призмовидно-блочная средне оформленная среднепрочная, поверхности агрегатов сизовато-серые с диффузными буроватыми пятнами, с фрагментарными глинистыми кутанами, сизые трубочки оглеения вдоль редких корневых ходов, тонкие солевые стяжения по ходам тонких корней, наличие

норок грызунов диаметром до 5 см, вскипание бурное, граница широко волнистая, переход резкий по окраске и механическому составу.

III Cq,ca,s (78(80)-87(89) см) – Серовато-палевый с многочисленными сизоватыми пленками по поверхностям, средний суглинок пылеватый, с субгоризонтальной слоистостью, структура блочно-крупно-плитчатая, с охристыми стяжениями Fe по ходам корней, солевыми трубочками и горизонтальными солевыми прослоями до 1 мм, по поверхностям глинистые кутаны сизо-серые с буроватыми пятнами, переход резкий, граница широко волнистая.

IV Dq (87(89)-100 см) – серовато-палевый с сизоватыми пятнами, сырой, супесь, однородный, структура плохо оформленная блочно-глыбистая, по граням агрегатов несплошные сизовато-коричневые глинистые кутаны, мелкие охристые рыхлые сегрегации Fe по тонким корневым ходам, вскипание средней интенсивности.

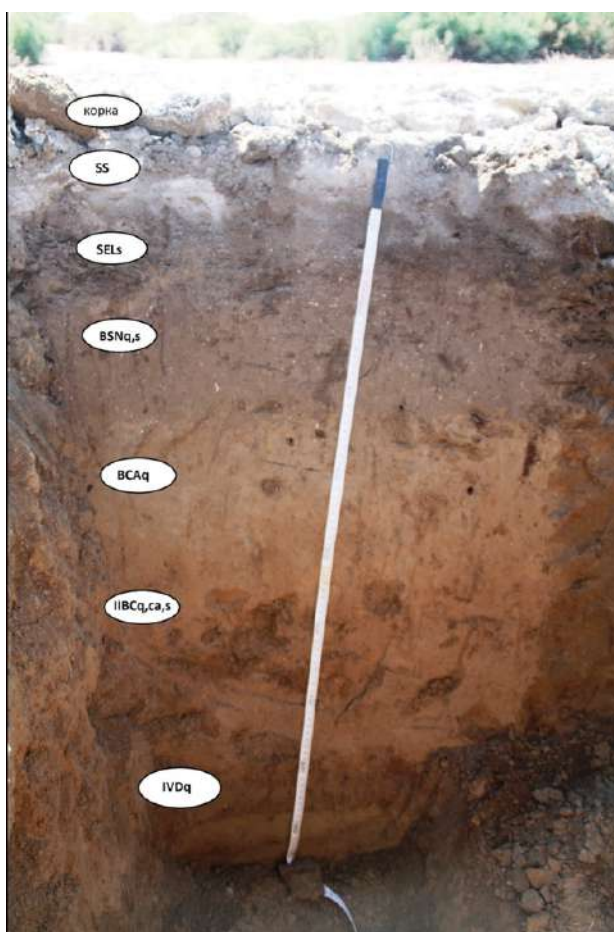


Рис. 45. Профиль вторичного солонца (Иванова и др., 2014, с. 157).

Таким образом, в окрестностях городища Джанкент в качестве фоновых были изучены два контрастных типа почв: солончак (с высоким содержанием легкорастворимых солей и солевой коркой) и вторичный солонец (сформировавшийся в результате

длительного антропогенного орошения и обладающий специфическим солонцовым горизонтом SELs).

4.2.5. Историческая и археологическая сводка

Джанкент (от тюркского Янгикент – "Новый город") является одним из трех болотных городищ⁴. В письменных источниках памятник упоминается с X в. в записях современников-историков, географов, путешественников (Курманкулов и др., 2007). Согласно радиоуглеродным датам, полученным из АПЛС, Джанкент существовал в период с VI-XI вв. В VI в. Джанкент был основан местным населением джетыасарской культуры как неукрепленная деревня с рыбацким и ремесленным промыслом. Из-за расположения деревни на Северном Шелковом пути, близости р. Сырдарья и Аральского моря, поселение стало активно вести торговую деятельность и к концу VIII в. уже имело протогородской тип. В IX в. вокруг Джанкента были построены крепостные стены и город стал зимней резиденцией царя огузов⁵. В период своего расцвета городище Джанкент уже являлось крупным укрепленным поселением городского типа, торговым и ремесленным центром на пересечении Северного Шелкового пути и пути из Поволжья в Хорезм. К XI в. работоторговля из Поволжья в Хорезм практически прекратилась, что отразилось на жизнедеятельности Джанкента, который со временем пришел в упадок и был заброшен. Возможно, городище также могло быть повторно заселено в XII и XIV вв. и использовалось как временное жилище или форпост во время строительства соседнего золотоордынского города Монтобе, исходя из найденных черепков керамики, относящихся к данному времени (Harke et al., 2020).

Городище расположено на естественном возвышении на 6-7 м над пустыней, имеет Т-образную форму и окружено глинобитными крепостными стенами (рис. 46а). Площадь поселения, заключенная внутри стен, составляет около 16 га. Территория памятника характеризуется четкой планировкой. Джанкент разделен главной улицей на западную и восточную часть. В восточной части располагается цитадель размером 100*100 м. Также имеются ворота на западной и восточной стенах. Археологические педолитоседименты представлены мощными стратифицированными напластованиями общей мощностью до 9 м (Arzhantseva et al., 2012). Сохранившиеся фрагменты архитектурных сооружений представлены преимущественно кладками из сырцового кирпича и глинобитными конструкциями. При археологических исследованиях АПЛС поселения внутри жилых

⁴ Болотные городище - группа памятников, расположенных на равнине треугольного полуострова, ограниченного на севере р. Сырдарьей, на западе - Аральским морем, а на востоке - полосой болот и камышовых плавней (Аржанцева и др., 2010).

⁵ Огузы - средневековые тюркские племена, жившие IX-XI вв. в степях Центральной Азии и Монголии.

кварталов обнаружены свидетельства обработки цветных металлов, керамического производства, содержания скота (Аржанцева и др., 2014).

Впервые городище Джанкент было исследовано немецким археологом Лерхом в 1867 г. Он составил план памятника описал состояния укреплений. В 1946 летняя группа Хорезмской экспедиции во главе с С.П. Толстовым собрала материалы по истории города, культуры и занятиям населения, был сделан первый аэрофотоснимок и составлен топографический план (Harke et al., 2020). Более основательное изучение памятника началось с 2005 г. казахско-российской археологической экспедицией и продолжается по настоящее время. В 2011 г. на памятнике начали проводиться междисциплинарные исследования, в которых приняли участие геофизики, почвоведы и геоморфологи. Геофизические исследования с помощью магнитной разведки выявили шахматное расположение кварталов в западной части городища и более хаотичную планировку с несколькими крупными постройками в восточной части. Почвенные исследования на городище включали в себя: микроморфологические, геохимические, биоморфные и микологические анализы. Были исследованы АПЛС жилых уровней и строительных горизонтов, а также заполнения керамических сосудов. Исследователями была проведена реконструкция палеосреды и выяснено, что в период существования городища климатические условия были, возможно, несколько более гумидными (Аржанцева и др., 2014; Карпова и др., 2025).

Раскоп, в котором исследована стратиграфическая колонка АПЛС, находится в северо-западной части городища, и был заложен на стыке крепостной стены и стены цитадели (рис. 46б). В ходе археологических работ (2012-218 гг.) вскрыты три полукруглые башни диаметром 7 метров, которые были частью северной обводной стены цитадели. На территории раскопа было зафиксировано несколько помещений, внутри которых встречались суфы – невысокие глиняные платформы-лежанки вдоль стен. Археологические раскопки обводной стены выявили, что она неоднородна по своему составу и подвергалась нескольким ремонтам и перестройкам. Поздняя обводная стена, сооруженная из сырцовых кирпичей и блоков пахсы⁶, была построена поверх ранних жилых слоев, насыщенных костями животных, фрагментами керамики и другим археологическим материалом. Следовательно, эти слои, оказавшиеся внутри “тела” стены, не были сформированы одновременно в ходе строительства, а накопились в течение длительного периода, как результат жизнедеятельности населения города (Аржанцева и др., 2014). Именно эти жилые слои, прилегающие к внутренней части обводной стены на ранних этапах обживания и

⁶ Пахса – прессованная глина, используемая в качестве строительного материала в Средней Азии (Воронина, 1969).

впоследствии запечатанные в теле крепостной стены на более позднем этапе ее перестройки, послужили объектом исследования.



Рис. 46. а – космоснимок городища Джанкент (Google Earth). Символом обозначено местоположение стратиграфической колонки; б – разрез северной стены.

Общая мощность археологических педолитоседиментов на исследованном участке составляет более 8 м (включая выходящие на дневную поверхность глинобитные сооружения и продукты их разрушения). Исследована рыхлая толща АПЛС мощностью 661 см, запечатанная под 2 м плотного глинобитного материала верхней поздней части крепостной стены (рис. 47). Согласно археологическим данным и полученным радиоуглеродным датам, толща исследуемых слоев надежно датируется VII-X вв. нашей эры (Бронникова и др., 2025). В ходе полевых работ в исследованном разрезе выделено и описано 25 стратиграфических слоев (I-XXV). При ручном бурении в дне исследованного раскопа в августе 2018 г. грунт становился водонасыщенным на глубине около 765 см от дневной поверхности (1005 см от “0” отметки локального репера). Учитывая суглинисто-глинистый гранулометрический состав, можно утверждать, что нижние горизонты АПЛС исследованной стратиграфической колонки сейчас попадают в сферу влияния грунтовых вод.

4.2.6. Стратиграфия и морфологическое строение АПЛС

Вся колонка отложений АПЛС сложена отложениями тяжелого гранулометрического состава: тяжелыми суглинками и глинами (прилож. 10). По преобладанию минерального и органического вещества в составе слоя на макро- и микроуровне, изучаемый профиль был подразделен на несколько пачек (рис. 47). Ниже приводится обобщенная макро- и микроморфологическая характеристика

стратиграфических слоев из исследуемого профиля раскопа. Подробные макро- и микроморфологические описания даны в приложении 8.

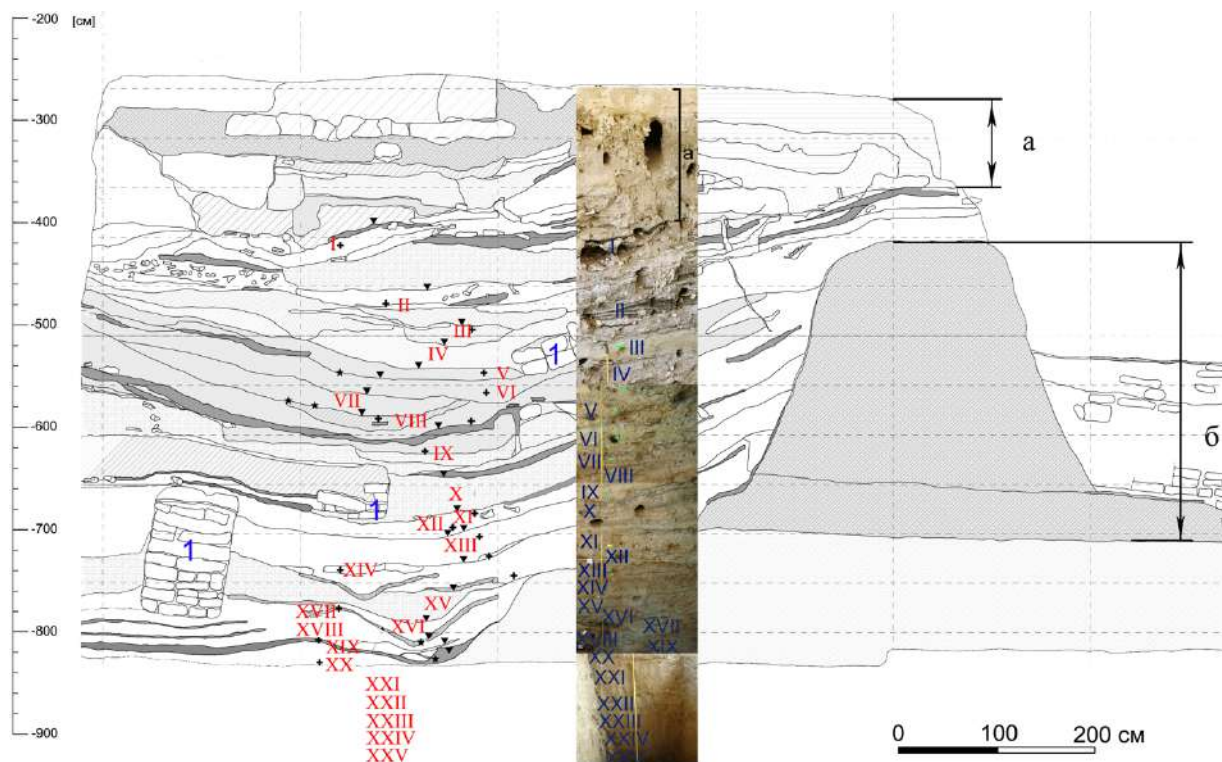


Рис. 47. Стратиграфическое строение профиля: а – внешние бронирующие пласти поздней стены, сложенные глинобитным материалом, б – ранняя монолитная глинобитная стена, 1 – кладки сырцового кирпича. Глубины даны в сантиметрах от локального репера. Чертеж выполнен Д.А. Волковым, Т.Ю. Черезовой.

Верхняя пачка (слои I-X, -380-675 см) сложена преимущественно минеральным и органико-минеральным материалом (рис. 47, 48а). Это плотные средне- и тяжелосуглинистые слои с включением растительного детрита, крупных фрагментов костей, которые часто имеют хорошую сохранность (плотные, недезинтегрированные), керамики, углей и золы. Как правило, внутри одного слоя присутствуют обособленные трамбованные минеральные и минерально-органические микростраты, или блоки (например, слои I, V, VI, VIII), в других случаях минеральный и органический материал равномерно распределен внутри слоя (слои IV, X). В слое IV отмечено присутствие концентраций мучнистого гипса в виде изометричных, или угловатых агрегатов неправильной формы размером 3 мм и более.

На микроуровне характерной особенностью слоев данной пачки является присутствие большого количества угловатых карбонатно-глинистых агрегатов (рис. 48б). Тонкодисперсное вещество таких агрегатов часто отличается от вмещающего материала более темной окраской, плотным сложением и сортированным преимущественно тонкопылеватым составом. Практически во всех слоях в небольшом количестве

встречаются фрагменты костей, часто обожженных. В шлифах (слои II, IV, VII, X), помимо растительного детрита, отмечены фитоциты, среди которых идентифицированы фитоциты злаков (в том числе культурных), камыша и тростника (Neumann et al., 2019). Также наблюдаются микрзоны тонкодисперсной массы с фосфатно-органической пропиткой (II, IV, VIII) и пыльцевые зерна (IV, VIII). В слоях III и VIII прослеживается микроструктурная агрегация тонкодисперсного вещества. Почти для всех слоев данной пачки характерны многочисленные новообразования гипса: отдельные крупные линзовидные кристаллы (некоторые со следами растворения) и их сростки, гипсово-солевые инфиллинги (VII, X). В слое VII присутствуют единичные поры-выщелачивания, оставшиеся от полностью растворенных крупных линзовидных кристаллов гипса. В большинстве слоев данной пачки встречаются различные новообразования железа: кутаны и гипокутаны, диффузные пятна, ожелезнение по растительным тканям (IV, VIII). Новообразования карбонатов представлены микритовыми кутанами (V) и инкрустациями по растительным тканям (IV, X).

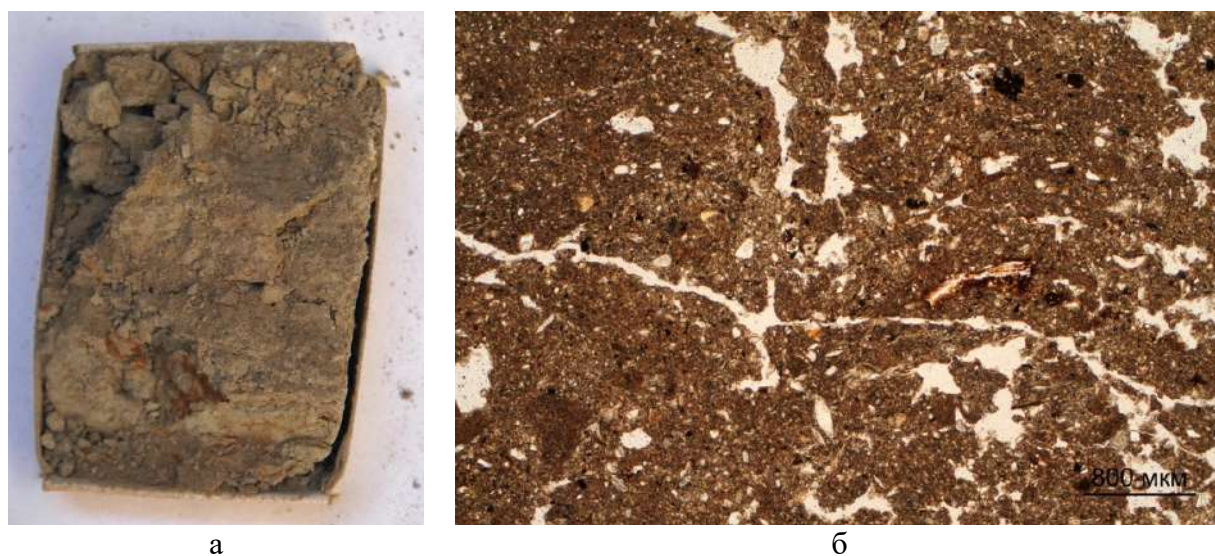


Рис. 48. а – плотный суглинистый материал с новообразованиями оксидов-гидроксидов железа. Слой II; б – карбонатно-глинистое тонкодисперсное вещество плотного сложения. Слой IX, PPL.

Средняя пачка (слои XI-XIX, -675-835 см) – рыхлые слои, сложенные в основном смесью органического и минерального материалов, содержат существенно больше органических и органо-минеральных субстратов и новообразований, чем вышележащая пачка отложений (рис. 47, 49а). В частности, в данной пачке, помимо большого количества углисто-золистых прослоек, присутствуют целые розоватые прослойки частично или полностью минерализованного растительного детрита, иногда сохранившего только минеральный фитоморфный «каркас», мощностью до 5-7 см (XII, XV, XVII). Во многих

слоях данной пачки встречаются новообразования гипса в виде угловатых, неправильной формы агрегатов до 3 мм и более (XI-XII, XIV-XVI).

На микроуровне углисто-золистые прослойки представлены субпараллельно ориентированными углефицированными растительными остатками с аккумуляциями микрита между ними и тонкими, длинными частицами травянистого угля (слои XIII, XV, XVII-XIX) (рис. 49б). В слоях XV и XVIII между детритом встречаются единичные фрагменты витрифицированной массы. Во всех слоях здесь отмечено присутствие многочисленных цепочек фитолитов культурных злаков, часто рядом с недоразложенными растительными тканями. Также встречается большое количество пыльцевых зерен (XV, XVII, XVIII), копролиты (XV, XVIII) и единичные панцири диатомовых водорослей с сохранными створками (XVII). Костного материала на микроуровне достаточно мало, однако в слоях XIII-XV и XVIII идентифицированы фрагменты костей рыб. Карбонатно-глинистых агрегатов в данной пачке существенно меньше, чем в верхней пачке, и они встречается в небольшом количестве только в слоях XIII-XV, XVIII. В слое XI между детритом присутствует большое количество кальцитовых сферулитов, а также скопления грибных спор. В слое XIII отмечены фосфатно-органические нодули. Все слои характеризуются обилием инкрустаций карбонатов по растительным тканям, ожелезненные ткани единичны. Железистые кутаны и гипокутаны, а также диффузные пятна присутствуют в большом количестве в слоях XIII и XIV, которые выделяются в этой пачке появлением как гипсово-солевых инфиллингов (некоторые со следами растворения), так и отдельных кристаллов гипса в карбонатно-глинистом материале.

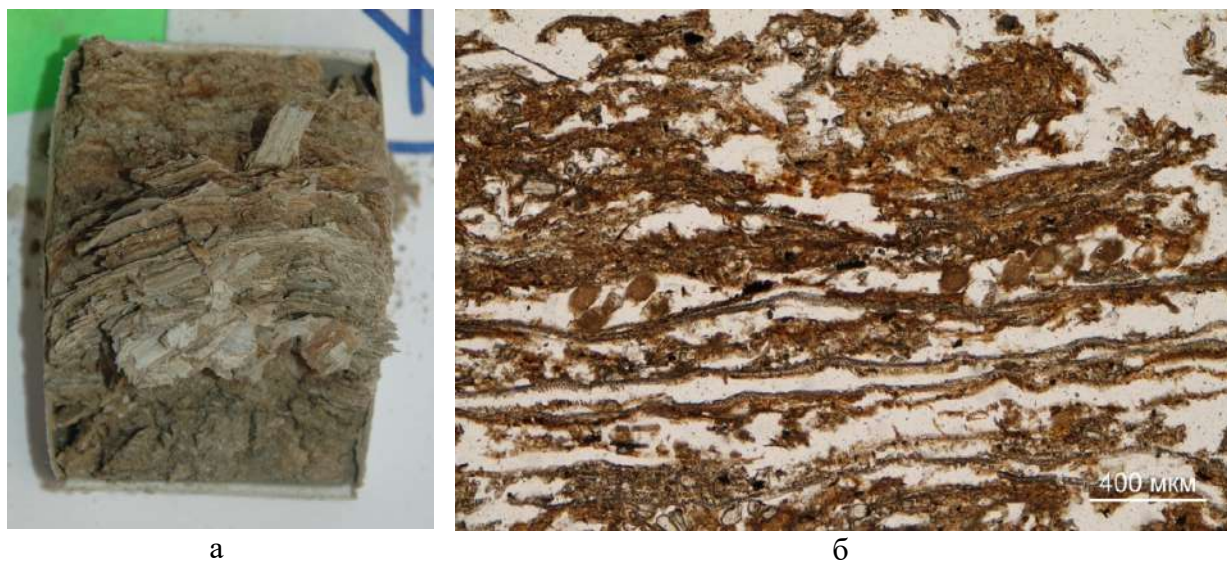


Рис. 49. а – субпараллельные слои растительного детрита. Слой XVII; б – субпараллельные слои растительного детрита и копролиты между ними. Слой XV (PPL).

Нижняя пачка (слои XX-XXV, -835-1041 см) представлена очень плотными, средне- и тяжелосуглинистыми, преимущественно минеральными слоями, с редкими антропогенными включениями (рис. 47, 50а). В слое XX на микроуровне в небольшом количестве наблюдаются угли, фрагменты костей, растительный детрит и фитоциты, также встречаются копролиты и единичные пыльцевые зерна, отмечена микроструктурная агрегированность тонкодисперсного вещества. В этой пачке слоев, по сравнению с вышележащими, присутствуют многочисленные признаки перераспределения железа: кутаны и гипокутаны, диффузные пятна, единичные ожелезненные растительные остатки. Новообразования гипса и карбонатов единичны: в слое XX отмечена инкрустация карбонатов по растительным тканям, в слое XXIV – отдельные кристаллы гипса в общей массе (рис. 50б).

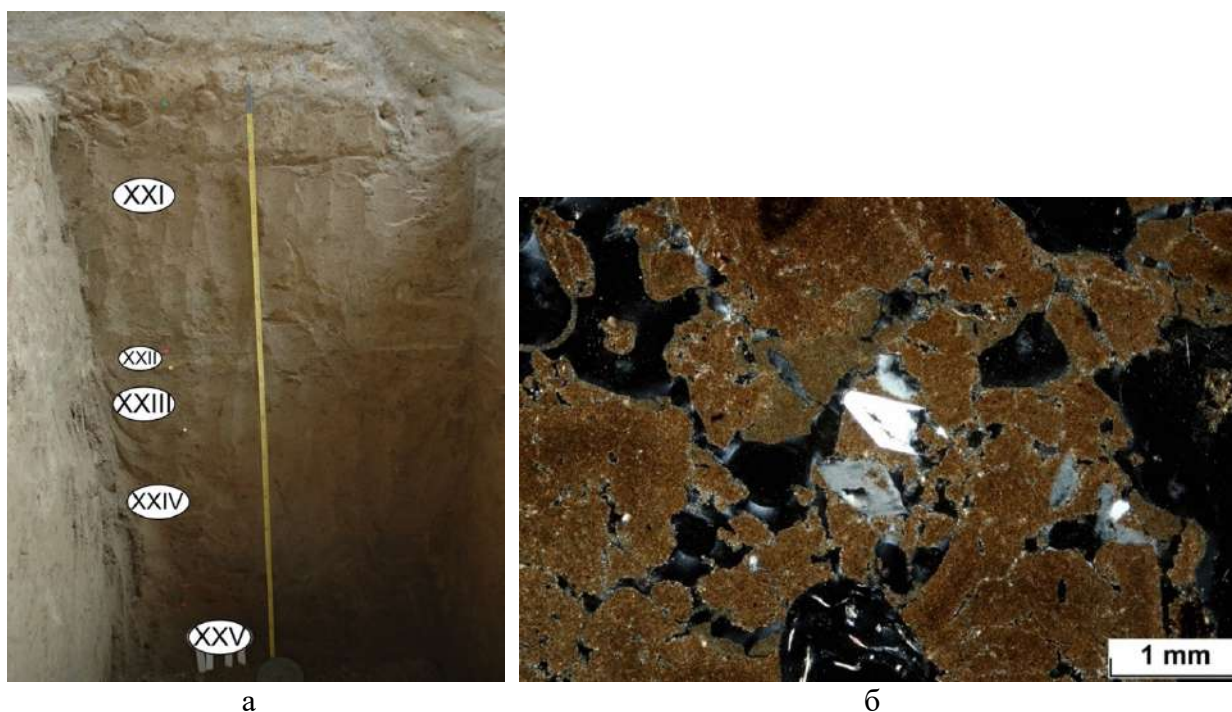


Рис. 50. а – слои нижней пачки стратиграфической колонки (XXI-XXV); б – глинисто-карбонатное тонкодисперсное вещество и крупные линзовидные кристаллы гипса. Слой XXIV (XPL).

4.2.7. Химическая и физико-химическая характеристика и свойства АПЛС

Подробные химические и физико-химические свойства, а также гранулометрический состав АПЛС стратиграфической колонки городища Джанкент приведены в приложениях 9, 10. Содержание элементов в АПЛС сравнивалось с ранее полученными данными для фоновых разрезов солончака и вторичного солончака (Иванова и др., 2014), расположенных в окрестностях городища. В данном разделе приведена

характеристика распределения макро- и микроэлементов, содержание которых существенно отличается от их содержания в фоновой почве. Подробное содержание всех исследованных макро- и микроэлементов приведено в приложениях 11-12.

Показатель рН в стратиграфической колонке колеблется вокруг карбонатного равновесия (8,3): от 7,4 (слой II) до 9,1 (слой XXV) (рис. 51а). Значения рН не сильно варьируются по профилю. Можно выделить два заметных тренда: небольшое смещение реакции среды в более щелочную вниз по профилю от слоя I до слоя XI и от слоя XII до слоя XXV. Близкие к нейтральным и слабощелочные показатели рН в верхних четырех метрах отложений свидетельствуют о засолении нейтральными солями, и только в нижних, сильнощелочных слоях, можно предполагать наличие соды.

Содержание органического углерода неравномерно распределено по профилю и варьирует в широких пределах – от 0,37% до 5,52% (рис. 51б). Наиболее высокие значения зафиксированы в слоях XVI (4,78%), XVII (5,52%) и верхней части слоя I (4,44%). В целом, повышенные концентрации органического углерода (>2%) характерны для слоев I, II, IV, VIII, X, XII-XVIII. Минимальное содержание (<0,7%) отмечено в слоях VII (0,69%), IX (0,37% в нижней части) и XI (0,46%). Распределение органического углерода по профилю не имеет четкой тенденции, что связано с локальными очагами накопления органических отходов и неоднородностью антропогенных отложений.

Соотношение C:N в АПЛС варьирует от 4 до 14 (рис. 51в). Наиболее низкие значения (C:N – 4-6) отмечены в слоях VII, IX и XI, где содержание органического углерода минимально (менее 1,5%). Более высокие значения (10-14) в верхних и средних слоях (I, II, IV, VIII, X, XII-XVIII), где содержание органического углерода достигает 2-5%.

Содержание валового фосфора в колонке высокое и очень высокое и варьируется в диапазоне от 0,17% (слой XXIV) до 11,9% (слой XV) (рис. 51г). Для оценки степени накопления фосфора использована шкала, предложенная Т.В. Прокофьевой и соавт. (2014) для суглинистых почв, согласно которой почвы с содержанием фосфора менее 0,2% относятся к незафосфаченным, 0,2-0,4% – к сильнозафосфаченным, а более 0,4% – к сверхсильнозафосфаченным. Исходя из этого, все исследованные слои (за исключением нижних слоев XXIV-XXV) являются сверхсильнозафосфаченными, что свидетельствует о сильном антропогенном воздействии. Как и для углерода, сложно выявить закономерность распределения из-за многочисленных пиков. Явно выделяется высокая концентрация фосфора в верхних слоях колонки I-II (3,70% и 2,82% соответственно). Сильно выбивается из стратиграфической колонки слой XV с пиковым содержанием 11,9%.

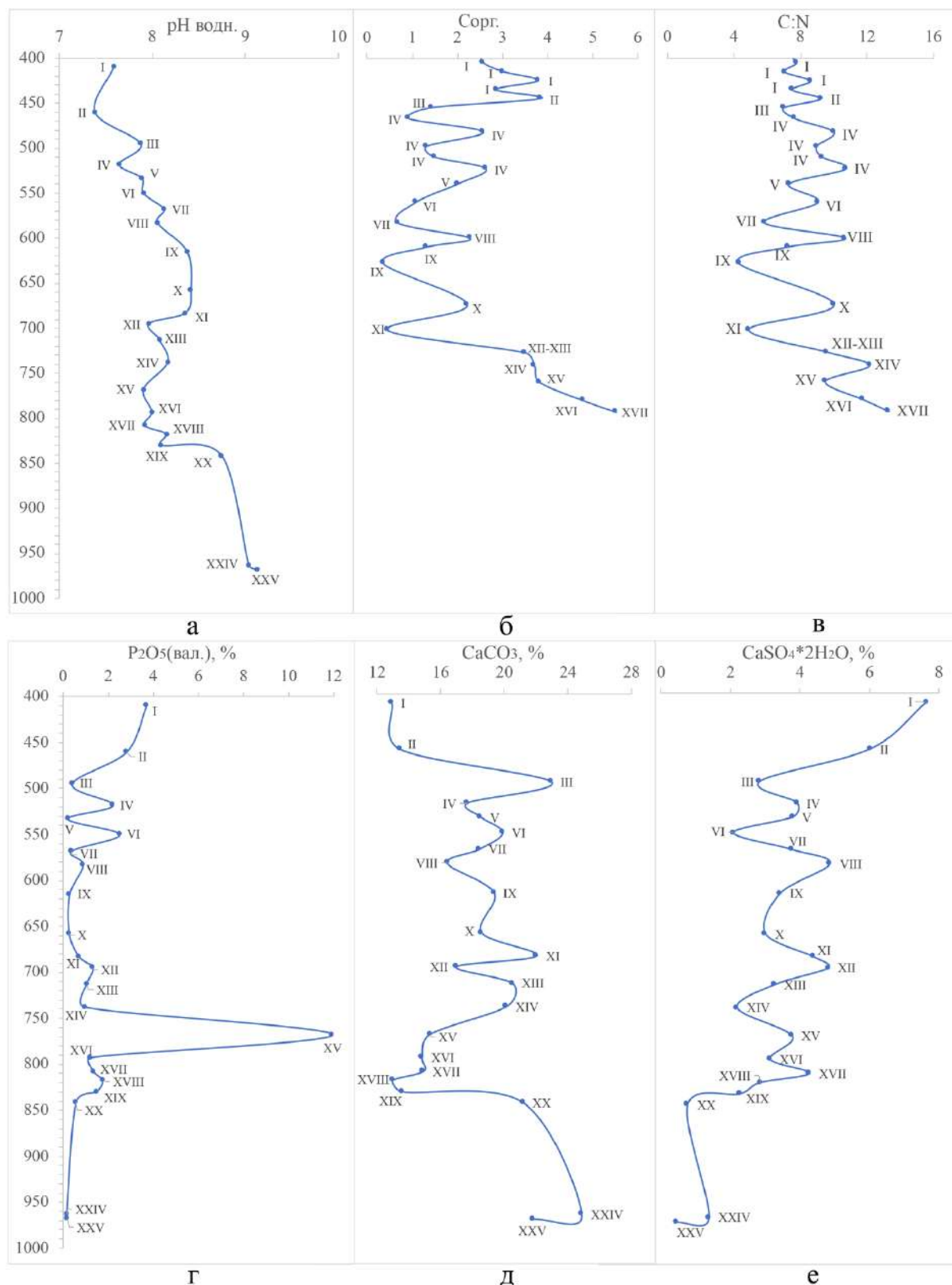


Рис. 51. Данные аналитических исследований стратиграфических слоев: а – рНводн.; б – Сорг, %; в – C:N; г – P₂O₅ (вал.), %; д – CaCO₃, %; е – гипс, %.

Содержание карбонатов во всех слоях высокое (рис. 51д), лежит в диапазоне от 13% (слой XVIII) до 25% (слой XXIV) и варьирует примерно в тех же пределах, что в фоновой почве (8-23%). Согласно классификации, установленной в ГОСТ Р 70229-2022, слои с

содержанием CaCO_3 до 15% относятся к карбонатным, а с содержанием от 15 до 25% – к среднекарбонатным. На диаграмме не наблюдается выраженной тенденции изменения содержания карбонатов по профилю, из-за многочисленных нерегулярных пиков. Можно выделить три группы слоев по насыщенности карбонатами: 13-15% (I-II, XVI-XIX), 15-20% (IV-X, XII, XV), >20% (III, XI, XIII-XIV, XX, XXIV-XXV).

Содержание гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) лежит в диапазоне от 0,5 (XXV) до 7,6% (I) (рис. 51e) и соответствует содержанию гипса в фоновой почве (0,5-7,3%), за исключением очень высоких концентраций гипса в их солевой корке (22%). По профилю АПЛС наблюдается существенное варьирование его концентрации. Согласно классификации Л.А. Воробьевой (2006), почвы с содержанием гипса менее 2% относятся к незагипсованным, а с содержанием 2-10% – к слабозагипсованным. Таким образом, большинство слоев колонки характеризуются как слабозагипсованные. Особенно насыщены гипсом самые верхние слои I и II (7,6% и 6,0%). Слои IV-V, VII-VIII, XI-XII, XV и XVII содержат 4-5% гипса. Доля гипса в нижних слоях (XX, XXIV, XXV) менее 1,5%.

Величина удельной электропроводности варьирует от 0,9 мСм/см (слой XXIV) до 9,9 мСм/см (слой X) (рис. 52a), что позволяет говорить о степени засоления слоев от слабозасоленных до сильнозасоленных (Воробьева, 2006) и близка к степени засоления фоновых почв, где электропроводность варьирует в пределах 1,5-3,9 мСм/см. Закономерность распределения солей по стратиграфической колонке не выявлена. Полученные данные по валовому составу АПЛС (прилож. 11-12) и окружающих его дневных фоновых почв позволяют говорить о хлоридно-сульфатном магниевом-натриевом засолении (Иванова и др., 2014).

Содержание физической глины (рис. 52б, прилож. 10) в АПЛС варьирует от 19% (слой XXV, супесь) до 82% (слой XXIV, глина тяжелая). В слоях I-II, VII-VIII, XVI-XVIII содержание физической глины колеблется от 42% до 49% (суглинок тяжелый). В слоях III-VI, IX-XV, XIX-XX содержание физической глины несколько выше – 51-63% (глина легкая). Наиболее высокое содержание физической глины (>60%) отмечено в слоях V (63%), XI (62%), XIV (60%), XX (61%) и XXIV (82%). Преобладание глинистых и илистых фракций в большинстве слоев отражает использование местных тяжелосуглинистых и глинистых отложений в качестве строительного материала.

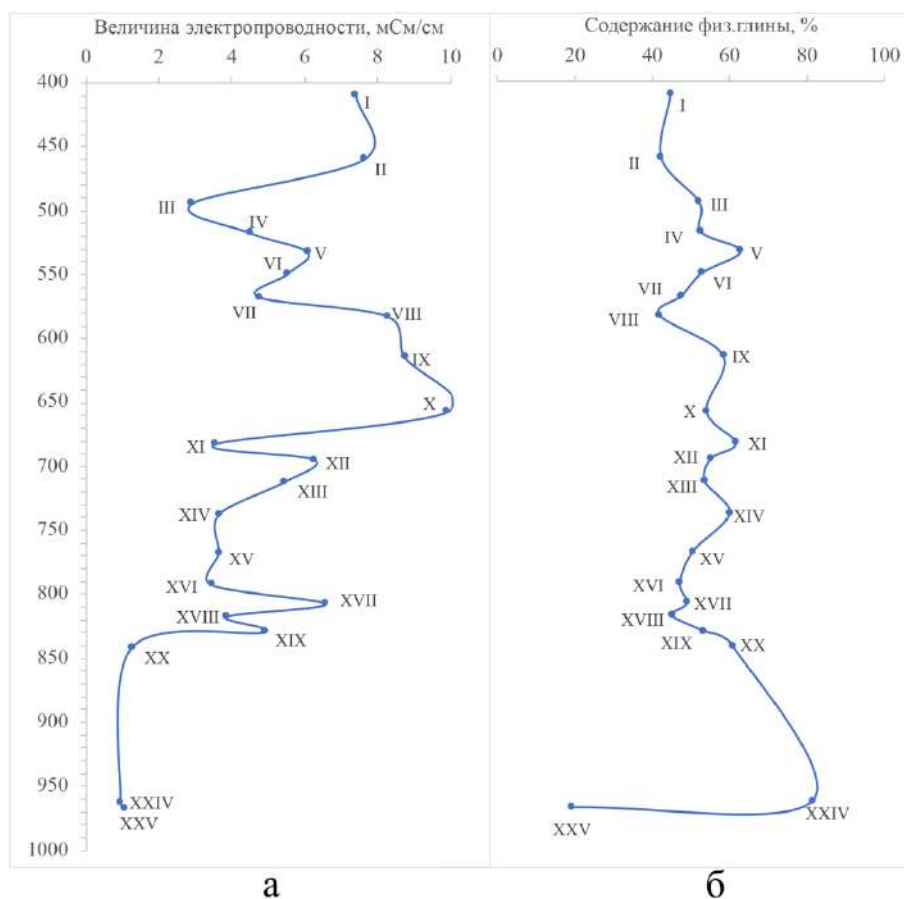


Рис. 52. Данные аналитических исследований стратиграфических слоев: а – удельная электропроводность водной вытяжки 1:5, мСм/см; б – содержание физической глины, %.

Валовое содержание оксида кальция в АПЛС (8,4-18,4%) несколько выше его содержания в дневных фоновых почвах (4,3-14,7%) и в 2-5 раз выше кларка (3,6%) (рис. 53а). Пик достигается в слое XV (18,4%). В целом распределение CaO по профилю неравномерное, но все значения существенно превышают фон. Слои X и XVII выделяются пониженным содержанием кальция. Верхние слои (I-III) и слой XV отличаются сравнительно высоким содержанием сульфатов (4,7-7,0%) (рис. 53б), по сравнению со всей стратиграфической колонкой, сопоставимым с их содержанием в срединных горизонтах дневных фоновых почв (в исследованных почвах сульфатов до 35% в солевой корке и более 20% в нижележащих поверхностных горизонтах, глубже 20 см их содержание снижается до 2-14%, а в нижних горизонтах может опускаться до 1-2% и менее). Для нижних слоев (XX, XXIV-XXV) и слоя XI, наоборот, характерно низкое содержание сульфатов (0,5-0,6%), как в нижних горизонтах фоновых почв. Высокое содержание хлорид-иона (рис. 53в) отмечено в слоях X (3,7%) и XVII (5,3%), а наиболее низкая концентрация наблюдается в нижних слоях (XX, XXIV-XXV) и слое XI – 0,1-0,5%. В фоновых солончаках хлориды также высоки только в солевой корке и подкорковых горизонтах (составляют примерно 2-7%). В

АПЛС содержание оксида натрия варьирует от 1,0% до 5,7%. Это заметно выше, чем в срединных горизонтах солончака (1,1-1,9%), но ниже, чем в солевой корке (10,0%) и значительно ниже кларка (3,3%). Пики Na_2O приурочены к слоям X (3,1%) и XVII (5,7%), тем же, где аккумулированы хлориды (рис. 53г). Пики содержания натрия и хлора и высокие значения электропроводности в этих слоях могут быть свидетельством хлоридного засоления, скорее всего поверхностного.

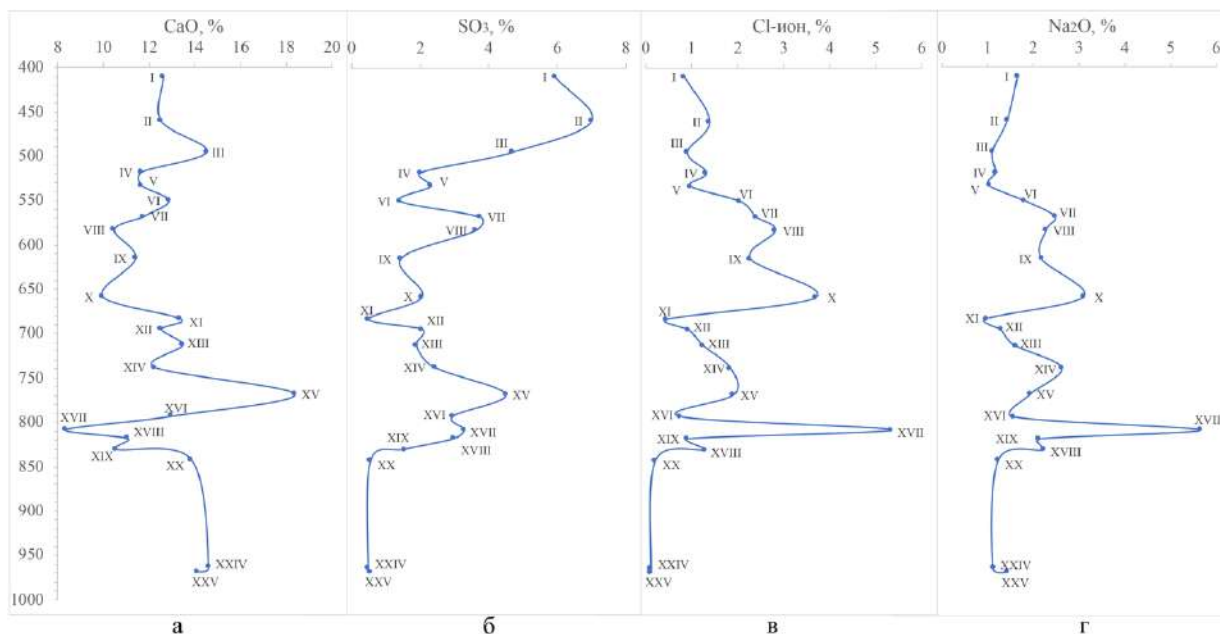


Рис. 53. Данные содержания макроэлементов в стратиграфических слоях: а – CaO , %; б – SO_3 , %; в – Cl -ион, %; г – Na_2O , %.

Сравнение микроэлементного состава АПЛС (прилож. 12) с эталонными разрезами фоновых почв и кларками показывает, что наиболее контрастные отличия наблюдаются для стронция, цинка и меди. Содержание стронция (рис. 54а) в АПЛС чрезвычайно высокое и варьируется от 245 мг/кг (слой XXV) до 935 мг/кг (слой XV), что в среднем выше, чем в фоновых почвах, где Sr составляет 55-799 мг/кг и значительно превышает кларк (270 мг/кг). Максимальные концентрации стронция приурочены к слоям I-II, VI, XII, XV, XVIII (460-935 мг/кг). Такое обогащение связано с накоплением карбонатов и гипса, с которыми стронций часто сопряжен. Содержание цинка (рис. 54б) в АПЛС (70-301 мг/кг) значительно выше, чем в солончаках (29-84 мг/кг) и также заметно выше кларка (75 мг/кг). Наиболее высокие значения отмечены в слоях I-II, IV, VI, XV, XIX (157-301 мг/кг). Пик в слое XV совпадает с максимумом фосфора и стронция. Концентрация меди (рис. 54в) в АПЛС (26-148 мг/кг) превышает фоновые значения (12-37 мг/кг) и кларк (27 мг/кг) во многих слоях. Максимумы зафиксированы в слоях I-II, VI, VIII, XV (65-148 мг/кг). Слой XV выделяется экстремально высоким содержанием меди.

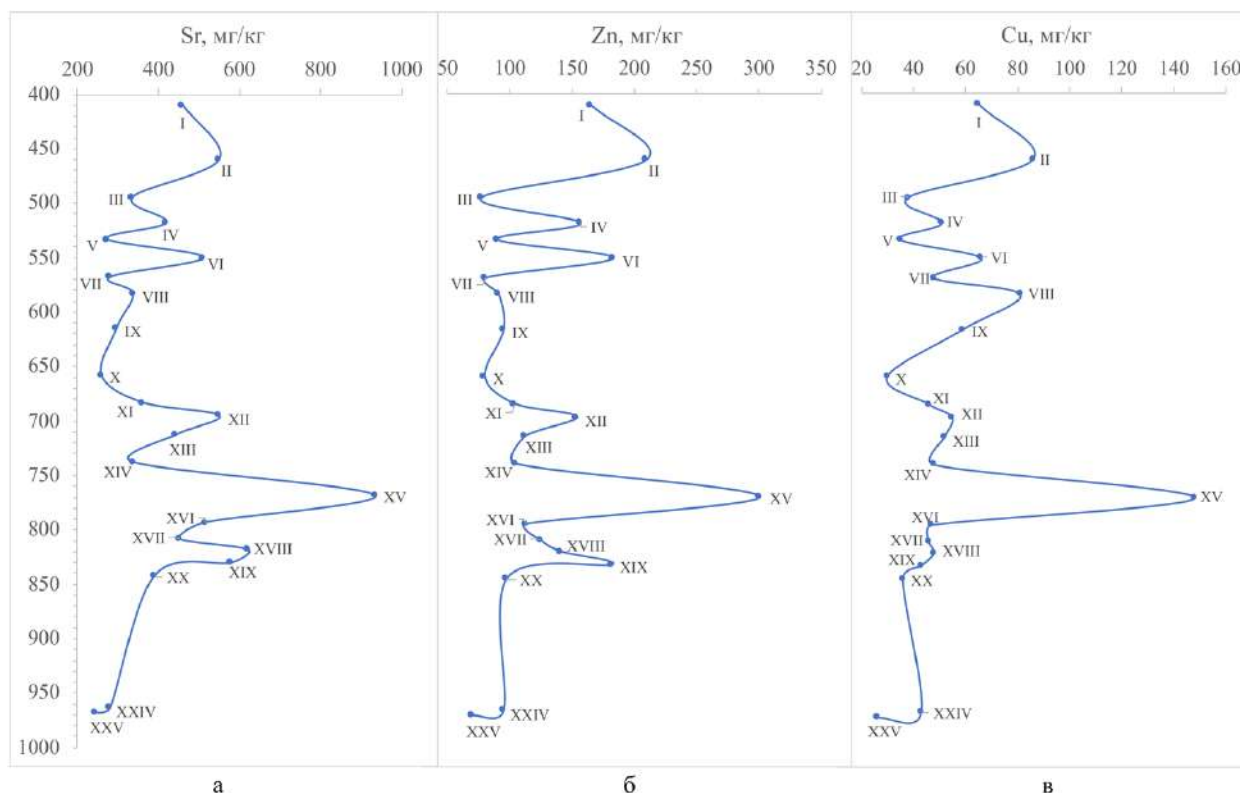


Рис. 54. Данные содержания микроэлементов в стратиграфических слоях: а – Sr, мг/кг; б – Zn, мг/кг; в – Cu, мг/кг.

АПЛС городища Джанкент характеризуются высокой карбонатностью, щелочной реакцией среды, засолением и крайне неравномерным распределением органического углерода и фосфора. Содержание углерода, в целом, несколько выше, чем в фоновых почвах. По сравнению с дневными фоновыми почвами, АПЛС экстремально обогащен фосфором, аккумулирует немного больше кальция, а также стронция, цинка и меди. Содержание гипса, валовых натрия, серы и хлора сопоставимо, или несколько меньше по сравнению с их содержанием в подкорковых горизонтах фоновых почв. Электропроводность также близка к таковой в фоновых почвах, за исключением из коркового горизонта. Наиболее яркие геохимические аномалии приурочены к слою XV, где зафиксированы максимальные содержания фосфора (11,9%), кальция (18,4%), стронция (935 мг/кг), цинка (301 мг/кг) и меди (148 мг/кг). Это свидетельствует о локальном накоплении органических и костных остатков, возможно, связанном с конкретным типом хозяйственной деятельности. Верхние слои (I-II) обогащены гипсом и хлоридами, нижние (XXIV-XXV) – карбонатами при низком содержании солей.

4.2.8. Типизация и интерпретация диагностически-значимых признаков в АПЛС

Ниже на примере стратиграфической колонки археологических педолитоседиментов городища Джанкент рассмотрена типизация комплекса признаков, важных для диагностики процессов формирования АПЛС. В результате морфогенетических исследований весь комплекс морфологических признаков в АПЛС Джанкента подразделен на две основные группы. Первая объединяет признаки, непосредственно или опосредованно связанные с присутствием и хозяйственной деятельностью человека в период накопления отложений; вторая – признаки, возникающие преимущественно под действием природных процессов, характерных для аридных условий Приаралья (табл. 3). В приложениях 13-15 приведена экспертная полуколичественная оценка встречаемости признаков, на рисунках 55, 60 и 63 показано их распределение по профилю.

Таблица 3. Диагностически значимые признаки в стратиграфических слоях городища Джанкент.

Признаки, связанные с присутствием, селитебной и хозяйственной деятельностью человека		Признаки, не связанные, или слабо связанные с деятельностью человека
<i>Человек – актер (антропогенные признаки)</i>	<i>Человек – регулятор локальных природных процессов (природно-антропогенные признаки)</i>	<i>Человек – фон для природных процессов</i>
<i>непосредственное влияние на процессы механического поступления, перемещения, преобразования органического и минерального вещества</i>	<i>опосредованное влияние на физико-химические, химические, биохимические процессы метаморфизма вещества, миграции и аккумуляции новообразованных продуктов</i>	<i>возможное косвенное влияние на природные почвенные процессы метаморфизма, переорганизации, оглеения, миграции и аккумуляции новообразованных продуктов</i>
Растительный детрит	Пирогенные признаки: зола, угли, фрагменты витрифицированной массы, следы прокала, пирогенные	Новообразования гипса: крупные линзовидные кристаллы и их сростки, гипсово-солевые инфилинги

<p>Биоостатки животного происхождения: кости млекопитающих и рыб</p> <p>Керамика</p> <p>Биоморфы: фитоциты, в том числе тростника, камыша, культурных злаков, пыльцевые зерна, панцири диатомовых водорослей</p> <p>Кальцитовые сферулиты</p> <p>Карбонатно-глинистые агрегаты (угловатые непористые агрегаты компактного сложения)¹</p> <p>Крупные, угловатые гипсовые агрегаты</p>	<p>карбонаты</p> <p>Органические и фосфатно-органические новообразования</p>	<p>Новообразования карбонатов: микритовые кутаны, инкрустации по растительным остаткам и копролитам</p> <p>Новообразования легкорастворимых солей: прожилки и точечные выделения</p> <p>Новообразования гидроокислов железа: диффузные пятна и нодулы, кутаны и гипокутаны, ожелезнения растительных остатков</p> <p>Зоны обеднения соединениями железа: пятна оглеения</p> <p>Тектурные новообразования: глинистые кутаны</p> <p>Биогенные признаки: грибные споры, плодовые тела аскомицетов, копролиты</p> <p>Коагуляционная (миркостгустковая) агрегация</p> <p>Струйчатая и околопоровая ориентация глинистой плазмы</p>
---	--	---

¹ – строительный материал.

Первая группа (антропогенно обусловленные признаки) в свою очередь разделена на две подгруппы: антропогенные включения и природно-антропогенные новообразования. *Антропогенные включения* (табл. 3, рис. 55) – признаки, при формировании которых человек выступает непосредственным актором. Это результат механического поступления, перемещения и преобразования органических и минеральных субстратов. Такие включения не образуются *in situ*, а поступают в АПЛС в готовом виде и захораниваются. Типичные примеры для Джанкента: массовая аккумуляция растительного детрита (в том числе пожнивных остатков злаков, камыша, тростника), фитолиды, фрагменты костей, кальцитовые сферулиты (индикаторы навоза травоядных), карбонатно-глинистые агрегаты (продукты разрушения глинобитных сооружений), керамика.

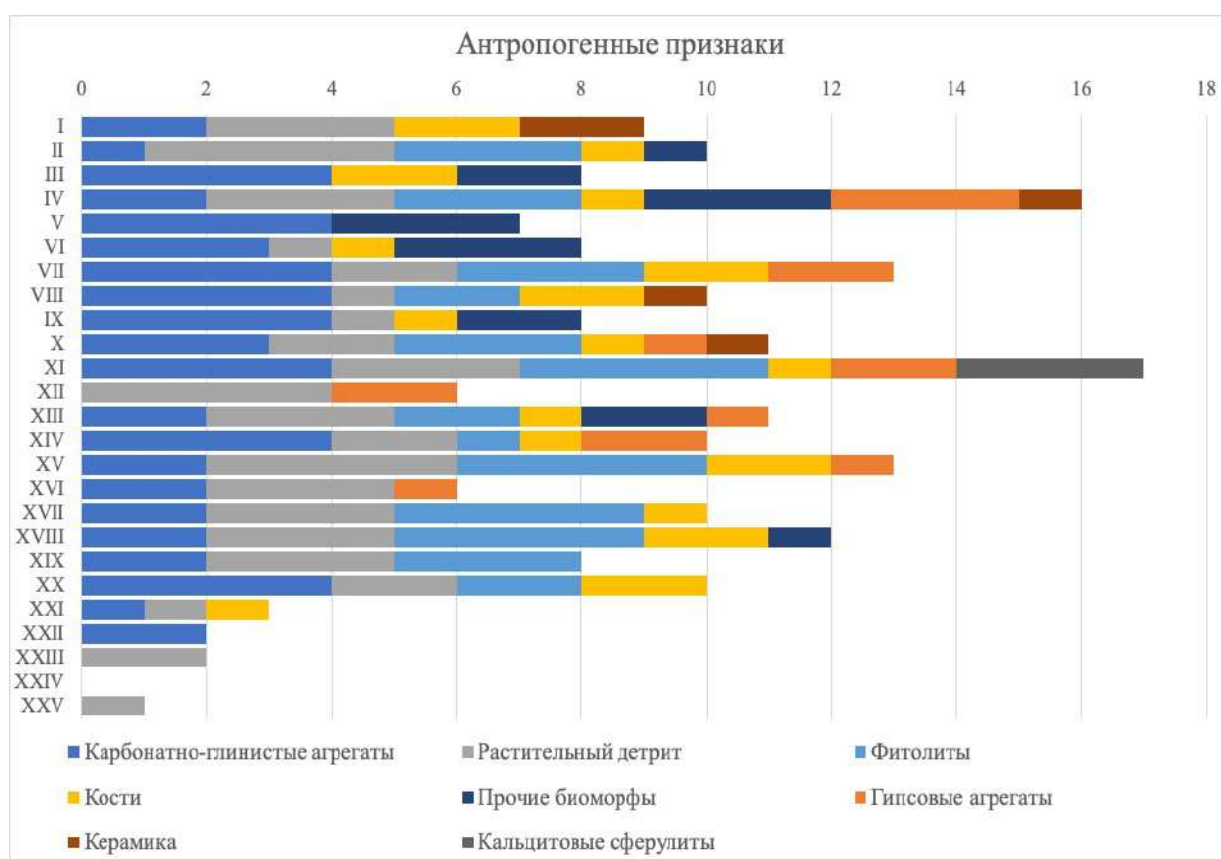


Рис. 55. Распределение антропогенных признаков в стратиграфической колонке городища Джанкент.

Растительный детрит и фитолиды. Во всей стратиграфической колонке присутствует большое количество растительного детрита, в частности на макроуровне описаны целые розоватые прослойки мощностью до 5-7 см. Обилием детрита и фитолидов отличаются слои средней пачки. На микроуровне растительный детрит встречается, как правило, в двух контекстах: 1 – в смеси с минеральной массой, костными фрагментами и углями (рис. 56а), 2 – в виде субпараллельных прослоек (рис. 56б). В первом случае такой

набор микропризнаков, вероятно, свидетельствует о наличии очажно-бытовых отходов. Во втором случае часто вместе с субпараллельно залегающими недоразложенными растительными остатками присутствуют массовые скопления различных форм фитолитов, в том числе характерных для вегетативных частей культурных злаков (рис. 56в) (Golyeva et al., 2017; Neumann et al., 2019). Нахождение таких форм в виде нефрагментированных цепочек, иногда даже лент (articulated phytoliths), свидетельствует о том, что пожнивные остатки злаков были привнесены непосредственно в слой и разлагались здесь *in situ* (Vrydaghs et al., 2017). Также обнаружены формы фитолитов, характерные для камыша и тростника.

Пыльцевые зерна (рис. 56г) и панцири диатомовых водорослей встречаются только в слоях средней пачки, сложенных преимущественно органическим веществом. Вероятно, эти биогенные включения привнесены сюда в ходе антропогенной деятельности вместе с большим количеством растительного материала.

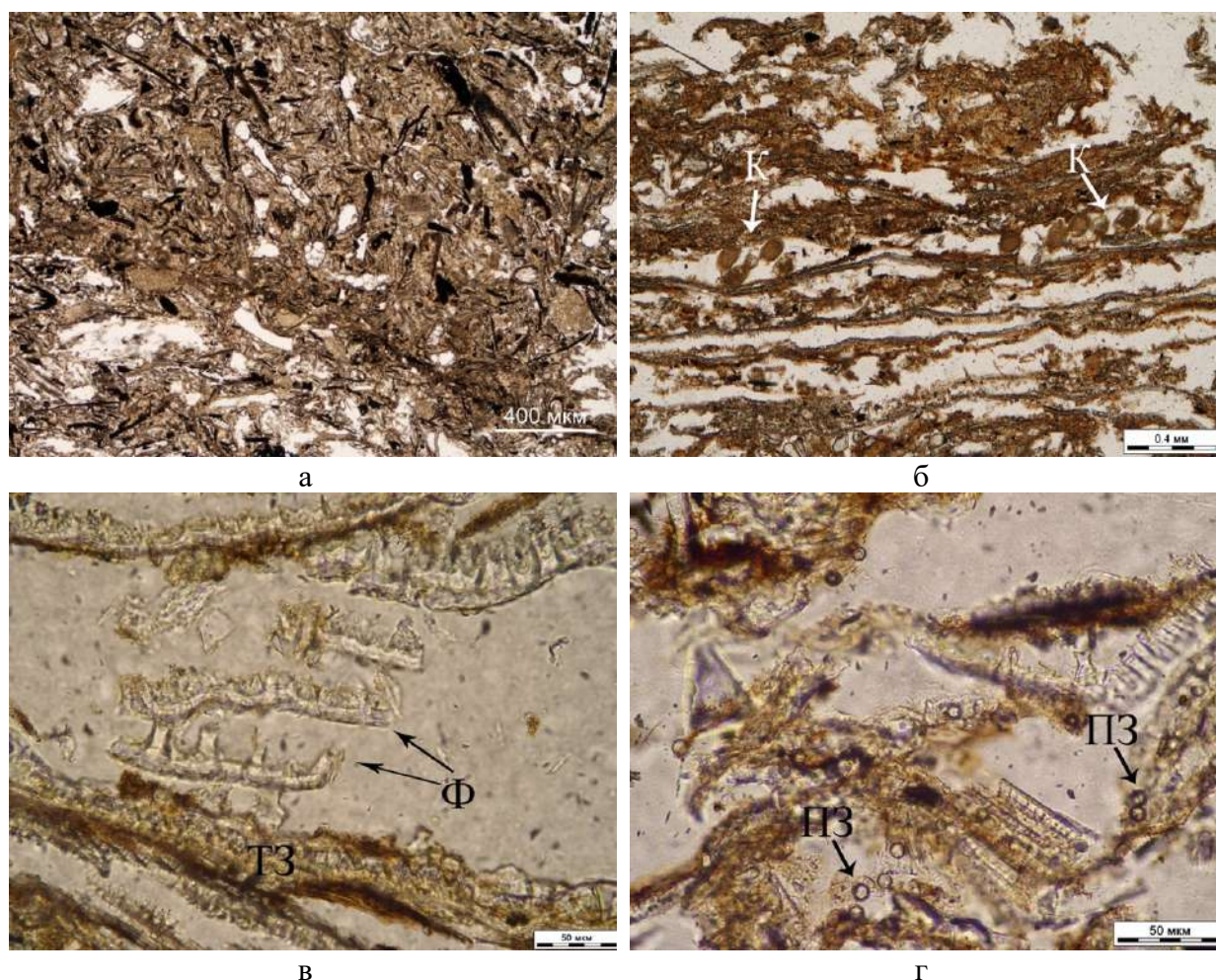


Рис. 56. а – растительные остатки и фрагменты углей в глинисто-карбонатной массе (слой XV), PPL; б – субпараллельно-ориентированные растительные остатки и копролиты (К) (слой XV), PPL; в – фитолиты (Ф) в тканях злаков (ТЗ) (слой XI), PPL; г – пыльцевые зерна (ПЗ) среди растительных тканей (слой XI), PPL.

Фрагменты костей. На макроуровне, особенно в верхней пачке, наблюдается большое количество крупных костных остатков хорошей сохранности, преимущественно крупного и мелкого рогатого скота (Аржанцева и др., 2014). На микроуровне фрагменты костей, хотя и отмечены во всей колонке, но встречаются лишь в небольшом количестве или единично. В том числе среди костных фрагментов идентифицированы фрагменты костей рыб (рис. 57а). Вероятно, внутрипочвенные условия не располагают к дезинтеграции костного материала и включению микроостатков в общую массу. Учитывая, что крупные фрагменты костей не попадают в анализируемые образцы, а микрофрагментов не так много, однозначной связи между обилием костных макроостатков и микрофрагментов костей в шлифах и показателями органического углерода и фосфора в стратиграфической колонке не наблюдается.

Кальцитовые сферулиты. Как было отмечено, кальцитовые сферулиты присутствуют в большом количестве в слое XI преимущественно между прослойками растительных остатков (рис. 57б). Кальцитовые сферулиты формируются в тонком кишечнике животных под действием специфических видов бактерий. В частности, большие концентрации сферулитов наблюдаются у травоядных животных (Canti, 1999; Coil et al., 2003). Присутствие данного микропризнака считается маркером навоза травоядных животных (Nicosia, Stoops, 2017).

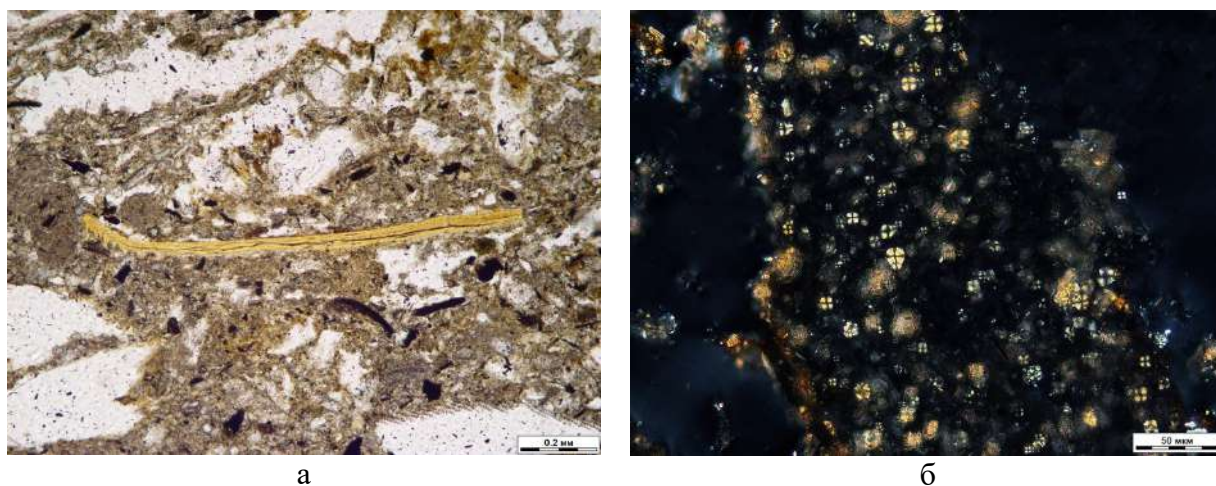


Рис. 57. а – рыба кость и фрагменты углей (слой XIV), PPL; б – скопления сферулитов (слой XI), XPL.

Карбонатно-глинистые агрегаты встречаются во многих слоях исследуемого профиля, особенно большое количество их отмечено в верхней пачке (рис. 58). Они являются продуктами разрушения силикатно-карбонатных глинобитных строительных конструкций (стен, полов). Из-за дефицита дерева в качестве строительного материала на Джанкенте использовалась местная высококарбонатная глина, из которой изготавливались сырцовые кирпичи, пахса, накаты (слои утрамбованной глины), обмазки – покрытие полов

и стен слоями мокрой глины. На микроуровне карбонатно-глинистые агрегаты как правило имеют геометрическую форму и четкие края. Тонкодисперсное вещество часто отличается от общей массы по цвету, составу и строению. Так, в агрегатах из слоя III прослеживается струйчато-волокнистая ориентация глинистых частиц, в слое VII фрагменты имеют темно-бурый и темно-палевый цвет, в слое X встречаются агрегаты как плазменного, так и пылевато-плазменного микростроения. Данный микропризнак присутствует во многих слоях, в частности его обилие наблюдается в V и IX слое.

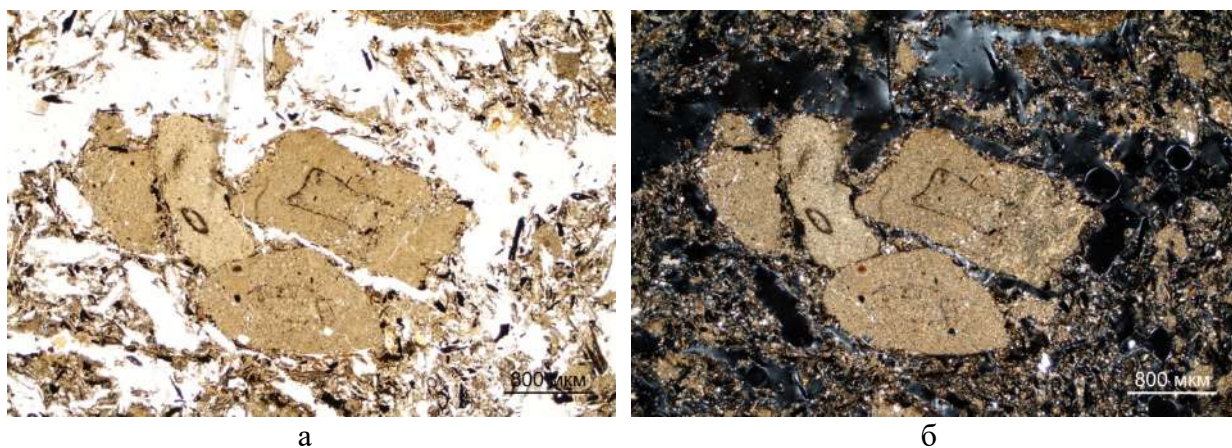


Рис. 58. Карбонатно-глинистые агрегаты. Слой XV: а – PPL; б – XPL.

На макроуровне *фрагменты керамики* встречаются во многих слоях, особенно в верхней пачке, где в некоторых слоях отмечены развалы сосудов. На микроуровне керамика диагностирована в слоях I, IV, VIII, X, XVIII (единичные фрагменты). В слое XVIII фрагмент керамики (рис. 59) имеет размер до 4 мм, глинистое тонкодисперсное вещество с элементами струйчатой и околпоровой ориентацией глинистых частиц, грубодисперсный материал представлен окатанными сортированными силикатными зёрнами пылевато-песчаной размерности. Присутствие керамических фрагментов в АПЛС свидетельствует о бытовой деятельности (использование и разрушение посуды) и, возможно, о строительном мусоре.

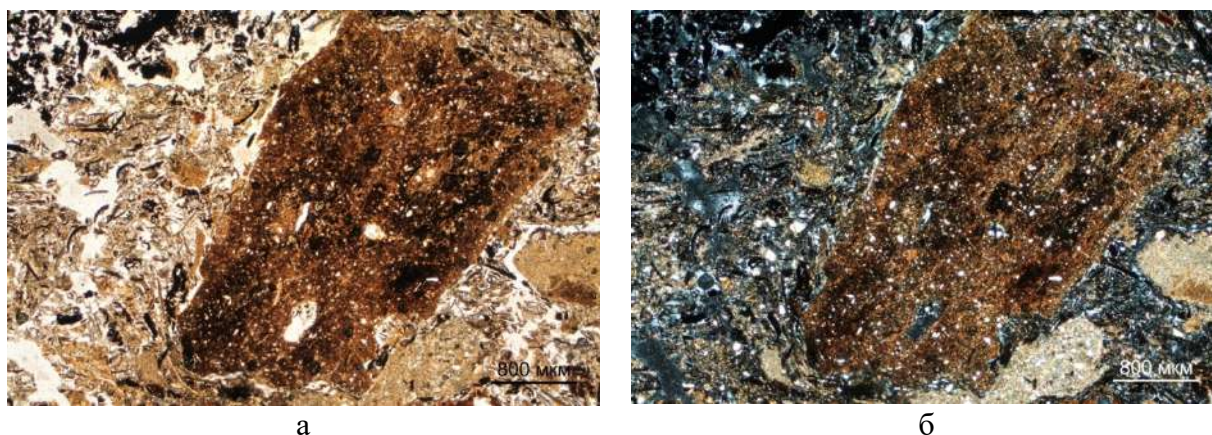


Рис. 59. Фрагмент керамики: железисто-глинистое тонкодисперсное вещества и песчаный грубодисперсный материал. Слой XVIII: а – PPL; б – XPL.

Крупные (0,3-2 см) угловатые крупнокристаллические *гипсовые агрегаты* встречаются, преимущественно, в верхней пачке слоев (их особенно много в слоях IV, VII, XI, XII, XIV). Возможно, связаны со строительными материалами и их производством.

В группу **природно-антропогенных новообразований** (табл. 3, рис. 60) включены признаки, в формировании которых человек участвует опосредованно, изменяя локальные геохимические условия. Например, использование огня приводит к накоплению углей, золы, пирогенных карбонатов; складирование органических отходов (включая навоз) создает избыток фосфора, что способствует образованию фосфатно-органических нодулей и диффузных пятен. При этом само вещество новообразований возникает *in situ* в результате биохимических процессов, инициированных антропогенным воздействием.

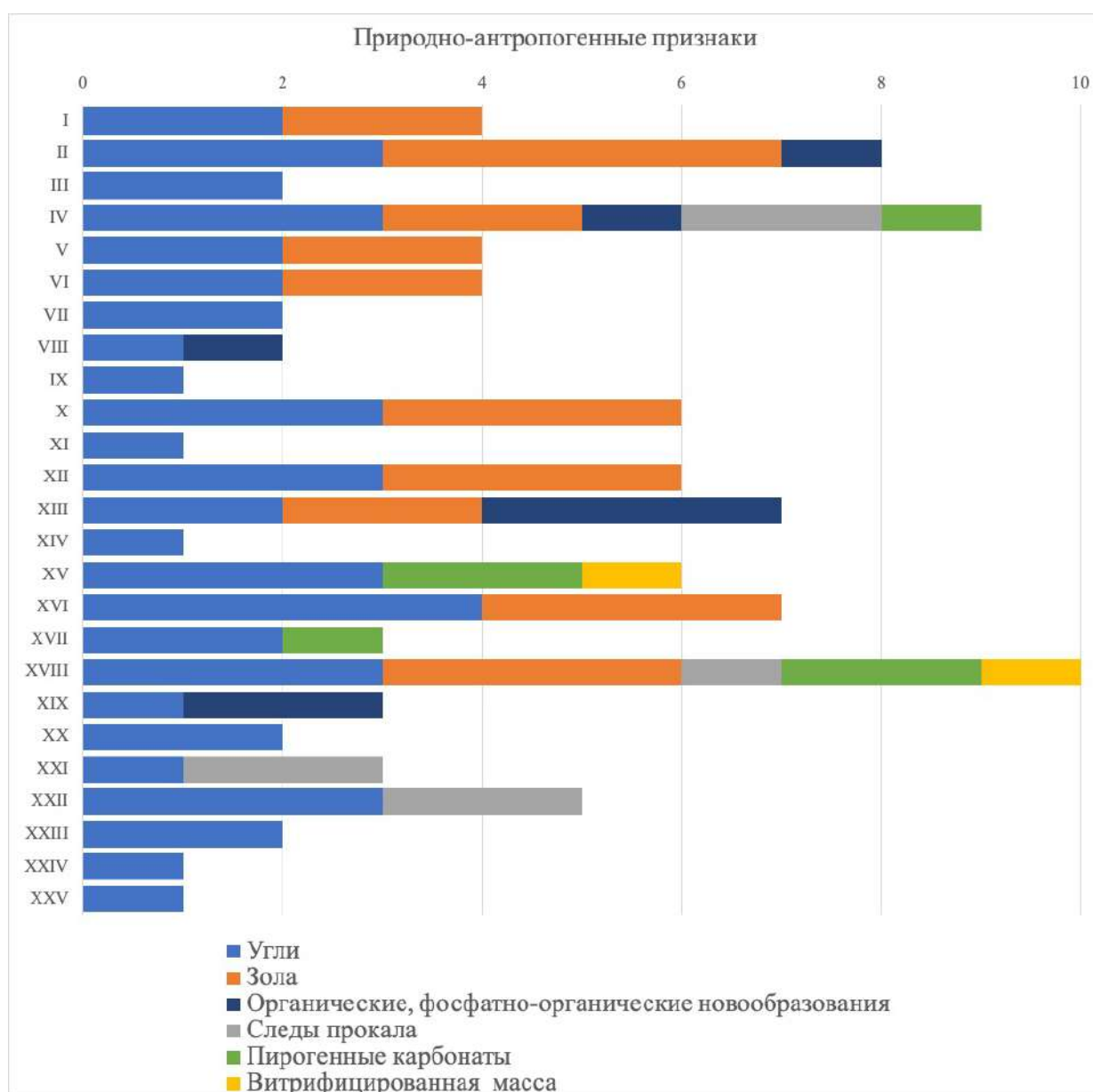


Рис. 60. Распределение природно-антропогенных признаков в стратиграфической колонке городища Джанкент.

Фрагменты углей (рис. 61а) являются самым распространенным в профиле антропогенным микропризнаком, который присутствует практически во всех слоях. Данный микропризнак, как правило, встречается вместе с растительными остатками. Не во всех случаях можно говорить о прямом участии огня в формировании того или иного слоя: необходимо не просто наличие большого количества углей, а целый комплекс микропризнаков (обожженные фрагменты костей, пирогенные карбонаты и др.).

Зола в стратиграфической колонке встречается в виде субгоризонтальных серо-черных прослоек мощностью от 2 до 6 см (слои I-II, IV, X, XII-XIII, XVII-XVIII) часто с фрагментами древесных и травянистых углей. Максимальное количество золы отмечено в слоях II и XII. Углисто-золистые прослойки в стратиграфической колонке трассируются также в соседних разрезах и определены как разные по времени и масштабу пожарные события (Бронникова и др., 2020).

Витрифицированная масса (рис. 61а) образуется при спекании высококремниевых минералов: кварца и опала под действием высоких температур (Macphail, Goldberg, 2018). Источником кремнезема в данных слоях, в частности, могут быть фитолиты. В изучаемой колонке витрифицированная масса встречена в слоях средней пачки – XV и XVIII.

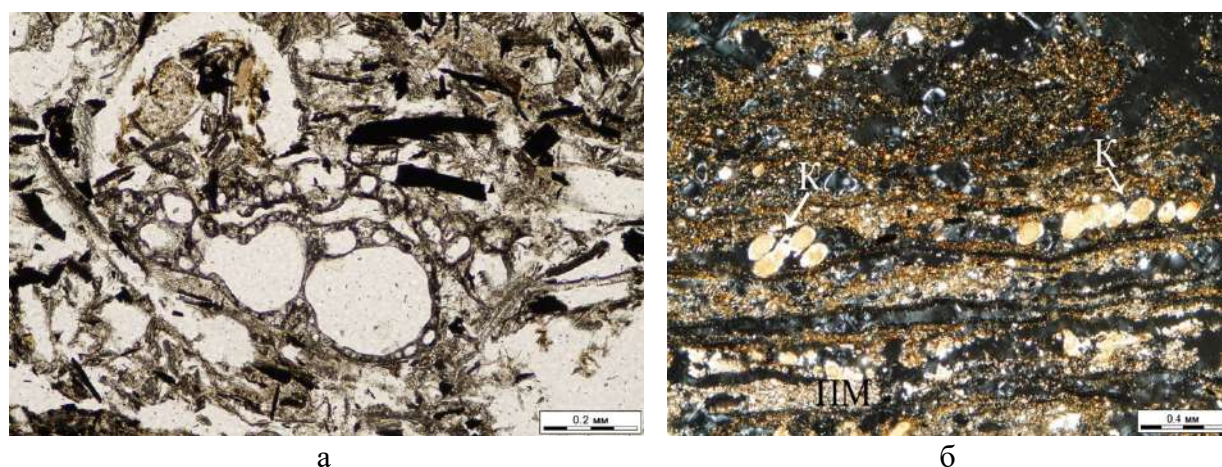


Рис. 61. а – витрифицированная масса с углефицированными остатками (слой XV), PPL; б – субпараллельно-ориентированные растительные остатки, инкрустированные карбонатами, копролиты (К) и пирогенный микрит (ПМ) (слой XV), XPL.

Следы прокала встречаются единично в слоях IV, XVIII, XXI, XXII в виде красновато-охристых пятен на суглинистых агрегатах. Невысокая встречаемость признака указывает на локальный, а не площадной характер температурного воздействия. Вероятно, прокал связан с эксплуатацией очагов, печей (в том числе тандыров) или с локальными пожарами.

Пирогенные карбонаты, представленные микритом, встречаются скоплениями между обугленными или частично обугленными растительными остатками в слоях IV, XV,

XVII-XVIII (рис. 61б). В этих же слоях на макроуровне описаны углисто-золистые прослойки. Пирогенные карбонаты, в отличие от других форм карбонатов, аккумулируются в золе и их присутствие связано с горением материала. Источником карбонатов в данном случае является растительный материал. Растения содержат в себе кальций в виде оксалатов и оксидов. При воздействии температур свыше 200°C данные химические соединения переходят в карбонаты кальция (Александровский, 2007).

В данную группу также входят *органические и фосфатно-органические новообразования*: пропитка (II, IV, VIII, XIX), нодули (XIII) (рис. 62). Фосфатно-органические нодули образуются в результате трансформации соединений фосфора, поступившего с органическим веществом животного происхождения (Karkanias, Goldberg, 2018). Аморфная органическая пропитка, вероятно, образовалась в результате перераспределения органического вещества внутри слоя (Герасимова и др., 1992).

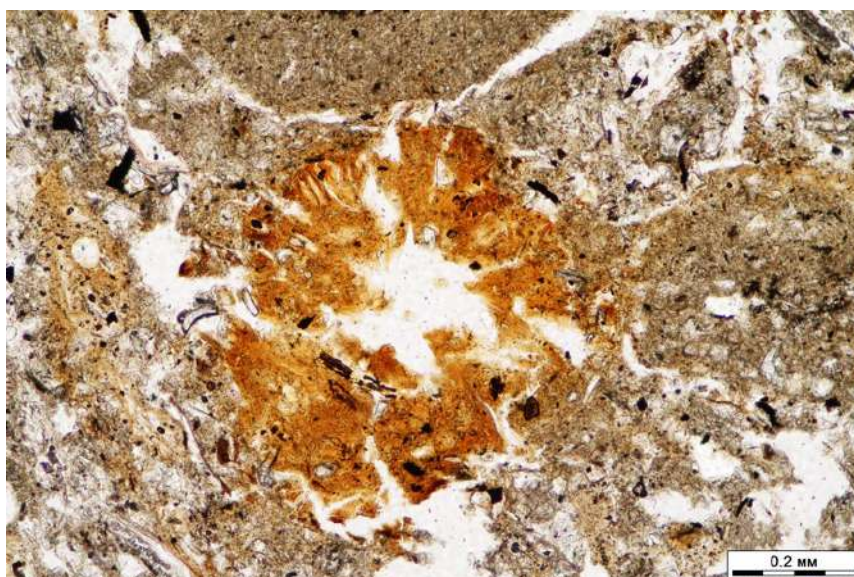


Рис. 62. Разрушенный фосфатно-органический нодуль с фрагментами углей (слой XIII), PPL.

Вторая группа (природные признаки) (табл. 3, рис. 63) включает признаки, формирующиеся под действием естественных почвенных процессов, характерных для аридного климата и гидрологических условий Приаралья. К ним относятся новообразования гипса (крупные кристаллы и инфиллинги), карбонатов (микритовые кутаны, инкрустации), легкорастворимых солей, а также глинистые кутаны, пятна оглеения, железистые новообразования, биогенные признаки (грибные споры, копролиты) и микросгустковая агрегация. Человек может косвенно влиять на выраженность этих признаков через изменение гидрологического режима (орошение, дренаж) или привнос солей со строительными материалами и бытовыми отходами.

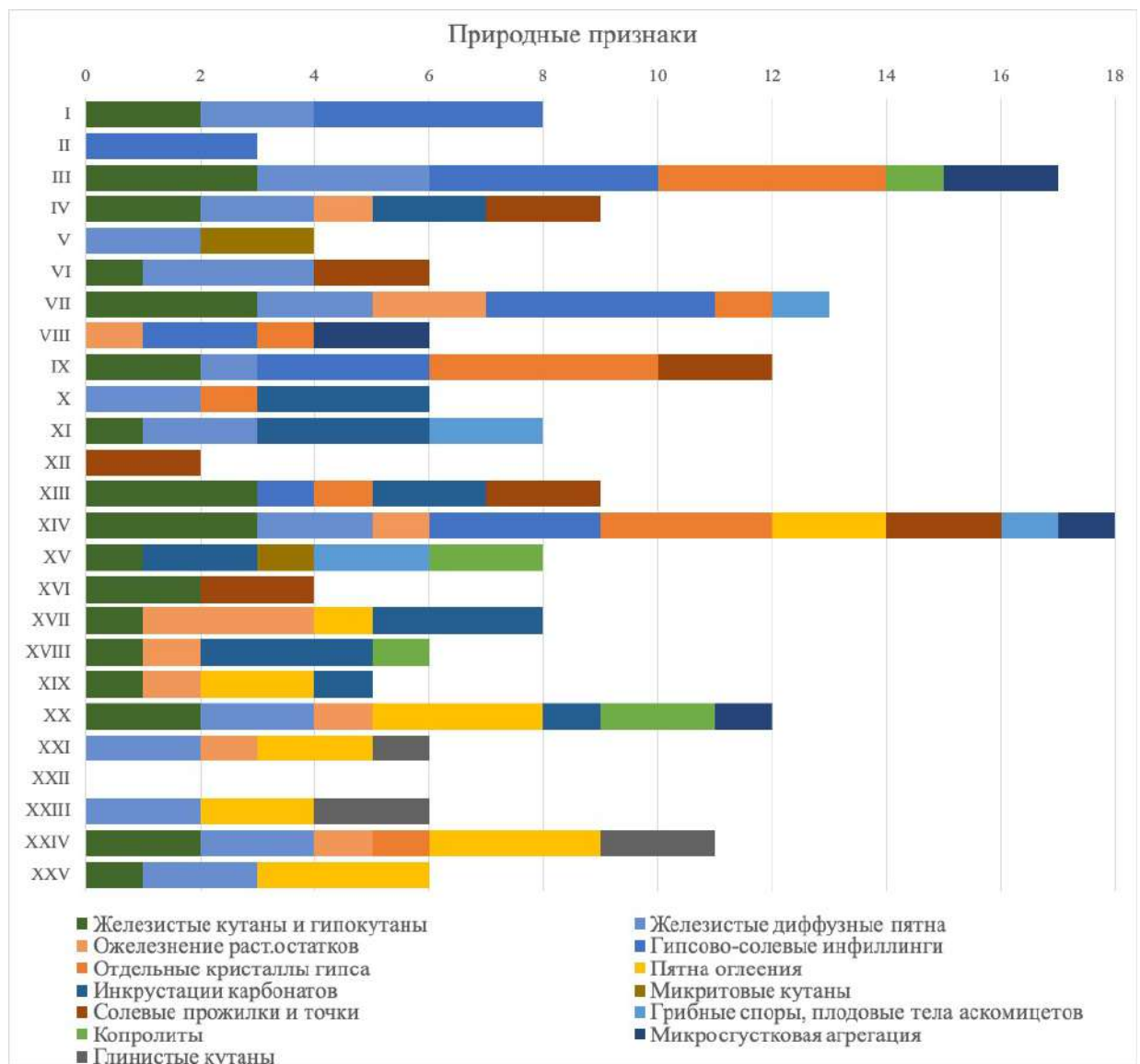


Рис. 63. Распределение природных признаков в стратиграфической колонке городища Джанкент.

Среди *гипсовых новообразований* отмечено несколько микроформ, различных по условиям их генезиса (Герасимова и др., 1992; Лебедева, 2012; Poch et al., 2018):

- 1) крупные, идиоморфные кристаллы гипса внутри агрегатов, связанные с медленной кристаллизацией из растворов в зоне водонасыщения (рис. 64а);
- 2) гипсово-солевые инфилинги в порах, связанные с осаждением из высокоминерализованных растворов при резком колебании увлажнения и иссушения в аридных условиях (рис. 64б).

Новообразования гипса на микроуровне в большом количестве распространены в слоях верхней пачки, сложенных преимущественно суглинистым материалом карбонатно-силикатного состава. Эти слои, как правило, богаты фрагментами разрушения глинобитных конструкций (стен, полов). Следует отметить, что в данной стратиграфической колонке

может быть два первоначальных источника гипса: антропогенный – связанный со строительными технологиями и природный – связанный с почвенными растворами, богатыми сульфатами и кальцием. При изготовлении сырцовых кирпичей и обмазок строители могли добавлять гипс в тесто для повышения прочности и водостойкости. В слоях III, VII, XIII–XIV были обнаружены признаки растворения гипса: эрозия крупных кристаллов в плазме и кристаллов в составе инфиллингов (рис. 64в), а также крупные линзовидные поры от полностью растворенных кристаллов гипса. Данные признаки могут являться индикатором палеоклиматических изменений в сторону более влажных условий (Mestdagh et al., 1999) или изменений условий дренажа (Junyent et al., 2012).

Новообразования карбонатов представлены тонкими микритовыми кутанами и инкрустациями по растительным тканям (рис. 61б). Обилие инкрустаций карбонатов характерно для слоев средней пачки (XI, XIII, XV, XVII–XVIII), содержащих большое количество растительного детрита. Присутствие микритовых кутан, так же как окарбоначивание растительных остатков, связано с процессами миграции, перераспределения и осаждения карбонатов между содержащими карбонаты слоями в составе растворов. Данные новообразования, вероятно, возникли под влиянием минерализованных почвенных растворов и при длительном периоде иссушения (Герасимова и др., 1992).

Новообразования легкорастворимых солей представлены белыми прожилками и точечными выделениями, которые на микроуровне не сохраняются из-за растворения при пробоподготовке шлифов. На макроуровне они зафиксированы в слоях VI и XII. Формирование таких новообразований связано с периодическим иссушением и капиллярным подъемом минерализованных грунтовых вод в аридных условиях (Ямнова, 2018).

Новообразования оксидов-гидроксидов железа: диффузные пятна в тонкодисперсном веществе (рис. 64г), кутаны и гипокутаны по порам (рис. 64д), ожелезнения растительных остатков особенно часто встречаются в некоторых слоях верхней (III, VI, VII) и средней пачки (XIII, XIV). Такие новообразования формируются в динамичных окислительно-восстановительных условиях (Герасимова и др., 1992; Караваева и др., 1992; Vepraskas et al., 2018). Следует отметить, что новообразования железа в слоях верхней и средней пачки приурочены к зонам, сложенным преимущественно минеральным материалом с высокой долей глинистого тонкодисперсного вещества, в частности к морфологически различимым фрагментам глинобитных строительных материалов. Это позволяет предполагать определенный вклад антропогенного фактора в их формирование, а именно участие воды при подготовке строительного сырья и/или

возведении глинобитных конструкций. В нижней пачке (слои XX, XXIV) многочисленны гипокутаны по порам и диффузные пятна в общей массе, единично встречаются здесь и ожелезненные растительные остатки (рис. 64е). В этой части разреза новообразования оксидов железа очевидно связаны с переменным окислительно-восстановительным режимом в зоне периодического насыщения грунтовыми водами (Veneman et al., 1976; Stoops et al., 1985; Герасимова и др., 1992; Vepraskas et al., 2018). Как отмечалось выше, в исследованной колонке отложений при разведочном бурении до вскрытия шурфом нижних слоев отложений грунт становится мокрым на глубине 1005 см от “0” отметки репера, т.е. на уровне стратиграфического слоя XXIV.

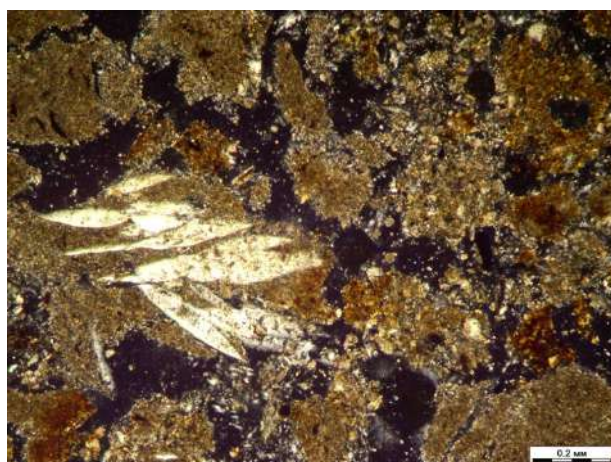
Пятна оглеения (сизые и серые тона в минеральном материале) диагностированы на макроуровне в слоях XIV, XVII, XIX-XXV. Наибольшая встречаемость отмечена в слоях XX, XXIV и XXV. В Джанкенте оглеение приурочено к нижней пачке (слои XX-XXV), где отложения находятся в зоне постоянного или сезонного водонасыщения.

Глинистые кутаны по граням агрегатов встречены в слоях XXI, XXIII и XXIV. Формирование глинистых кутан связано с процессами лессиважа – перемещением тонкодисперсных частиц в суспензиях с последующим осаждением на поверхностях пор и агрегатов (Brewer, 1960). В условиях аридного климата Джанкента лессиваж, вероятно, был ограничен и проявлялся лишь в периоды более влажного климата или в зонах с дополнительным увлажнением. Также в слоях нижней стратиграфической единицы отмечена струйчатая и околопоровая ориентация глинистых частиц. Однако, ввиду ограниченного распространения и сложности в идентификации, они не были включены в экспертную полуколичественную оценку признаков.

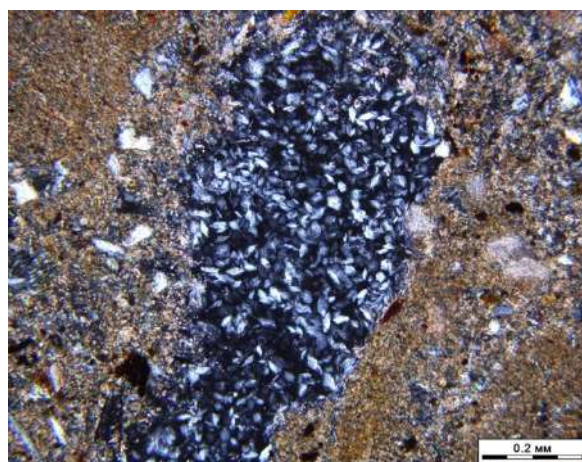
В слоях средней пачки (XI, XV) идентифицированы различные *биогенные признаки*: копролиты (рис. 61б), грибные споры (рис. 64ж), плодовые тела аскомицетов. Присутствие таких признаков свидетельствует о благоприятных для жизнедеятельности данной биоты внутрипочвенных условиях в постантропогенный период: температурно-влажностном режиме, доступности питательных субстратов и отсутствии жестких антропогенных воздействий, угнетающих биоту (механические нагрузки, накопление токсикантов).

В некоторых слоях прослеживается фрагментарная *микросгустковая агрегация* тонкодисперсного вещества (III, VIII, XIV, XX) (рис. 64з). Предполагаем, что агрегация такого типа в исследуемых слоях может быть солевого генезиса. Соли оказывают влияние на структурную организацию тонкодисперсного вещества: они коагулируют глину в мелкие округлые отдельности, формируя рыхлую упаковку материала (Герасимова и др., 1992). Так, агрегация в слоях III, XIV и XX может быть вызвана коагулированием глины карбонатами, поскольку эти слои отличаются очень высоким содержанием карбонатов (20-

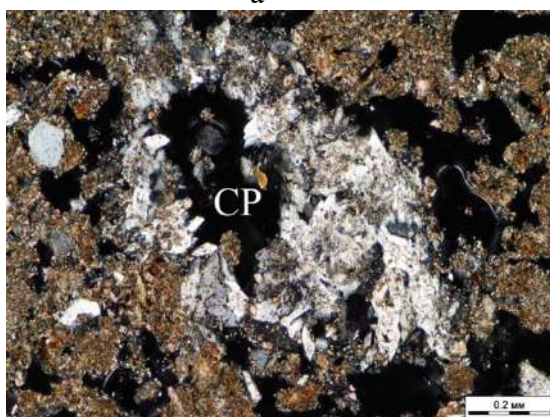
23%) (рис. 51д). Агрегация тонкодисперсного вещества в слое VIII, вероятно, вызвана легкорастворимыми солями, что подтверждается высоким значением электропроводности (8,3 мСм/см).



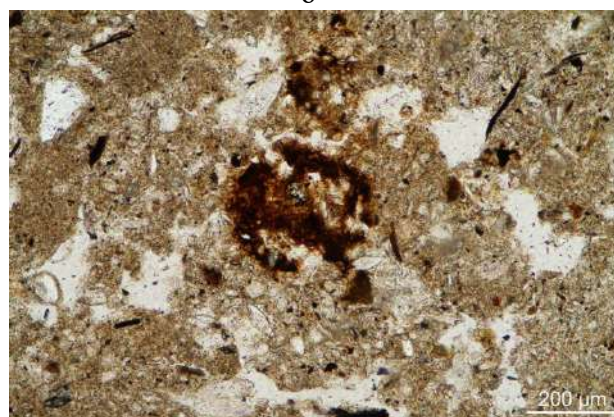
а



б



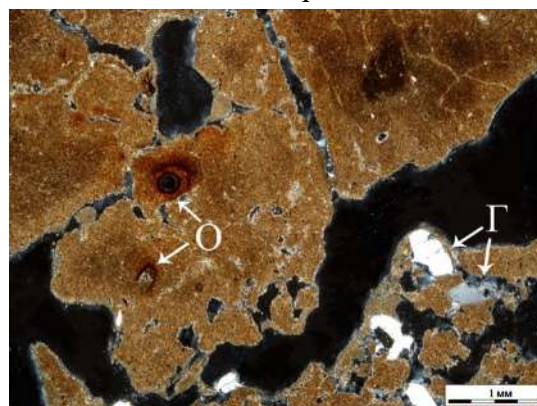
в



г



д



е

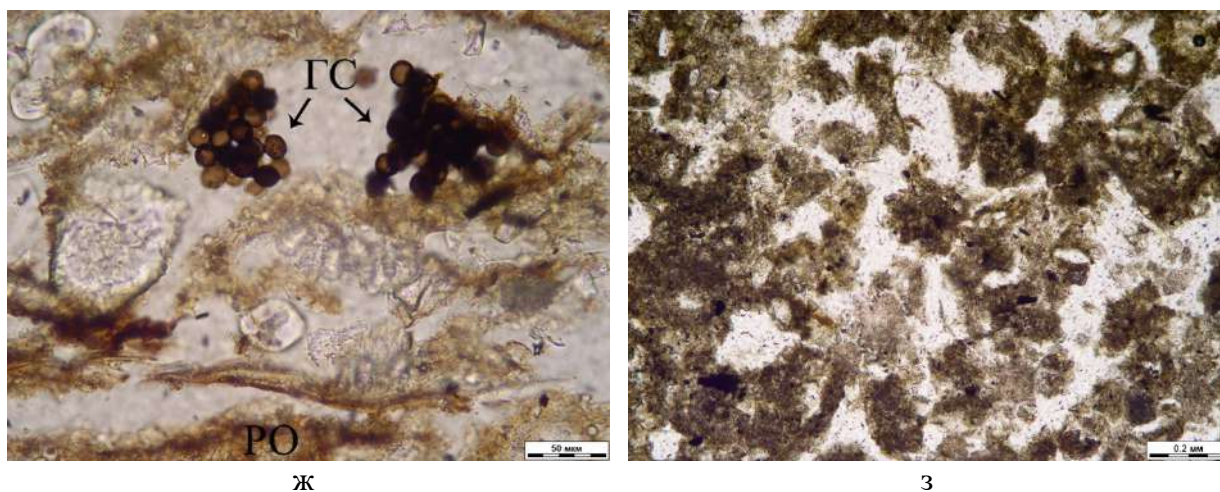


Рис. 64. Природные признаки: а – крупные линзовидные кристаллы гипса в агрегированном карбонатно-глинистом материале (слой III), XPL; б – инфиллинг из мелких ромбоэдрических кристаллов гипса (слой IX), XPL; в – гипсово-солевой инфиллинг со следами растворения (CP) (слой XIV), XPL; г – железистое диффузное пятно в карбонатно-глинистом материале (слой IX), PPL; д – железисто-глинистая гипокутана в карбонатно-глинистом материале (слой I), PPL; е – ожелезнение (О) растительных остатков и кристаллы гипса (г) в глинисто-карбонатном материале (слой XXIV), XPL; ж – грибные споры (ГС) среди растительных остатков (РО) (слой XI), PPL; з – микросгустковая структура с пропиткой аморфным органическим веществом (слой III), PPL.

Стратиграфическая колонка городища Джанкент демонстрирует сложное сочетание антропогенных и природных процессов. Верхняя и средняя пачки характеризуются интенсивным накоплением органических остатков, золы, углей, строительного мусора, что отражает высокую антропогенную нагрузку – бытовую деятельность, содержание скота, использование огня и глинобитное строительство. Природные условия (аридный климат, засоление) способствовали активному образованию гипса, карбонатов и легкорастворимых солей, а также формированию железистых новообразований в зоне переменного окислительно-восстановительного режима. Нижняя пачка (слои XIX-XXV) находится под влиянием грунтовых вод, что проявляется в развитии оглеения и, вероятно, в частичном растворении гипса. Таким образом, типизация признаков позволяет разделить вклад человека и природной среды в формирование АПЛС Джанкента, а также выявить периоды изменения увлажнения и антропогенной активности.

4.2.9. Сопоставление аналитических и морфологических данных

Сопоставление химических свойств и диагностически значимых морфологических признаков в стратиграфической колонке АПЛС городища Джанкент позволило выявить закономерности, связанные как с природными условиями (аридный климат, засоление, карбонатность, близкое залегание грунтовых вод), так и с характером антропогенного воздействия (строительство, использование огня, содержание скота, накопление бытовых отходов). Данные физико-химических анализов (прилож. 9, 11-12) сопоставлялись с полуколичественной оценкой встречаемости признаков в шлифах (прилож. 13-15) и морфологическими описаниями (прилож. 1).

Все слои характеризуются высоким содержанием карбонатов от 13-25%. При этом прослеживается четкая закономерность: минимальные значения CaCO_3 (13-15%) приурочены к рыхлым слоям, обогащенным углями, золой, растительным детритом и фитолитами (слои I-II, XVI-XIX). Максимальные содержания карбонатов (>20% и выше) характерны для плотных глинобитных слоев и слоев, богатых продуктами разрушения глинобитных конструкций, а также для нижней пачки плотных тяжелосуглинисто-глинистых отложений, слабо нарушенных антропогенными процессами. Это подтверждается морфологически: в слоях с высоким содержанием карбонатов преобладают карбонатно-глинистые агрегаты (строительный материал) и микритовые кутаны, тогда как в органических слоях карбонаты часто представлены инкрустациями по растительным остаткам и сферулитами (слой XI).

Встречаемость новообразований и включений гипса в слоях слабо коррелирует с его содержанием, определенным при химическом анализе. В слоях III, IX, XIV, где в шлифах отмечены многочисленные крупные кристаллы гипса и инфиллинги, аналитическое содержание гипса не всегда максимально (например, слой III – 2,85%, слой IX – 3,44%). Отмечена интересная особенность в соотношении содержания карбонатов и гипса: в слоях с небольшим количеством карбонатов наблюдается высокое содержание гипса и наоборот. Расхождение отчасти может быть связано с процессами обмена между глинисто-карбонатным тонкодисперсным веществом и насыщенными сульфатами почвенными растворами, в результате которых образуется тонкокристаллический гипс во внутрипочвенной массе. В шлифах его диагностика может быть затруднена из-за мелкого размера кристаллов (Герасимова и др., 1992).

Распределение органического углерода и фосфора закономерно коррелирует с долей органических субстратов в составе слоев: оно существенно больше в рыхлых слоях, богатых травянистым детритом, углисто-золистым и костным материалом. Устойчиво высоким остается содержание углерода и фосфора в средней пачке слоев, которые на

микроуровне характеризуются массовыми скоплениями фитолитов, растительного детрита и углей. В слоях с низким содержанием Сорг (<0,7%: VII, IX, XI) органический детрит практически отсутствует, что подтверждается полуколичественными оценками. Слой XV отличается экстремальным содержанием фосфора (11,9%), что совпадает с максимумами СаО (18,4%), Sr (935 мг/кг), Zn (301 мг/кг) и Cu (148 мг/кг). На макроуровне здесь описана прослойка органического детрита, вероятно, содержащего костный тлен, а на микроуровне встречены кости рыб. Такой комплекс химических аномалий, характерен для участков, связанных с накоплением органических отходов животного происхождения (Борисов и др., 2023; Борисов, Федотов, 2018).

Соотношение C:N хорошо согласуется с морфологическими наблюдениями. Низкие значения (4-6) в слоях VII, IX и XI соответствуют высокой степени гумификации рассеянного органического вещества. Эти слои сложены плотным карбонатно-глинистым материалом и содержат единичные растительные остатки. В слое XI присутствуют кальцитовые сферулиты – индикатор навоза, что дополнительно обогащает органический материал азотом. Более высокие значения (10-14) в слоях I, II, IV, VIII, X и XII-XVIII отражают смешанное органическое вещество с преобладанием растительного детрита разной степени разложенности, что подтверждается обилием фитолитов, углей и травянистых остатков на микроуровне. В средней пачке (XII-XVIII) значения C:N = 9-13 соответствуют умеренной гумификации, что визуальное выражено в виде субпараллельных прослоек травянистого детрита. Полученные значения C:N близки к литературным данным для овечьего помета в аридных условиях Северного Прикаспия (Кулакова и др., 2017), что подтверждает присутствие субстратов животного происхождения в составе АПЛС.

Величина удельной электропроводности значительно варьирует по профилю. Максимальные значения (слои I, II, V, VIII-X, XII, XIII, XVII, где электропроводность составляет от 5,5-9,9 мСм/см) часто соответствуют повышенному валовому содержанию хлоридов и сульфатов. Морфологически эти слои характеризуются гипсово-солевыми инфиллингами в порах. Нижние слои (XXIV-XXV) имеют низкую электропроводность (0,9-1,1 мСм/см) и минимальное количество солей, что связано с выщелачиванием в зоне периодического водонасыщения.

Максимальное содержание стронция, отмеченное в слоях I-II, VI, XII, XV, XVIII (460-935 мг/кг), может быть связано с накоплением карбонатов и гипса, с которыми данный элемент часто сопряжен. Морфологически эти слои характеризуются высоким содержанием карбонатно-глинистых агрегатов и гипсовых новообразований. Пики по содержанию цинка и меди приурочены к тем же слоям, что и высокие концентрации фосфора (I-II, VI, XV, XIX). Эти элементы являются типичными антропогенными

маркерами: они поступают в археологические педолитоседименты с бытовыми отходами, золой, навозом, а также с металлообработкой (Александровская, Александровский, 2007; Долгих, 2010). Морфологически эти слои отличаются высоким содержанием золы, углей, костей и фосфатно-органических новообразований.

Необходимо отметить, что общие закономерности изменения аналитических показателей в стратиграфической колонке прослеживаются неплохо, как на уровне пачек слоев, так и по различиям между более минеральными и более органическими стратиграфическими слоями. Однако попытки сопоставления в каждом отдельном слое особенностей состава, наблюдаемых в шлифах (степень карбонатности, количество гипса, тех или иных органических материалов, фосфатных новообразований и костных остатков), с аналитическими данными, полученными для этого слоя (содержание карбонатов, органического углерода, гипса, фосфора), часто не обнаруживают закономерных связей между морфологическими и аналитическими данными. Возможные причины таких несоответствий будут рассмотрены в заключении.

4.2.10. Стратиграфия археологических педолитоседиментов и интерпретация стратиграфических единиц

Совокупность полученных морфологических и аналитических характеристик каждого слоя позволила разделить изученную колонку на три генетико-стратиграфические единицы: верхняя (слои I-X), средняя (слои XI-XIX) и нижняя (слои XX-XXV). Согласно радиоуглеродным данным (Бронникова и др., 2025), верхняя единица соответствует X в., средняя единица – VIII– 1-половина IX вв., нижняя единица – рубеж VII-VIII вв. (рис. 65).

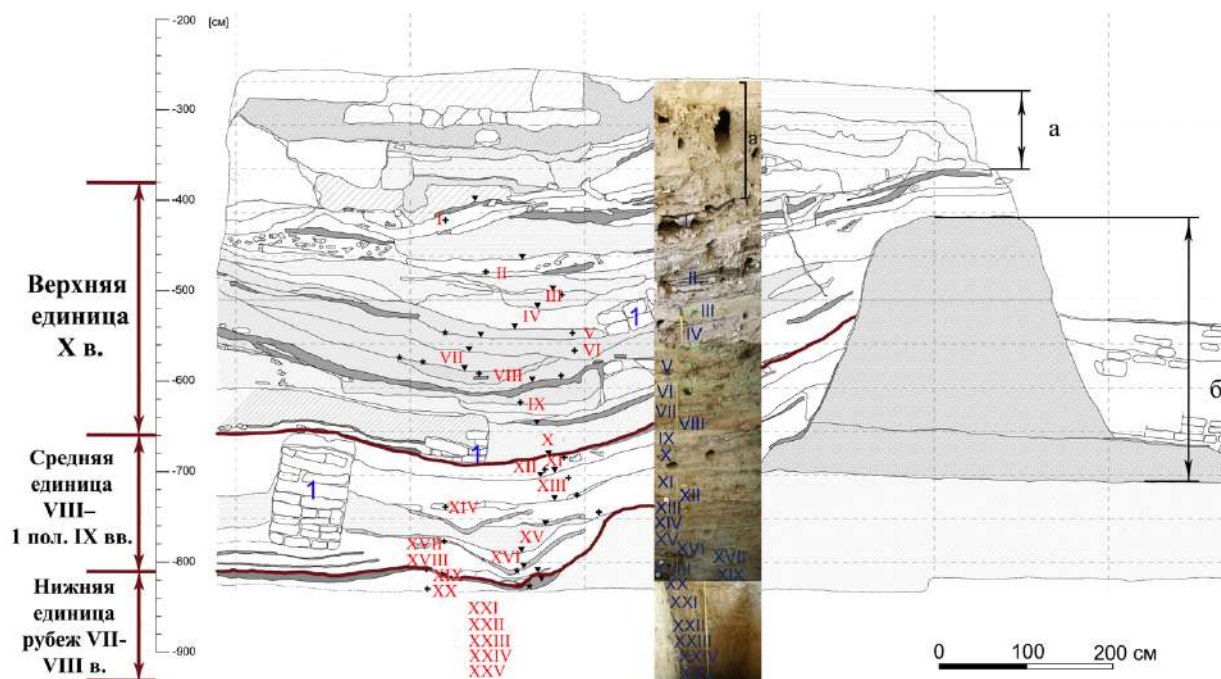


Рис. 65. Стратиграфическое строение профиля: а – внешние бронирующие пласти поздней стены, сложенные глинобитным материалом, б – ранняя монолитная глинобитная стена, 1 – кладки сырцового кирпича. Глубины даны в сантиметрах от локального репера. Чертеж выполнен Д.А. Волковым, Т.Ю. Черезовой.

Верхняя единица (слои I-X, глубина -380-675 см, хронология X в.) – слои, сложенные плотным суглинистым материалом, представляют собой продукты разрушения карбонатных глинобитных строительных конструкций (стен, полов), между которыми встречаются углисто-золистые прослойки. В составе глинобитных фрагментов встречаются угли и растительный детрит с фитолитами. Содержание органического углерода и фосфора невысокое относительно других стратиграфических единиц, за исключение слоев I и II – 2,8-4,4% (органический углерод), 2,8-3,7% (валовый фосфор). В этих слоях отмечено большое количество растительного детрита, фрагментов углей и костей. Соотношение C:N варьирует от 7 до 14, причем наиболее низкие значения (7-9) приурочены к минеральным слоям с рассеянной органикой (V, VII, IX), а более высокие (10-14) – к слоям I, II, IV, VIII, X, что свидетельствует о смешанном характере органического вещества с преобладанием растительных остатков. Для этой единицы характерны многочисленные новообразования гипса и железа. Железистые новообразования в глинобитных фрагментах, вероятно, появились на этапе подготовки глин к строительству – при замачивании для изготовления сырцового кирпича или при накате мокрой глины для нивелировки поверхности и создания полов. Похожее заключение о роли связанных с водой технологических процессов (выдерживание суглинистого сырья в воде, последующая укладка и трамбовка мокрого

материала) в формировании новообразований с участием оксидов-гидроксидов железа было сделано при микроморфологическом исследовании технологий строительства земляных конструкций курганов в степной зоне Южного Приуралья (Сверчкова и др., 2022). Наличие в слоях верхней единицы многочисленных новообразований гипса свидетельствует о резких колебаниях увлажнения и длительного иссушения гипсо-, или серосодержащих слоев в аридных условиях в постседиментационный период. Об этих условиях свидетельствуют признаки растворения гипса – частичное растворение отдельных крупных кристаллов и кристаллов в составе инфиллингов, вплоть до полного растворения гипса с образованием пор выщелачивания по форме линзовидных кристаллов. Содержание гипса, определенное химическим методом, достаточно высокое – 2-8%, что в целом коррелируется с многочисленными новообразованиями гипса. Содержание карбонатов высокое (13-23%), причем максимум приходится на слой III (23%). Микроэлементный состав характеризуется повышенными концентрациями стронция (260-550 мг/кг), цинка (77-210 мг/кг) и меди (30-86 мг/кг) в верхних слоях.

Слой средней единицы (слои XI-XIX, глубина -675-835 см, хронология VIII– 1-половина IX вв.) по совокупности преобладающих признаков относятся к хозяйственным слоям, богатым очажно-пищевыми отходами. Они представляют собой чередование рыхлых органо-минеральных и органических напластований и глиняных полов-накатов, время от времени запечатывавших накопившийся на поверхности мусор. Содержание органического углерода здесь заметно выше, чем в других единицах, и варьирует от 0,8% до 5,5%. Соотношение C:N составляет от 5 до 13. Наиболее низкие значения (C:N – 5-6) отмечены в слоях XI и XIII, что связано с присутствием кальцитовых сферулитов (индикатор навоза) и фосфатно-органических новообразований, обогащающих органический материал азотом. В остальных слоях данной пачки C:N колеблется в пределах 9-13, что соответствует умеренной гумификации смешанного растительно-животного материала. Слои данной единицы характеризуются наибольшим разнообразием и обилием антропогенных признаков: фрагменты костей (в т.ч. рыбы), фосфатно-органические новообразования и кальцитовые сферулиты, карбонатно-глинистые агрегаты, а также углисто-золистые прослойки. В средней единице описаны прослойки, сложенные морфологически сохранным травянистым детритом с включением многочисленных фитоцитов культурных злаков, тростника и камыша. Такое сочетание растений, реконструированное по диагностическим формам фитоцитов, не может быть компонентом одного фитоценоза. Вероятно, разнородный растительный материал, принадлежащий крупным злакам (пожнивные остатки культурных злаков, тростник) и осоковым (камыш), был использован в качестве подстилок, укрывного материала для полов и крыш, а также

для сооружения легких перекрытий. Сено и солома и сейчас в этом регионе широко используются в строительстве хозяйственных и жилых сооружений: сараев, заборов, загонов для скота, жилых каркасных домов. Обилие фитолитов гидрофильных растений и вегетативной части культурных злаков можно рассматривать как косвенное свидетельство более благоприятных, менее влагодефицитных условий формирования этой пачки по сравнению с современными. В некоторых слоях (XI, XIII) идентифицированы фосфатно-органические нодулы и кальцитовые сферулиты, которые указывают на наличие фекальных остатков травоядных животных. Содержание фосфора в данной единице в относительно невысокое 0,7-1,8%, за исключением слоя XV, где зафиксирован экстремальный пик – 11,9%. В этом слое на макроуровне присутствует прослойка органического детрита, вероятно, костного тлена, а на микроуровне встречены фрагменты костей рыб. Высокое содержание карбонатов отмечено в слоях XI, XIII и XIV, сложенных преимущественно карбонатным суглинисто-глинистым материалом, тогда как в слоях XV-XVIII, состоящих в основном из органического вещества, карбонатов меньше (13-15%). Микроэлементный состав средней единицы обнаруживает самые высокие во всей колонке концентрации стронция (до 935 мг/кг в слое XV), цинка (до 301 мг/кг) и меди (до 148 мг/кг). Обилие и разнообразие антропогенных включений и новообразований говорит о высокой антропогенной нагрузке на территории в период формирования средней единицы. Соответственно, формирование данной единицы происходило во время максимального обживания территории человеком.

Слои нижней единицы (слои XX-XXV, глубина -835-1041 см, рубеж VII-VIII вв.) сложены очень плотными, высококарбонатными, средне- и тяжелосуглинистыми и глинистыми аллювиально-дельтовыми отложениями с единичными антропогенными признаками (редкие угли, кости). Антропогенная нагрузка, связанная с этой единицей, была минимальной. Содержание карбонатов увеличивается с глубиной с 14 до 25%, достигая максимальных значений во всей колонке. Концентрация гипса здесь минимальная – от 0,5 до 1,4%, электропроводность невысокая (0,9-1,3 мСм/см), что указывает на слабое засоление. Содержание фосфора не превышает 0,6%, а микроэлементы (стронций 245-390 мг/кг, цинк 70-98 мг/кг, медь 26-43 мг/кг) близки к фоновым значениям для вторичного солончака. Многочисленные новообразования железа (диффузные пятна, гипокутаны, ожелезнения растительных остатков) свидетельствуют о переменном окислительно-восстановительном режиме в зоне флуктуации грунтовых вод. Пятна оглеения в слоях XX, XXIV-XXV также указывают на периодическое водонасыщение.

Отдельное внимание обращают на себя слои X и XVII с повышенными содержаниями натрия, серы, хлора, высокими потерями при прокаливании и высокой

электропроводностью. Похожими аналитическими характеристиками обладают поверхностные корковые горизонты фоновых почв. Морфологически эти слои АПЛС отличаются обилием стратифицированных прослоев растительного детрита, углей, фитоцитов, пыльцы, диатомовых водорослей, прослоев и микроагрегатов трамбованного материала. Совокупность таких характеристик позволяет предположить, что эти два слоя функционировали довольно длительное время как поверхностные (например, как полы помещений). Отметим, что стратиграфически эти слои примерно соответствуют времени двух первых из трех, описанных на памятнике, предполагаемых пожарных событий, а слой X также маркирует хиатус – выявленный для исследованной колонки перерыв в осадконакоплении, вероятно, случившийся после крупного пожарного события на городище (Бронникова и др., 2025).

Таким образом, АПЛС исследуемого профиля городища Джанкент характеризуются обилием и высоким разнообразием макро- и микроартефактов – растительный детрит, угли, фрагменты костей, фитоциты, в том числе кутикулярные слепки и цепочки фитоцитов вегетативных частей культурных злаков, карбонатно-глинистые агрегаты, гипсовые агрегаты. Данные артефакты связаны с процессами привноса и аккумуляции вещества. Обилие и разнообразие антропогенных признаков свидетельствует о высокой степени антропогенной нагрузки на данной территории в целом. Наибольшим обилием и разнообразием артефактов отличаются слои средней стратиграфической единицы (XI-XIX), что соответствует периоду максимальной интенсивности обживания. Верхняя единица отражает преобладание строительных материалов (разрушение глинобитных конструкций) и усиление аридных процессов (гипсообразование, засоление), а нижняя единица представляет собой природные отложения с очень слабым антропогенным воздействием.

4.2.11. Реконструкция процессов и условий формирования и трансформации АПЛС

На основе комплексного анализа морфологических признаков, полуколичественной оценки их встречаемости и физико-химических свойств, по аналогии с АПЛС Великого Новгорода, выделены основные процессы формирования и трансформации АПЛС городища Джанкент. Их характеристика приведена ниже в соответствии с группами, представленными в таблице 4. **Доминирующие процессы (выделены жирным шрифтом)** определяют современный облик отложений, а **антропогенные или природно-антропогенные (показаны синим)** связаны с деятельностью человека или с преобразованием привнесенного им материала.

Таблица 4. Процессы формирования и трансформации АПЛС городища Джанкент*.

Тип	Признак
<i>Метаморфизм органического вещества</i>	
Поступление органических остатков	• Растительный детрит
Трансформация, гумификация, минерализация органических остатков, миграция продуктов гумификации	• Накопление небольшого количества сгусткового гумуса
<i>Метаморфизм минерального вещества</i>	
Трансформация	• Витрифицированная масса • Зола • Прокал • Дезинтеграция
<i>Переорганизация почвенной массы</i>	
Оструктуривание: коагуляционное, биогенное	• Микросгустковая агрегация • Копролиты
Компрессионно гидротермическое оструктуривание и/или переорганизация плазмы	• Трещины • Проседание слоев
Антропогенные педотурбации	• Кирпичные кладки, глинобитные конструкции • Признаки перемешивания слоев и материалов внутри слоев
<i>Оглеение вещества</i>	
Собственно оглеение	• Пятна оглеения
Пятнистое оглеение / Пятнистое оглеение	• Железистые диффузные пятна и нодулы / Железистые диффузные пятна и нодулы
<i>Миграция вещества</i>	
Солевая миграция	• Прожилки и точечные выделения легкорастворимых солей
Огипсовывание	• Новообразования гипса (не сегрегационные формы)
Кальциевая миграция – окарбонирование	• Микритовые кутаны • Инкрустации по растительным тканям
Глеевая миграция железа и марганца / Глеевая миграция железа и марганца	• Кутаны и гипокутаны гидроокислов железа

	<ul style="list-style-type: none"> • Железистые диффузные пятна • Ожелезнение растительных остатков
Лессиваж	<ul style="list-style-type: none"> • Глинистые кутаны
<i>Сегрегация и цементация</i>	
Окислительная (железо)	<ul style="list-style-type: none"> • Железистые диффузные пятна • Ожелезнение растительных остатков
Гипсовая	<ul style="list-style-type: none"> • Новообразования гипса (сегрегационные формы)
Фосфатная (фосфатно-органическая)	<ul style="list-style-type: none"> • Фосфатно-органические нодулы
<i>Непедогенное поступление вещества:</i>	
Антропогенный привнос и удаления твердого вещества	
Привнос органических материалов	<ul style="list-style-type: none"> • Растительный детрит • Животные остатки (кости животных, в том числе рыб) • Аккумуляция остаточных или замещающих веществ: отпечатки растительных остатков в минеральном веществе, аккумуляция кутикулярных слепков и других минеральных фитоморфных замещений.
Привнос минеральных материалов	<ul style="list-style-type: none"> • Силикатный материал (суглинистые агрегаты) • Агрегаты гипса
Удаление твердого вещества	Ямы

* Таблица составлена на основе списка ЭПП по Караваевой и соавт. (1992), стр. 14-16, с изменениями и дополнениями.

Процессы метаморфизма органического вещества в АПЛС городища Джанкент включают поступление органических остатков, их гумификацию, минерализацию, а также миграцию продуктов разложения. Среди данных процессов доминирует минерализация, что обусловлено аридным климатом и щелочной средой, которые способствуют быстрому разложению органического материала без его существенной гумификации. Остальные процессы метаморфизма существенно замедлены из-за дефицита влаги, высокой карбонатности и засоления среды. Поступление органического вещества как природный ЭПП мы не рассматриваем в данной группе, поскольку его морфологические признаки трудно отделимы от результатов антропогенного привноса (навоз, растительные подстилки,

бытовые отходы). Процессы же антропогенного поступления органических и минеральных веществ рассматриваются в соответствующих группах.

Метаморфизм минерального вещества. В результате пирогенных процессов происходила трансформация минерального вещества. Как уже было упомянуто выше, в стратиграфической колонке диагностировано несколько пожарных событий, которые диагностированы по наличию ритмично чередующихся с суглинистым материалом протяженным углисто-золистым прослоям (Бронникова и др., 2020). В некоторых слоях (IV, X, XVI, XXI) идентифицированы красные следы прокалов на суглинистых агрегатах, которые свидетельствуют о локальных воздействиях высоких температур (очаги, печи). Также под действием внутрпочвенного выветривания в АПЛС происходит дезинтеграция строительного материала, в результате которой появляются многочисленные карбонатно-глинистые агрегаты.

Переорганизация почвенной массы. В некоторых слоях стратиграфической колонки (III, VIII, XIV, XX) зафиксировано *коагуляционное оструктуривание*, проявляющееся в виде микросгустковой агрегации тонкодисперсного вещества. Слои III, XIV и XX отличаются очень высоким содержанием карбонатов (20-23%), а в слое VIII отмечено высокое значение электропроводности (8,3 мСм/см). В аридных условиях городища Джанкент причиной переорганизации массы, вероятно, является воздействие высоких концентраций солей (карбонатов, сульфатов) на тонкодисперсную фракцию. Это приводит к агрегированию и формированию микросгустков, скрепления их между собой (Герасимова и др., 1992). Биогенное оструктуривание развито слабо из-за неблагоприятных внутрпочвенных условий: выпотной водный режим, высокое засоление и окарбоначенность. Однако, в некоторых слоях встречены единичные копролиты.

Процессы компрессионно-гидротермического оструктуривания идентифицированы во многих слоях (III, V-IX, XIV, XX) по плотному сложению всего минерального слоя или отдельных агрегатов и связаны с уплотнением при трамбовке глинобитных конструкций. Зафиксировано несколько крупных трещин и проседание слоев в исследуемом профиле, также связанные с уплотнением материала строительных конструкций и с естественной усадкой-набуханием глин. На уровне слоев IV-V, X, XI-XVI идентифицировано несколько кирпичных кладок (рис. 65).

Оглеение вещества. Проявление процесса собственно оглеения диагностировано в виде серых и сизых окрасок суглинистых агрегатов в нижней пачке (слои XIV, XVII, XIX-XXV). Данный процесс связан с периодическим водонасыщением в зоне флуктуации грунтовых вод (зафиксированы на -765 см от дневной поверхности) и развитием

восстановительных условий. Переувлажнение нижней пачки подтверждается порами выщелачивания, низким содержанием гипса и солей в этих слоях.

Пятнистое оглеение широко распространено в стратиграфической колонке и морфологически выражены железистыми диффузными пятнами и нодулями. Аналитические данные показывают несколько повышенное содержание железа, по сравнению с фоновой почвой, 2-6%. Предположительно, новообразования оксидов-гидроксидов железа в верхней пачке носят антропогенный характер и появились во время замачивания глин для подготовки к строительству. В нижней пачке новообразования железа, вероятно, связаны с осаждением на окислительном барьере в зоне динамически меняющейся каймы грунтовых вод.

В стратиграфической колонке зафиксированы признаки доминирующих процессов солевой, гипсовой и карбонатной *миграции вещества*, а также глеевой миграции железа и марганца и ограниченное проявление лессиважа. Процесс засоления прежде всего обусловлен зональными условиями аридного климата и выпотным водным режимом. На макроуровне отмечены точечные концентрации солей на суглинистых агрегатах (слои VI, VI, IX, XII-XIV, XVI). На микроуровне новообразования солей отсутствуют, т.к. часто растворяются при изготовлении шлифов. Аналитические данные подтверждают высокую степень засоленности материала: в некоторых слоях значения электропроводности достигают 9,9 мСм/см.

Гипсовые агрегаты, идентифицированные на макроуровне, а также инфиллинги в порах и отдельные кристаллы на микроуровне характерны преимущественно для верхней пачки слоев, богатой продуктами разрушения глинобитной конструкции. В данной пачке гипс мог изначально содержаться в строительном материале, при разрушении и частичном растворении внутрипочвенными растворами ионы кальция и сульфат-ионы переходили в растворы и могли мигрировать по профилю. При перенасыщении растворов, например, при постепенном испарении, гипс мог осаждаться в поровом пространстве, а при длительном водонасыщении происходило уже формирование крупных кристаллов и их сростков. Аналитические данные показывают высокое содержание гипса в слоях (1-8%). Вероятно, в исследуемом профиле присутствует первичный гипс, унаследованный от гипсоносных аллювиальных отложений, а также, возможно, привнесенный со строительным материалом, вторичный, связанный с миграцией Ca^{2+} и SO_4^{2-} в составе растворов по профилю и дальнейшим осаждением, в том числе с поступлением из высокоминерализованных грунтовых вод. Результаты процесса окарбонирования наблюдаются в виде инкрустаций по растительным тканям, которые встречаются практически во всех слоях средней пачки, и единичных микритовых кутан по порам (V, XV). Аналитические данные подтверждают

этот процесс: содержание карбонатов составляет 13-25%. Высокая степень карбонатности материала носит зональный литологический характер и обусловлена, прежде всего, аридным климатом, определяющим такие геохимические особенности отложений и производных антропогенно-преобразованных материалов, как карбонатность, гипсоносность и соленосность. При локальном растворении при поступлении влаги бикарбонаты кальция переходят в раствор, мигрируют по профилю и осаждаются на субстратах или в поровом пространстве (Герасимова и др., 1992). Окарбоначивание в Джанкенте является зональным процессом, характерным для пустынных почв с выпотным водным режимом, и дополнительно усиливается поступлением пирогенного материала (золы) и строительного высококарбонатного материала.

Признаком протекания процессов глеевой миграции железа в исследованной колонке являются кутаны и гипокутаны гидроокислов железа, диффузные пятна, а также ожелезнения по растительным тканям, которые встречаются в большом количестве в слоях верхней и средней пачки. Их формирование связано с переменным окислительно-восстановительным режимом: в восстановительной среде (например, в периоды переувлажнения) двухвалентное железо переходит в раствор и мигрирует, а при смене на окислительные условия (иссушение, аэрация) окисляется до трехвалентного и осаждается на поверхностях пор и агрегатов в виде малоподвижных гидроокислов (Герасимова и др., 1992; Vepraskas et al., 2018). В верхней пачке (слои III, VII) железистые кутаны, вероятно, возникли на этапе строительства – при замачивании глины и последующем ее высыхании. В нижней пачке (слои XX, XXIV-XXV) такие новообразования приурочены к зоне периодического капиллярного подъема грунтовых вод.

Небольшое количество глинистых кутан (слои XXI, XXIII-XXIV) свидетельствует о слабом перемещении тонкодисперсных частиц в суспензиях в результате лессиважа. Данный процесс непосредственно обусловлен солонцовым процессом: присутствие обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе и щелочная реакция среды (рН до 9,1) вызывают диспергацию (пептизацию) глинистых коллоидов, что создает предпосылки для их миграции вниз по профилю (Плотникова и др., 2023). Однако лессиваж проявился лишь локально из-за аридного климата (непромывной режим) и высокой карбонатности отложений.

Среди процессов *сегрегации и миграции веществ* преобладает окислительная и гипсовая. Фосфатная сегрегация проявляется ограниченно (слой XIII) в виде образования фосфатно-органических нодулей. Эти новообразования формируются при бактериальной трансформации фосфора, поступавшего с костными остатками и навозом, который при щелочной среде и высокой карбонатности связывается в малоподвижные органические

комплексы (Karkanas, Goldberg, 2018). Данный признак служит надежным индикатором интенсивной антропогенной нагрузки (содержание скота, костные отходы) в аридных условиях.

Процессы привноса органического вещества. Поступление органических остатков в АПЛС происходило в процессе хозяйственной деятельности (пищевые отходы, укрывной материал, навоз). На макро- и микроуровне повсеместно фиксируется растительный детрит, угли, кости. Несмотря на предположительно высокие объемы поступления растительного детрита, особенно в средней пачке (слои XI-XIX), где фиксируются субпараллельные прослойки травянистых остатков мощностью до 5-7 см, содержание органического углерода в АПЛС остается относительно невысоким – в большинстве слоев оно не превышает 2-3%, а в минеральных – 0,4-0,7%. Это объясняется интенсивной минерализацией органического вещества в условиях аридного климата. Высокие среднегодовые температуры, низкая влажность, щелочная реакция среды (рН 7,4-9,1) и хорошая аэрация верхней и средней частей профиля способствуют быстрому окислению и разложению органических соединений почвенными микроорганизмами. Гумусовое тонкодисперсное вещество отмечено в слоях средней пачки (XII, XV-XVII), что свидетельствует о том, что часть поступившего органического материала не минерализовалась полностью, а трансформировалась в гумусовые соединения.

Привнос минерального вещества. Поступление карбонатно-глинистого материала в результате строительной и хозяйственной деятельности – доминирующий процесс в данной группе, который определяет основной материал АПЛС исследуемой колонки. Высокое содержание карбонатов (до 25%) в минеральных слоях отражает использование местной высококарбонатной глины. Кальцитовые сферулиты были зафиксированы в большом количестве в слое XI среди большого количества растительного детрита. Данные новообразования формируются в тонком кишечнике жвачных животных (коров, овец, коз) и попадают в окружающую среду с фекалиями в большом количестве (Nicosia, Stoops, 2017). Следует отметить, что для сохранности сферулитов наиболее благоприятна щелочная среда (рН выше 7,5), что полностью соответствует условиям АПЛС Джанкента, где значения рН варьируют от 7,4 до 9,1. Во многих слоях обнаружены фитоолиты и другие биоморфы, которые попали в АПЛС вместе с растительными остатками. Диагностированы цепочки фитоолитов культурных злаков, тростника, камыша, что указывает на привнос растительных остатков для подстилки, корма или строительства.

В археологических педолитоседиментах городища Джанкент доминируют природные процессы, обусловленные аридным климатом и засолением: огипсовывание, солевая миграция, окарбоначивание, а также окислительная сегрегация железа в зоне

переменного увлажнения и процессы минерализации органического вещества. При изменении окислительно-восстановительного режима в толще АПЛС происходили процессы перераспределения оксидов железа в переменной окислительно-восстановительной обстановке с образованием кутан, гипокутан, мелких диффузных пятен и ожелезнения по растительным тканям. При резких колебаниях увлажнения и продолжительного иссушения протекали процессы испарения высокоминерализованных почвенных растворов с осаждением гипсово-солевых инфиллингов в поровом пространстве, тонких микритовых кутан по порам и окарбоначиванием растительных остатков и копролитов. При длительном водонасыщении высокоминерализованными растворами происходили процессы медленной кристаллизации с формированием крупных одиночных линзовидных кристаллов гипса в плазме, а также при изменении минерализации растворов процессы растворения гипса, а также частичного или полного его замещения кальцитом. Новообразования оксидов железа, гипса и карбонатов преимущественно связаны с динамикой процессов увлажнения и иссушения слоев стратиграфической колонки, которые происходили в разное время в постантропогенный период. Среди антропогенных процессов ведущую роль играют поступление минерального вещества (строительный материал) и процессы, связанные с трансформацией минерального вещества в результате пирогенного воздействия.

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

В рамках данного исследования рассмотрены два типа АПЛС близких по возрасту и виду антропогенной нагрузки, но сформированных в контрастных биоклиматических и гидрологических условиях. Рассматриваемый «мокрый» АПЛС Великого Новгорода формировался в селитебной зоне с XI-XIV вв. С деревянным строительством в зоне южной тайги под влиянием гумидного климата и приозерного ландшафта: слаборасчлененный рельеф, отложения тяжелого гранулометрического состава, неглубокое залегание грунтовых вод. Внутрипочвенные условия (высокая влажность и восстановительная среда) создали обстановку, благоприятную для аккумуляции, консервации и длительной сохранности органического материала. Вследствие высоких темпов его поступления и низкой скорости процессов гумификации и минерализации сформировалась мощная толща АПЛС за достаточно короткий временной отрезок (XI-XIV вв.). Формирование АПЛС городища Джанкент в рассматриваемой стратиграфической колонке происходило так же в селитебной зоне преимущественно глинобитного строительства в VII-X вв. в зоне пустынь в условиях

континентального аридного климата с жарким летом и морозной зимой, в палеодельтовом пустынном ландшафте. Нижние слои АПЛС находятся в капиллярной кайме грунтовых вод. Для данного памятника также характерны высокие объемы поступления органического вещества в результате антропогенной деятельности, что очевидно из массовой встречаемости растительного детрита, в том числе практически полностью минерализованного или обугленного, биоморф, углей, костей и других микроостатков органических материалов. Дефицит осадков и неблагоприятные условия для развития почвенной биоты определяли преобладание процессов полной минерализации органического вещества над гумификацией и аккумуляцией. При этом аридный климат, высокая степень засоления археологических педолитоседиментов и длительные периоды низких температур локально подавляли микробиологическую активность, что способствовало частичной консервации органических и органоминеральных остатков. Сравнение АПЛС этих памятников позволило определить как зональные природные условия и локальные гидрологические особенности определяют набор и сохранность антропогенных и природных признаков.

5.1. Признаки, связанные с присутствием, селитебной и хозяйственной деятельностью человека в гумидных и аридных ландшафтах

В АПЛС двух исследованных памятников, расположенных в контрастных ландшафтных условиях, выявлен широкий спектр признаков и процессов, отражающих присутствие человека и связанных с его селитебными и хозяйственными активностями в средневековой городской среде: с накоплением бытовых отходов, строительных материалов и продуктов их разрушения, продуктов жизнедеятельности человека и домашних животных, материалов, связанных с благоустройством жилого пространства, с использованием огня, с сельскохозяйственными и ремесленными практиками. Все эти признаки в работе подразделены на две группы. Первая группа объединяет признаки, непосредственно связанные с деятельностью человека (человек – актер), а именно с механическими процессами антропогенного привноса материала. Признаки второй группы формировались через опосредованное влияние средневекового человека на физико-химические, химические, биохимические процессы метаморфизма вещества, миграции и аккумуляции новообразованных продуктов. Эти природно-антропогенные признаки формировались в условиях средневековой городской среды через опосредованное участие человека, меняющего локальные почвенно-геохимические условия в результате привноса специфических субстратов, изменения гидрологического и температурного режима,

изменения биоценозов обживаемой территории. В этом случае человек выступал как регулятор локальных природных почвенно-геохимических процессов.

В таблице 5 представлены результаты экспертной полуколичественной оценки встречаемости антропогенных и природно-антропогенных признаков, связанных с деятельностью средневекового человека в АПЛС Великого Новгорода (раскоп Дубошин-II) и городища Джанкент.

Таблица 5. Полуколичественная характеристика встречаемости антропогенных и природно-антропогенных признаков.

Антропогенные и природно-антропогенные признаки	Археологический памятник	Дубошин-II	Джанкент
<i>Человек – актер</i>			
Растительный детрит		++++	+++
Суглинистые агрегаты (угловатые непористые агрегаты компактного сложения) ¹		++	++++
Гипсовые агрегаты		-	++
Фрагменты костей		++	++
Фитолиты		+	+++
Пыльцевые зерна, створки диатомовых водорослей, спикулы губок, клетки водорослей		++	+
Кальцитовые сферулиты		+	+
Фрагменты керамики		+	+
Обломки плотнокристаллических пород		++	-
Шерсть		+	-
Яичная скорлупа		+	-
<i>Человек – регулятор локальных почвенно-геохимических процессов</i>			
Фрагменты углей		+++	++++
Витрифицированная масса		+	+
Пирогенные карбонаты		+	+
Зола		-	++
Вивианит		++	-
Новообразования сульфидов: фрамбоиды пирита		+	-

Новообразования гипса: гипсовые друзы	+	-
Новообразования карбонатов: микритовые кутаны, инкрустации по растительным остаткам	+	-
Новообразования легкорастворимых солей: прожилки и точечные выделения	+	-
Следы прокала	-	+
Органические, фосфатно-органические новообразования	-	+

+++ - много; ++ - средне; + - единичные; - отсутствует.

¹ – строительный материал.

Как видно из таблицы 5, АПЛС Великого Новгорода (раскопа Дубошин-II) и городища Джанкент характеризуются достаточно широким набором антропогенных признаков. Признаками, характерными для обоих памятников вне зависимости от природной зоны, являются включения растительного детрита, фрагменты углей и костей, суглинистые агрегаты, фитолиты и другие биоморфы, кальцитовые сферулиты, витрифицированная масса и фрагменты керамики. Присутствие данных признаков объясняется накоплением бытового и строительного мусора, материалов, связанных с хозяйственной деятельностью городского населения, накоплением очажных отходов вследствие повсеместного использования человеком огня. Растительный детрит и фрагменты углей встречаются в большом количестве в обоих памятниках, а суглинистые агрегаты обильны в Джанкенте, тогда как в Дубошине-II присутствуют в умеренном количестве. Поскольку вышеупомянутые признаки фиксируются в АПЛС независимо от природного контекста, такие признаки можно назвать универсальными. Их присутствию не позволяет провести точную реконструкцию вида антропогенной деятельности, а обилие указывает лишь на степень антропогенной нагрузки на территории памятника.

Следует отдельно остановиться на признаках, которые присутствуют в АПЛС обоих памятников, но различаются по форме, составу, внутренней морфологии и стратиграфии аккумуляций, а также по сохранности материалов. Растительный детрит встречается в большом количестве в обоих исследуемых АПЛС. В раскопе Дубошин-II растительные остатки залегают преимущественно в виде субпараллельных прослоек: травянистые фрагменты имеют различную степень сохранности, тогда как древесные, как правило, хорошо сохранились. На макроуровне в исследуемом профиле описаны целые пласты щепы. В Великом Новгороде в период формирования исследуемого АПЛС преобладало деревянное строительство, поскольку древесина была доступным и распространенным материалом в зоне южной тайги. На городище Джанкент растительный детрит присутствует

в равной мере как в виде субпараллельных прослоек, так и в смеси с минеральной массой, растительные остатки нередко инкрустированы карбонатами. Здесь растительные материалы, вероятно, использовались в качестве укрывного материала (подстилки, циновки), а также при добавлении в глинобитные строительные материалы. Не смотря на широкое использование растительного материала поселением на обоих объектах, обилие фитоцитов отмечено только на Джанкенте. Данное расхождение объясняется тем, что растительные остатки в Дубошине-II часто слабо или среднеразложенные, а их обилие в шлифах затрудняет идентификацию фитоцитов.

Суглинистые агрегаты также присутствуют во многих стратиграфических слоях обоих памятников. Их состав и микростроение отражают местное минеральное сырье, используемое в бытовых и строительных целях. В АПЛС Дубошина-II агрегаты глинистого состава по строению схожи с материалом горизонтов [BEL1]G и [BEL2]g погребенной почвы. В слое XI суглинистые агрегаты содержат большое количество биоморфов (фитоциты, пыльцевые зерна, панцири диатомовых водорослей), что свидетельствует об использовании озерной глины. В АПЛС городища Джанкент агрегаты имеют карбонатно-глинистый состав. На макроуровне здесь присутствуют фрагменты глинобитных конструкций и кладок из сырцового кирпича. В период функционирования городища наиболее доступным строительным материалом была местная высококарбонатная, гипсоносная глина, из которой изготавливали сырцовые кирпичи, пахсу, накаты и обмазки. Растительный материал (преимущественно травянистый) также, вероятно, широко использовался в строительстве и хозяйственных целях. До настоящего времени в регионе можно встретить хозяйственные постройки со стенами из блоков сена, легкими крышами с каркасом из дерева, покрытыми соломой. Широкое использование растительных материалов на Джанкенте, где почвенно-климатические условия способствуют быстрой и часто полной минерализации растительных остатков, подтверждается, в частности, массовыми остаточными аккумуляциями фитоцитов в АПЛС, в частности фитоцитов травянистых гидрофильных растений типа тростника, кутикулярных слепков злаков, цепочек и лент фитоцитов культурных злаков.

Наряду с универсальными признаками встречаются специфические, характерные только для одного из памятников. Так, в АПЛС Дубошина-II выявлены шерсть, яичная скорлупа, а также большое количество обломков плотно кристаллических пород, включая фрагменты карбонатной и гранитной дресвы. Включения шерсти (на макроуровне описаны целые пласты) сохранились благодаря анаэробной среде и высокой влажности, подавлявшим жизнедеятельность микроорганизмов-кератинолитиков, а также вследствие быстрого погребения из-за высокой скорости поступления антропогенного материала.

Реакция среды в большинстве слоев исследуемого профиля нейтральная или слабощелочная, что замедляет гидролиз кератина, поскольку белковые волокна разрушаются быстрее в кислой среде (Kashirskaya et al., 2020). Яичная скорлупа – микропризнак, не характерный для отложений зоны южной тайги с гумидным климатом и промывным водным режимом, однако в внутрипочвенных условиях АПЛС (в частности, благодаря застою переувлажнению и локальному подщелачиванию среды за счет внесения карбонатного материала – строительного мусора, золы) способствовали ее сохранению. Присутствие гранитной дресвы, вероятнее всего, связано с использованием валунного камня в печах: гранитные валуны при многократном нагреве разрушались, и образовавшаяся дресва попадала в АПЛС вместе с золой и другими очажными отходами. Для Великого Новгорода обломочный материал плотнокристаллических пород не является дальним импортом. Хотя район Новгорода и его окрестности – зона распространения аллювиальных и водноледниковых суглинков и глин, на близлежащих территориях спорадически распространены обособленные массивы холмистого аккумулятивного ледникового и водно-ледникового рельефа, сложенные валунными моренными отложениями (Геоморфология..., 1969). В Джанкенте, расположенном в древней дельте Сырдарьи, на сотни километров сложенной аллювиальными суглинистыми и глинистыми отложениями (Боровский, 1960), нет легко доступных источников материала плотнокристаллических пород, вероятно поэтому каменистый материал на памятнике крайне редок. Таким образом, разница в природной ресурсной базе двух памятников отражается даже на уровне микростроения АПЛС.

В АПЛС городища Джанкент выявлены зола и следы прокала минеральной массы, полностью отсутствующие в Дубошине-II. Их присутствие обусловлено комплексом аридных природных условий и связанными с ними особенностями хозяйственного уклада. Сохранность золы объясняется несколькими факторами: аридным климатом с дефицитом осадков, выпотным водным режимом, карбонатностью минерального материала и щелочной реакцией среды, которая препятствует растворению зольных компонентов. На памятнике, в том числе в исследуемой стратиграфической колонке, были описаны тонкостратифицированные слои, богатые углями, включающие золистые прослойки. Такие слои, трассирующиеся в стратиграфии между соседними раскопами, были исследованы, датированы и обоснованы как свидетельства пожарных событий в период существования поселения (Бронникова и др., 2025). Помимо таких слоев, в исследованной колонке есть и слои, связанные с локальным использованием огня и скоплением очажных отходов. Единичные следы прокала в АПЛС Джанкента фиксируются в виде локальных зон с

фрагментами измененной, гематизированной и спеченной минеральной массы, что соответствует кратковременным высокотемпературным воздействиям.

Особого внимания заслуживает вторая подгруппа признаков – новообразования, в формировании которых человек участвует опосредованно. Как видно из таблицы 5, такие признаки, как новообразования фосфора, сульфидов, гипса, карбонатов и легкорастворимых солей, зафиксированы в АПЛС Дубошина-II, но полностью отсутствуют в АПЛС Джанкента. Это не означает, что в Джанкенте нет новообразований гипса или карбонатов – они там широко распространены, но имеют природное происхождение (зональные процессы аридного почвообразования: капиллярный подъем и испарение минерализованных грунтовых вод). В то же время в гумидной зоне Великого Новгорода природное образование карбонатов, гипса или легкорастворимых солей невозможно или крайне ограничено (промывной режим, кислая или нейтральная среда), поэтому их присутствие в АПЛС Дубошина-II имеет антропогенную природу.

Внутрипочвенная среда «мокрого» АПЛС создает благоприятные условия для образования вивианита: высокое содержание фосфора за счет поступления органических отходов животного происхождения, восстановительные условия, постоянное переувлажнение, наличие подвижных соединений железа во внутрипочвенных растворах и поступающем антропогенном материале. Вивианит также идентифицирован в АПЛС и погребенной почве других раскопов Великого Новгорода (раскоп Десятинный-1, Троицкий раскоп, Ильинский раскоп): в виде голубых пятен и прожилок в пахотном и элювиальном горизонте погребенной почвы, а также на структурных отдельностях агрегатов в АПЛС (Александровская и др., 2000; Долгих, 2010). В зарубежных исследованиях образование вивианита в АПЛС также связывается с консервацией органического материала в условиях длительного переувлажнения: минерал отмечен в средневековых ямах для вымачивания льна и кожевенного производства в Брюсселе (Бельгия), в переувлажненных слоях римского времени, насыщенных золой, навозом и пищевыми отходами в Вустере (Англия), а также в водонасыщенных слоях с позднесредневековыми погребальными комплексами в Австралии, Швеции и США (McGowan, Prangnell, 2006). Таким образом, образование вивианита отражает специфический комплекс локальных геохимических и гидрогеологических условий – восстановительную, слабокислую или нейтральную среду, высокую влажность, ограниченный доступ кислорода, а также в избытке подвижных ионов Fe^{2+} и PO_4^{3-} . В природных условиях аналогичные условия присутствуют в гидроморфных и торфяных почвах, пойменных и заболоченных отложениях, где вивианит формируется при взаимодействии фосфатов с закисным железом в анаэробной среде.

Образованию сульфидов в виде фрамбоидов пирита в раскопе Дубошина-II способствовали особые внутрпочвенные условия (анаэробная среда, длительное переувлажнение, восстановительная обстановка), характерные для «мокрого» АПЛС, в которых активны сульфатредуцирующие бактерии. Источником сульфат-насыщенных растворов в данном АПЛС является антропогенный материал. В природных условиях данный признак характерен для восстановительных бескислородных сред (болота, озерные и морские отложения) фактически в любой зоне. После вскрытия АПЛС при археологических раскопках увеличилась аэрация слоев, в результате которой начался процесс окисления сульфидов. Пирит на воздухе окисляется с образованием вторичных сульфатов – в частности, гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (Poch et al., 2009). В слое XVII, который залегает непосредственно над слоем с пиритом, были найдены мелкие гипсовые друзы. Их расположение рядом с разлагающимися органическими остатками и связь с участками развития пирита подтверждает гипотезу о том, что гипс в АПЛС Великого Новгорода является вторичным новообразованием, возникшим уже в ходе современного этапа аэрации и не связанным с природным процессом.

В отличие от непромывного типа водного режима, в гумидном климате карбонаты обычно вымываются из верхней части почвенного профиля. Поэтому их локальное накопление в толще новгородского АПЛС связано напрямую с антропогенной деятельностью. Присутствие единичных новообразований карбонатов в нижнем слое XXIV раскопа Дубошин-II может быть связано с накопления пирогенных карбонатов при сжигании древесины или с привноса карбонатов с золой и бытовыми отходами.

Единичные прожилки и точечные выделения легкорастворимых солей в верхней части АПЛС Великого Новгорода также связаны с деятельностью человека. Их присутствие обусловлено либо поступлением золы в слой, либо с современным применением противогололедных реагентов, их растворением, миграцией по профилю и последующей кристаллизацией в условиях летнего иссушения верхних слоев.

Таким образом, один и тот же морфологический признак может иметь различный генезис в зависимости от условий: в гумидном климате он маркирует антропогенное воздействие, а в аридном – природные процессы. Поэтому при сравнительном анализе мы относим такие признаки к антропогенным только для Великого Новгорода, а для Джанкента они вынесены в группу природных признаков (см. раздел 5.3).

В целом, антропогенные признаки в обоих АПЛС отражают высокую антропогенную нагрузку на территорию и интенсивное хозяйственное использование, однако в раскопе Дубошин-II доминируют органические субстраты (в частности, растительный детрит), тогда как в Джанкенте – минеральные субстраты (карбонатно-

суглинистый материал). Сравнение антропогенных признаков двух памятников показывает, что набор универсальных признаков свидетельствует лишь об интенсивности антропогенной нагрузки, но не позволяет реконструировать вид хозяйственной деятельности. Главное различие обусловлено взаимодействием двух факторов. Природно-климатические условия предопределили доступность ресурсов, в частности доминирующих строительных материалов: в лесной зоне Великого Новгорода основным материалом было дерево, в пустынной зоне Джанкента – местная карбонатная глина. Гидрологические условия (глубина залегания грунтовых вод, водный режим) определили пути консервации органического материала. В переувлажненной и анаэробной обстановке АПЛС Дубошина-II деятельность микроорганизмов была подавлена, что обеспечило не только аномальную сохранность растительных остатков, но также шерсти и яичной скорлупы. В аридных условиях Джанкента органические материалы, в частности растительное сырье, также были широко использованы в быту и в хозяйстве, о чем свидетельствует широкое распространение в составе АПЛС углисто-золистого вещества и фитолитов. Однако внутрпочвенные условия: аридный климат с хорошим газообменом и с капиллярной подпиткой нижних слоев грунтовыми водами, создают среду, достаточно благоприятную для микробиологической деструкции органических субстратов, что способствует быстрой и достаточно полной минерализации органического вещества. Зольные же аккумуляции, напротив, хорошо сохраняются здесь, особенно в слоях, не подвергающихся воздействию грунтовых вод, благодаря щелочной среде и непромывному водному режиму.

5.2. Особенности сохранности антропогенных и природно-антропогенных признаков в АПЛС гумидной и аридной зон

Сохранность антропогенных артефактов и новообразований в культурных слоях определяется взаимодействием двух групп факторов: 1) интенсивностью и характером антропогенного привноса (объемы и форма поступления, химический состав) и 2) постседиментационными условиями (гидрологический режим, окислительно-восстановительная обстановка, кислотность, засоление, активность биоты и тд). Сравнение АПЛС Великого Новгорода (гумидная зона, постоянное переувлажнение, анаэробные условия) и городища Джанкент (аридная зона, выпотной режим, щелочная среда) позволяет выделить ключевые закономерности, определяющие сохранность различных групп антропогенных материалов. Идентифицированные в ходе морфологических исследований

АПЛС обоих памятников антропогенные и природно-антропогенные признаки можно разделить на несколько групп по химическому составу:

1) Органические и органо-минеральные углеродсодержащие субстраты: растительный детрит, фрагменты углей, костей и шерсти, фосфатно-органические новообразования;

2) Фосфорсодержащие субстраты: фрагменты костей, фосфатно-органические новообразования, кристаллы вивианита;

3) Карбонатсодержащие субстраты: кальцитовые сферулиты, пирогенные карбонаты, фрагменты яичной скорлупы, карбонатная дресва, карбонатно-глинистые агрегаты;

4) Кремнийсодержащие субстраты: фитоциты и другие биоморфы, гранитная дресва.

В АПЛС раскопа Великого Новгорода преобладают органические и органо-минеральные углерод- и фосфорсодержащие субстраты: растительный детрит (щепа, береста, травянистые остатки), шерсть, фрагменты углей и костей, кристаллы вивианита. Морфологические исследования подтверждаются аналитическими данными: крайне высокие концентрации органического углерода – преимущественно 25-40% (без учета единичных пиков) и валового фосфора – преимущественно 1-4%. Соотношение C:N – 15-20 в большинстве слоев указывает на слабую и умеренную гумификацию. Исключительно высокая сохранность органического материала обусловлена двумя основными факторами: высокие объемы поступления органических субстратов и устойчиво анаэробная обстановка при длительном переувлажнении, которая подавляет активность микроорганизмов-деструкторов. О тесной взаимосвязи окислительно-восстановительных условий и биологической активности свидетельствуют, в частности, работы по современным и средневековым почвам исторического центра Санкт-Петербурга, где показано подавление биологической активности в погребенных почвах из-за ограничения доступа кислорода (Rusakov, Novikov, 2003).

Благодаря активной хозяйственной деятельности на исследуемой территории, а именно деревянному строительству, на поверхность поступало большое количество растительных остатков (в частности щепы), происходило быстрое погребение и рост толщи АПЛС. Постепенное разложение органического материала происходило при уменьшении увлажненности и смене анаэробных условий на аэробные. О периодическом изменении режима свидетельствует наличие новообразований гидроокислов железа (диффузные пятна и ожелезнения растительных остатков), в которых железо представлено в трехвалентной форме. Как показано в работе Ю.Н. Водяницкого (2010), при переходе от восстановительных условий к окислительным двухвалентное железо окисляется до трехвалентного и осаждается в виде малоподвижных гидроксидов. В восстановительных

условиях, доминирующих в толще АПЛС, железо присутствует в подвижной двухвалентной форме, что при поступлении фосфора (из костей, навоза) и участии железовосстанавливающих бактерий приводит к образованию вивианита – $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Одновременно при наличии сульфатов и органического вещества под действием сульфатредуцирующих бактерий формируется пирит (FeS_2) – в слое XVIII отмечены фрамбоиды.

Деструкция большого количества органического материала, несмотря на медленный темп, влияет на реакцию среды, смещая ее в более кислую сторону. При разложении органического вещества выделяются кислоты, «подкисляющие» вмещающий материал. Как правило, городские АПЛС часто имеют слабощелочную-щелочную реакцию среды ввиду большого поступления карбонатсодержащих материалов (чаще строительный мусор, зола). В большей части исследуемой колонки АПЛС Великого Новгорода (кроме нижней стратиграфической единицы) реакция среды нейтральная-слабокислая (5,9-7,7) и карбонатсодержащего материала встречается крайне мало, однако, это не говорит о более низких объемах его поступления. При значениях $\text{pH} < 7$ и длительном переувлажнении сохранность карбонатсодержащих материалов сильно снижается, происходит их растворение. Так, несмотря на то что на макроуровне большое количество слоев насыщено навозом, на микроуровне кальцитовые сферулиты встречены только в одном слое (XVII), при чем с признаками перекристаллизации. Так как данные образования устойчивы в щелочной среде и при минимальном токе воды (Canti, Brochier, 2017), очевидно, что в остальных слоях профиля кальцитовые сферулиты не сохранились. Этот вывод справедлив и для других карбонатсодержащих материалов таких, как карбонатная дресва и фрагменты яичной скорлупы. Вероятно, разложение большого количества органического материала, при котором происходит выделение угольной кислоты, подкисленная реакция среды, длительное переувлажнение способствовали разрушению карбонатсодержащих антропогенных материалов.

АПЛС городища Джанкент характеризуется преобладанием карбонат- и кремнийсодержащих субстратов, что обусловлено зональными условиями: щелочной реакцией ($\text{pH} 7,4-9,1$), выпотным водным режимом, высокой фоновой карбонатностью и засолением. Среди карбонатсодержащих субстратов присутствуют в большом количестве карбонатно-глинистые агрегаты (продукты разрушения строительных материалов), пирогенные карбонаты. Аналитические данные показывают экстремально высокую степень карбонатности материала – 13-25%. Внутрипочвенные условия среды, а именно слабощелочная-щелочная реакция, выпотной водный режим, зональное фоновое окарбоначивание, создают благоприятную обстановку для сохранности данных субстратов.

Среди кремнийсодержащих субстратов идентифицированы фитолиты (в т.ч. культурных злаков, тростника и камыша), а также единичные панцири диатомовых водорослей. Обилие фитолитов связано с привнесом в АПЛС большого количества травянистого детрита в ходе хозяйственно-бытовой деятельности поселения. Данные структуры состоят из биогенного аморфного кремнезема, обладающего хорошей устойчивостью к внутрипочвенному выветриванию в нейтральной-слабощелочной среде (Nicosia, Stoops, 2017): верхние и средние слои как раз отвечают таким условиям.

В АПЛС Джанкента растительный детрит также как и в Великом Новгороде поступал в больших объемах (о чем свидетельствуют прослойки травянистого материала и многочисленные фитолиты). Однако, содержание органического углерода не всегда соответствует морфологическим данным. Так, на макроуровне в профиле описаны целые прослойки розоватого растительного детрита с сохранным анатомическим строением, но при этом даже в этих прослойках содержание углерода сравнительно невысокое (до 3,5%). Значит, даже при хорошо видимой морфологической сохранности растительный материал частично минерализован и обуглен, ткани инкрустированы и замещены солями, что в целом характерно для аридных условий с высоким испарением и подтверждается морфологическими исследованиями.

Таким образом, сохранность антропогенных и природно-антропогенных признаков в АПЛС определяется взаимодействием геохимических условий среды и антропогенных факторов. Для АПЛС Великого Новгорода ключевым фактором выступают переувлажнение и анаэробная обстановка, что обеспечило высокую сохранность углерод- и фосфорсодержащих субстратов при одновременном растворении карбонатных материалов. Для городища Джанкент, напротив, щелочная реакция, выпотной водный режим и высокая карбонатность способствовали стабилизации карбонатсодержащих субстратов и биогенного кремнезема. По наличию или отсутствию признаков, связанных с человеческой деятельностью, можно реконструировать не только характер антропогенной нагрузки, но и гидрологические и геохимические условия постседиментационного периода. Это позволяет прогнозировать сохранность археологических материалов (в частности, органических артефактов) еще на этапе планирования археологических раскопок, а также обосновывать выбор консервационных мероприятий.

5.3. Природные почвенные признаки в АПЛС гумидных и аридных ландшафтов

Как уже было отмечено в разделах 4.1.7 и 5.2.8, к природным почвенным признакам мы отнесли признаки, формирующиеся под действием естественных почвенных процессов без прямого участия человека. Однако человек может косвенно влиять на их выраженность, обилие и распределение в толще АПЛС, меняя на макроуровне водный, температурный режим, газовый обмен всей толщи аккумулирующихся АПЛС, например, через орошение, дренаж, уплотнение грунта. В таблице 6 представлена полуколичественная характеристика встречаемости природных признаков в исследованных АПЛСх. Важно подчеркнуть, что оба исследованных памятника испытывают дополнительное грунтовое увлажнение. В Великом Новгороде археологические педолитоседименты формировались изначально в условиях избыточного атмосферного увлажнения, плоского рельефа и неглубокого залегания почвенно-грунтовых вод, что создавало анаэробную обстановку и способствовало консервации органического материала. С ростом вверх АПЛС, богатых органическими субстратами, их пористая высококапиллярная толща, обладающая экстремально высокой водоудерживающей способностью, как в торфяниках «подтягивала» за собой почвенно-грунтовые воды, а при накоплении большой толщи высокоорганических отложений в отсутствии искусственного дренажа, позволяла им оставаться водонасыщенным даже при только атмосферном увлажнении, без прямой подпитки грунтовыми водами. В Джанкенте также наблюдается периодический подъем уровня минерализованных грунтовых вод в палеодельтовом ландшафте, что при высокой капиллярности глинистых и тяжелосуглинистых грунтов определяет периодически выпотной водный режим и аккумуляцию солей, карбонатов и гипса.

Таблица 6. Полуколичественная характеристика встречаемости природных признаков.

Природная зона Природные признаки	Южная тайга (Дубошин-II)	Пустыня (Джанкент)
Новообразования оксидов-гидроксидов железа: диффузные пятна и нодули, ожелезнение по растительным тканям	++	++++
Зоны обеднения соединениями железа: пятна оглеения	++++	++
Биогенные признаки: грибные споры, копролиты микро и мезофауны	+++	+
Текстурные новообразования: глинистые кутаны	++	+
Биогенная и коагуляционная (микросгустковая) агрегация	+	+
Струйчатая и околопоровая ориентация глинистой плазмы	+	+
Новообразования карбонатов: микритовые кутаны, инкрустации по растительным остаткам и копролитам	-	+++
Новообразования гипса: крупные линзовидные кристаллы и их сростки, гипсово-солевые инфиллинги	-	+++
Новообразования легкорастворимых солей: прожилки и точечные выделения	-	+

+++ - много; ++ - средне; + - единичные; - отсутствует.

В обеих природных зонах отмечено присутствие различных по морфологии новообразований оксидов-гидроксидов железа. Новообразования железа в АПЛС городища Джанкент разнообразны, многочисленны и представлены диффузными пятнами, кутанами и гипокутанами, а также ожелезнениями растительных тканей. В верхней и средней стратиграфических единицах их формирование, вероятно, связано с антропогенным фактором – замачиванием глины при подготовке строительного материала (глинобитные конструкции), что создавало локальные окислительно-восстановительные условия. В нижней единице профиля (слои XX-XXIV) появление новообразований оксидов-гидроксидов железа обусловлено периодическим переувлажнением благодаря подъему грунтовых вод. В фоновых засоленных почвах (солончак, солонец) новообразования

оксидов-гидроксидов железа отмечены в нижних горизонтах, приуроченных к зонам переменного увлажнения. Таким образом, для пустынной зоны наличие данных новообразований в АПЛС отражает локальные гидрологические условия, созданные человеком или природными процессами. В зоне южной тайги (Дубошин-II) новообразования железа встречаются в некоторых слоях с суглинистым материалом с признаками оглеения в виде диффузных пятен и нодулей, ожелезнений растительных тканей. В зональной дерново-подзолистой почве такие новообразования связанные с переменным окислительно-восстановительным режимом, характерны для иллювиальных горизонтов при грунтовом увлажнении и для элювиальных – при поверхностном контактном оглеении (Герасимова и др., 1992; Караваева и др., 1992; Vepraskas et al., 2018). В переувлажненных условиях АПЛС их умеренная встречаемость указывает на периодическую смену восстановительных условий кратковременными фазами аэрации (например, сезонные понижения уровня грунтовых вод). На участке раскопа Дубошин-II дренажные системы отсутствуют, поэтому слои верхней стратиграфической единицы (I-IX) в настоящее время могли испытывать сезонное осушение, что способствовало локальному ожелезнению.

Пятна оглеения широко распространены в обоих памятниках. В Дубошине-II данный признак широко встречается в стратиграфической колонке и особенно в горизонтах погребенной почвы. Присутствие пятен оглеения отражает длительное переувлажнение и восстановительную обстановку. На участке Славенского холма исходно высокий уровень грунтовых вод (реконструируемый урез Волги 1000 лет назад около 16 м при дневной поверхности ~18 м (Васильева, 2013)) и плоский рельеф обусловили постоянное переувлажнение. По мере накопления АПЛС уровень грунтовых вод повышался вслед за дневной поверхностью, поддерживая анаэробные условия. В Джанкенте пятна оглеения встречаются в небольшом количестве и приурочены к нижней части профиля, где отложения находятся в зоне капиллярного подъема минерализованных грунтовых вод в палеодельтовом ландшафте. В фоновых почвах признаки периодического переувлажнения – пятна оглеения, диффузные пятна оксидов железа – отмечены в нижних горизонтах профиля и связаны с периодическим локальным подъемом грунтовых вод в результате длительного орошения.

В раскопе Дубошин-II, не смотря на доминирование анаэробной обстановки и переувлажнение, отмечено обилие копролитов, преимущественно в верхней и средней стратиграфических единицах. Это объясняется тем, что даже в условиях высокой водонасыщенности АПЛС существуют кратковременные фазы осушения (локальное осушение верхних горизонтов в летний период), когда почвенная мезо- и микрофауна

активно перерабатывает органический субстрат. Присутствие биогенных признаков в АПЛС Великого Новгорода служит индикатором эпизодических фаз осушения на протяжении длительного периода накопления. В Джанкенте биогенные признаки встречаются редко (копролиты, грибные споры). В аридных условиях активность почвенной биоты ограничена засолением, дефицитом влаги и высокой карбонатностью. Признаки агрегации тонкодисперсного вещества представлены в равной степени в АПЛС обоих памятников. В раскопе Дубошин-II биогенная и микросгустковая агрегация связана как с деятельностью почвенной биоты, так и с коагуляцией тонкодисперсных частиц под действием гумусовых веществ. В Джанкенте агрегация тонкодисперсного вещества связана с коагуляцией под влиянием солей.

Глинистые кутаны, встреченные в слоях раскопа Дубошина-II, являются результатом лессиважа и одним из диагностических признаков текстурно-дифференцированных почв, которые характерны для зоны южной тайги (Герасимова и др., 1992). В АПЛС они встречаются в нескольких слоях, а особенно обильны в горизонтах погребенной почвы. В Джанкенте глинистые кутаны присутствуют в небольшом количестве, преимущественно в слоях нижней стратиграфической единицы, и их образование связано с солонцовым процессом. Присутствие натрия в почвенном поглощающем комплексе и щелочная реакция среды (рН до 9,1) способствуют диспергированию глинистых коллоидов, создавая предпосылки для их миграции вниз по профилю (Плотникова и др., 2023). Глинистые кутаны хорошо выражены в одной из фоновых почв – вторично засоленном солончаке. Вероятно, фазы рассоления-осолонцевания случались и до начала обживания, а, возможно, как раз с такой фазы началось формирование АПЛС на памятнике: ряд палеоландшафтных маркеров свидетельствуют в пользу менее аридного климата в период существования городища (Бронникова и др., 2025). Также в АПЛС обоих памятников отмечены признаки страуйчатой и околопоровой ориентации частиц: в В. Новгороде они встречаются преимущественно в погребенной почве, а в Джанкенте – в слоях нижней единицы.

Большое количество карбонатных новообразований природного происхождения отмечено в зоне пустынь (городище Джанкент). Микритовые кутаны, инкрустации по растительным тканям и копролитам – зональный признак аридных почв, формирующийся в условиях щелочной среды (рН 7,4-9,1 – в Джанкенте). Данный признак связан с процессами миграции карбонатов в составе растворов, их перераспределением и осаждением на различных субстратах. В фоновых разрезах карбонаты также широко распространены.

Различные по морфологии и генезису новообразования гипса были идентифицированы в АПЛС городища Джанкент: инфиллинги мелкокристаллического гипса и отдельные крупные идиоморфные кристаллы. Присутствие данных

новообразований является характерным признаком для зоны пустынь. Образование плотных инфиллингов в порах связано с педогенной аккумуляцией гипса за счет его быстрого выпадения из почвенных растворов, насыщенных ионами Ca^{2+} и SO_4^{2-} . Присутствие крупных, идиоморфных кристаллов и их сростков связано с медленной кристаллизацией из растворов в зоне водонасыщения (Герасимова и др., 1992; Лебедева, 2012; Poch et al., 2018). Однако в АПЛС также встречаются крупные угловатые агрегаты тонкодисперсного гипса, не имеющие аналогов в фоновых почвах, что указывает на возможный антропогенный привнос (добавление гипса в строительные растворы).

Новообразования легкорастворимых солей в виде белых прожилок и точечных выделений были зафиксированы в АПЛС городища Джанкент, что является зональным признаком аридных почв. Геохимически их образование связано с капиллярным подъемом и испарением минерализованных грунтовых вод в условиях выпотного водного режима, что подтверждается высокой электропроводностью (до 9,9 мСм/см в слое X) и повышенным содержанием хлоридов (до 5,3% в слое XVII) и натрия (до 5,7% Na_2O). В фоновых почвах легкорастворимые соли доминируют в солевой корке (электропроводность 12 мСм/см, хлориды 6,8%, натрий 20,7%), однако в АПЛС их встречаемость значительно ниже из-за перемешивания отложений в ходе антропогенной деятельности и, возможно, из-за менее аридных условий в период формирования АПЛС, ограничивавших процессы соленакопления. В то же время в верхних слоях городища Джанкента (I, II, X, XVII) фиксируются высокие концентрации хлоридов и сульфатов, что может свидетельствовать как о сохранении реликтовых аккумуляций солей в приповерхностных горизонтах (на палеоповерхностях, полах), так и о современном подтягивании солей по капиллярам. Формирование и трансформация таких новообразований напрямую зависят от гидрологического режима и степени антропогенного воздействия (Ямнова, 2018).

Сравнение природных признаков в АПЛС зоны южной тайги (раскоп Дубошин-II) и зоны пустынь (городище Джанкента) показало, что их состав, обилие и распределение по профилю определяются биоклиматическими и гидрологическими условиями. В гумидном климате Великого Новгорода зональные природные признаки представлены пятнами оглеения (отражают длительное переувлажнение и анаэробную обстановку), текстурными новообразованиями (диагностический признак дерново-подзолистых почв лесной зоны), новообразованиями оксидов-гидроксидов железа (связаны с переменным окислительно-восстановительным режимом) и биогенными признаками (свидетельствуют об эпизодических фазах уменьшения гидроморфизма). В аридном климате городища Джанкент зональными природными признаками являются многочисленные новообразования карбонатов, гипса, легкорастворимых солей, связанные с выпотным водным режимом и

минерализованными грунтовыми водами. Тектурные новообразования связаны с зональным солонцовым процессом, но в АПЛС встречаются редко, главным образом в самых глубоких слоях, соответствующих ранним стадиям обживания и, возможно, срединным горизонтам доселитебных почв. Пятна оглеения и новообразования оксидов-гидроксидов железа отражают локальные гидрологические условия (подъем грунтовых вод) и отчасти антропогенное воздействие (замачивание глин при строительстве).

Сравнение антропогенных и природных признаков в АПЛС Великого Новгорода и городища Джанкент показало, что один и тот же морфологический признак может иметь принципиально разный генезис. Так, новообразования гипса в Великом Новгороде образуются в результате окисления пирита под косвенным влиянием антропогенной деятельности, а в Джанкенте являются зональным признаком аридных почв. Карбонатные новообразования в зоне южной тайги имеют антропогенное происхождение, тогда как в пустынной зоне формируются за счет природных процессов. Новообразования оксидов-гидроксидов железа – зональные для дерново-подзолистых почв Великого Новгорода, в Джанкенте аномально обильны и отражают локальный гидроморфизм и отчасти антропогенное влияние. Таким образом, интерпретация признаков АПЛС невозможна без анализа региональных фоновых почв и гидрологической обстановки: одни и те же морфологические признаки в разных природных зонах могут свидетельствовать о различных процессах – как антропогенных, так и природных.

5.4. Сравнение процессов формирования и трансформации АПЛС зоны южной тайги и зоны пустынь

На основе реконструкций процессов формирования и трансформации, приведенных в главах 4.1.10 и 4.2.11, мы провели сопоставление идентифицированных в АПЛС раскопа Дубошин-II (зона южной тайги) и городища Джанкент (зона пустынь) ЭПП. Результаты обобщены в таблице 7.

Таблица 7. Процессы формирования и трансформации АПЛС раскопа Дубошин-II и городища Джанкент*.

Зона южной тайги Великий Новгород, Дубошин-II	Зона пустынь Джанкент
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 - окарбоначивание	Кальциевая миграция – окарбоначивание
–	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**.

Метаморфизм органического вещества. В Великом Новгороде процессы трансформации, гумификации и минерализации органического вещества существенно замедлены вследствие низкой биологической активности в условиях постоянного переувлажнения и ограниченного доступа кислорода. Это обеспечило консервацию органического вещества в слабогумифицированном виде: анатомически целые древесные и травянистые фрагменты, береста и даже шерсть. В Джанкенте, напротив, в условиях аридного климата и щелочной среды (рН 7,4-9,1) доминирует процесс минерализации. Некоторые органические остатки, хотя и сохраняют видимую морфологическую форму, представляют собой кутикулярные слепки или частично замещены солями. Полученные различия в сохранности органического вещества в АПЛС между гумидными условиями Великого Новгорода и аридными Джанкента полностью согласуются с глобальными закономерностями, выявленными для современных городских отложений: в холодном и влажном климате городские почвы накапливают в несколько раз больше органического углерода, тогда как в аридных условиях доминирует его интенсивная минерализация (Vasenev, Kuzyakov, 2018).

Метаморфизм минерального вещества в результате пирогенных процессов, связанных с активным использованием человеком огня в хозяйственно-бытовых целях, диагностирован на обоих памятниках. Результатом протекания таких процессов служит накопление углисто-золистого материала, образование витрифицированной массы, следов прокала на суглинистых агрегатах. В АПЛС Дубошина-II отмечены только единичные фрагменты витрифицированной массы, в то время как золистый материал не идентифицирован. Учитывая внутрипочвенные условия «мокрого» АПЛС данный материал не сохраняется, а подвергается растворению и дальнейшей миграции. В Джанкенте признаки пирогенных процессов присутствуют в большом количестве. Образование и аккумуляция углисто-золистого материала фиксируется в виде тонких углисто-золистые прослоек в средней и нижней стратиграфических единицах, связанных с пожарными событиями. Кроме того, в Джанкенте отмечена дезинтеграция карбонатно-глинистого строительного материала под действием внутрипочвенного выветривания.

Переорганизация почвенной массы. В АПЛС Великого Новгорода развито биогенное и коагуляционное оструктуривание, особенно в верхних, лучше дренированных слоях. Обилие копролитов, проработка органического материала почвенной фауной свидетельствует о фазах временного осушения и аэрации, при которых активизировалась деятельность биоты. Коагуляционное оструктуривание связано со скреплением тонкодисперсного материала органическими веществами. В Джанкенте аналогичный процесс обусловлен высокой концентрацией солей, вызывающих коагуляцию тонкодисперсного вещества и образование микросгустков. Данные различия отражают разные механизмы коагуляции: органические соединения в Великом Новгороде и легкорастворимые соли в Джанкенте. Биогенная переработка на Джанкенте выражена слабо вследствие аридного климата и высокой засоленности. Копролиты встречаются редко, что указывает на низкую активность почвенной биоты. На обоих памятниках в нижних слоях профиля встречены компрессионные глинистые кутаны и переориентация глинистых частиц тонкодисперсного вещества. Данные признаки свидетельствуют о протекании процессов компрессионно-гидротермического оструктуривания и/или переорганизации плазмы. Также в профиле АПЛС обоих памятников отмечены антропогенные педотурбации, результатом которых является локальное нарушение стратиграфии слоев: в раскопе Дубошин-II – изъятие грунта при выкапывании ямы (рис. 7), на городище Джанкент – кладки из сырцового кирпича (фрагменты стен) (рис. 47). Эти признаки указывают на неоднократное вмешательство человека в структуру археологических педолитоседиментов в процессе строительства и эксплуатации жилых и хозяйственных объектов.

Оглеение. В Великом Новгороде оглеение является одним из ведущих процессов. В переувлажненной и анаэробной среде протекали процессы собственно оглеения с образованием холодных тонов окраски почвенной массы (пятен оглеения), а при доступе кислорода – пятнистое оглеение с формированием диффузных пятен и нодулей оксидов-гидроксидов железа. Сульфидное оглеение присутствует локально и ограничено и диагностировано по наличию фрамбоидов пирита. Наличие данных новообразований отражает устойчивые восстановительные условия и активность сульфатредуцирующих бактерий. В Джанкенте процесс собственно оглеения выражен слабо и проявлялся преимущественно в нижней части профиля в сизых пятнах оглеения на тяжелосуглинистых агрегатах. Признаки пятнистого оглеения распространены более широко и выражены в присутствии разнообразных новообразований гидроокислов железа, сформированных при временном переувлажнении в кайме грунтовых вод или замачивания строительных глин (такие признаки описаны в верхних и средних слоях АПЛС как антропогенные).

Миграция вещества. На обоих памятниках распространены процессы глеевой миграции железа и марганца, происходящие в условиях периодического изменения окислительно-восстановительного режима. Формирование диффузных пятен, нодулей и ожелезнений растительных тканей свидетельствует о перемещении железа и марганца в составе подвижных восстановленных форм и их последующем осаждении при аэрации. Лессиваж также отмечен в стратиграфических колонках обоих памятников. Однако, в Дубошине-II данный процесс ярко выражен преимущественно в горизонтах погребенной почвы в виде глинистых кутан вокруг агрегатов и по стенкам пор и происходил, вероятно, на этапе формирования профиля погребенной почвы. Процесс лессиважа на Джанкенте напрямую связан с солонцовым процессом и имеет ограниченное распространение. Вероятно, относится к эпохам смягчения аридности, когда господствовали процессы рассоления и осолонцевания почв. Процессы солевой и кальциевой миграции, идентифицированные в Дубошине-II, не характерны для природных процессов зоны южной тайги и протекали в АПЛС под действием антропогенного фактора. Источником данных соединений мог являться золистый материал и органические отходы. В Джанкенте доминируют природные процессы солевой, кальциевой и гипсовой миграции, которые определяются выпотным типом водного режима и высоким засолением территории. Здесь фиксируются многочисленные инфиллинги гипса, отдельные кристаллы и сростки, а также карбонатные инкрустации и кутаны, солевые прожилки и пятна.

Сегрегация и цементация. Из процессов сегрегации и цементации в АПЛС обоих памятников отмечены окислительная, фосфатная и гипсовая. Окислительная (железистая) сегрегация выражена в обилие новообразований гидроокислов железа во многих слоях стратиграфических колонок обоих памятников. Однако, на городище Джанкент формирование данных признаков могло происходить частично и под действием антропогенного фактора в процессе замачивания глин для строительства. Локальный характер носит процесс огипсовывания в АПЛС Дубошина-II, проявляющийся в образовании гипсовых друз при окислении пирита в результате антропогенной деятельности. На Джанкенте огипсовывание носит зональный характер и проявляется в образовании микроагрегатов и инфиллингов, формирующихся в порах при испарении минерализованных растворов. Фосфатная сегрегация в АПЛС обоих памятников носит антропогенный характер, т.к. основным источником фосфора являются органические остатки животного происхождения (например, пищевые отходы, навоз). В Дубошине-II распространены железисто-фосфатные новообразования (кристаллы вивианита), а на Джанкенте – фосфатно-органические нодули.

Процессы антропогенного привноса и удаления вещества на обоих памятниках являются самыми распространенными среди всех диагностированных процессов и имеют как общие черты, так и принципиальные различия, связанные с географическими условиями и хозяйственной деятельностью. Данные процессы отражают интенсивное воздействие человека на преобразование исходной поверхности и формирование отложений.

Поступление органического материала в исследованные АПЛС было в виде растительных остатков (щепа, ветки, береста, травянистые фрагменты в Великом Новгороде; преимущественно травянистый детрит в Джанкенте) и животных остатков (кости, шерсть, навоз, яичная скорлупа). Процессы привноса и аккумуляции растительного материала были активны на обоих памятниках. В Великом Новгороде поступление данного материала было преимущественно за счет строительства: преобладают древесные остатки (пласты щепы), что характерно для деревянного зодчества древнерусских городов. Вследствие подавленной биодеструкции сохранность органического материала на данном памятнике крайне высокая, что подтверждается концентрациями органического углерода до 39,6% и присутствием слабообразованных анатомически целых фрагментов. На Джанкенте растительные остатки поступали в основном в результате бытовой деятельности и представлены преимущественно травянистым материалом, в том числе пожнивными остатками. Растительные остатки часто залегают субгоризонтальными прослойками и представляют собой укрывной материал полов, или подстилки и фураж для скота.

В АПЛС обоих памятников происходили процессы *привноса минерального материала*. В Великом Новгороде поступление большого количества силикатной дресвы, щебня, песка было связано с локальным процессом на исследуемой территории – выбросом из печей. Поступление суглинистых агрегатов было связано как со строительной деятельностью (слой X), где привнесенная озерная глина, вероятно, использовалась для нивелировки или перекрытия поверхности, так и в ходе хозяйственно-бытовой деятельности – привнос на подошвах, выбросы при рытье ям или канав. В Джанкенте поступление карбонатно-глинистого материала значительно преобладает над другими антропогенными процессами. На данном памятнике происходило активное строительство с использованием местных высококарбонатных глин в качестве материала для сырцовых кирпичей, накатов, обмазок: содержание карбонатов в строительных горизонтах достигает 25%. Возможно, древесный материал для строительных целей тоже использовался, но был в большом дефиците на исследуемой территории.

Исследование процессов формирования и трансформации АПЛС в раскопе Дубошин-II и городище Джанкент показало, что оба АПЛС формировались

преимущественно под действием интенсивных антропогенных процессов привноса и аккумуляции органического и минерального материала, тогда как дальнейшая трансформация отложений определялась зональными природными и локальными гидрологическими условиями. В переувлажненном АПЛС Великого Новгорода преобладал привнос и аккумуляция органических субстратов (преимущественно древесных остатков), тогда как в аридных условиях Джанкента – привнос и аккумуляция карбонатно-глинистых агрегатов. В зоне южной тайги доминируют процессы, связанные с восстановительной обстановкой и переувлажнением: оглеения, глеевой миграции железа и марганца, окислительной и фосфатной сегрегации, лессиважа, а также оструктуривание. В зоне пустынь активно протекают процессы, обусловленные аридным климатом и засолением, – минерализация органических остатков, солевой, карбонатной и гипсовой миграции и сегрегации, а также пятнистое оглеение и глеевая миграция железа и марганца.

Глава 6. Географические закономерности распространения признаков и процессов в АПЛС

Изучение археологических педолитоседиментов (АПЛС) Великого Новгорода (зона южной тайги, гумидный климат, постоянное переувлажнение, анаэробные условия) и городища Джанкент (зона пустынь, аридный климат, выпотной водный режим, засоление) показало, что их строение, набор и сохранность признаков, а также ведущие элементарные почвенные процессы существенно различаются (рис. 66, табл. 8). Эти различия определяются зональными природными условиями, которые в свою очередь влияют на особенности хозяйственной деятельности, и локальным гидрологическим режимом. Сравнение АПЛС двух памятников позволило выявить географические закономерности формирования их толщ и отделить универсальные антропогенные признаки от регионально-специфических.



Рис. 66. Модели педолитогенеза Великого Новгорода и городища Джанкент.

Сгенерировано ИИ по промту автора.

В литературе неоднократно отмечалось, что городские АПЛС, сформированные в разных природных зонах, обладают конвергентными свойствами (обогащение фосфором, карбонатами, тяжелыми металлами, подщелачивание), что отличает их от фоновых зональных почв (Долгих, 2010; Alexandrovskiy et al., 2012). Вместе с тем, ряд авторов подчеркивал, что 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, фрагменты костей, суглинистые агрегаты, фитолиты, керамика, кальцитовые сферулиты, витрифицированная масса) действительно встречаются в АПЛС обоих памятников независимо от природных условий. Их присутствие отражает базовые виды хозяйственной деятельности (строительство, хозяйственная деятельность, использование огня, животноводство), а обилие указывает на степень антропогенной нагрузки, но не позволяет реконструировать ее конкретный характер.

В условиях гумидного климата зоны южной тайги решающим фактором формирования мощной стратифицированной толщи археологических педолитоседиментов является постоянное переувлажнение и анаэробная среда, обусловленные близким залеганием грунтовых вод и слаборасчлененным рельефом. Как показано в работах по исследованию АПЛС древних городов северо-запада России (Великий Новгород, Псков, Старая Ладога, Москва, Ростов Великий, Ярославль), подобные условия способствуют

замедлению процессов гумификации и минерализации органического вещества, его длительной консервации и накоплению значительных объемов органо-минерального материала (Долгих, 2010, 2012; Долгих и др., 2010, 2018; Лапшин, 2011; Панченко и др., 2023). А.В Долгих (2010) выделяет три группы процессов в новгородских АПЛС: седиментация, почвенные процессы и диагенез и подчеркивает, что процессы, связанные с биогенной проработкой материала и оструктурированием, преимущественно развиты в верхней части профиля из-за более «сухих» внутрпочвенных условий благодаря развитию дренажных систем. Нижняя часть профиля – урбо-органические слои, относящиеся к «мокрым» с высоким содержанием органического вещества в виде пластов щепы и навоза. Здесь преобладает устойчивая восстановительная среда и гидроморфные условия, которые подавляют деятельность почвенной биоты, разрушающую органический материал.

Наши результаты подтверждают и развивают данную модель формирования «мокрого» новгородского АПЛС. Выявленные аналитически высокие содержания органического углерода (до 39%) и соотношение C:N (15-20) хорошо коррелируют с морфологическими данными по обилию и сохранности растительного детрита, его слабой и умеренной степени гумификации. Щепы, береста, шерсть и другие остатки растительного и животного происхождения нередко сохраняют свою морфологическую целостность. Высокая влажность и восстановительный режим обусловили образование вивианита и преобладание процессов оглеения преимущественно в средней и нижней стратиграфической единице. О наличии данных признаков в толще новгородского АПЛС также указывается в работе А.В. Долгих (2010). Вместе с тем наши данные дополняют прежнюю модель обнаружением широкого спектра диагностически значимых признаков и расширения перечня ЭПП. Благодаря выявленным на микроуровне фрамбоидам пирита и гипсовым микроагрегатам удалось диагностировать процессы сульфидного оглеения и гипсовой сегрегации. Таким образом, для Великого Новгорода характерна гумидная глеево-консервационная органо-аккумулятивная модель формирования АПЛС.

Совсем иная картина наблюдается в аридных условиях зоны пустынь. Сравнение с литературными данными по другим аридным археологическим памятникам Средней Азии и Казахстана (Пенджикент, Хисорак, Тараз, Куйк-Мардан, Казаклы-яткан) показывает, что для АПЛС типичны мощные минеральные толщи с чередованием строительных горизонтов из сырцового кирпича, прослоев золы, углей и слоев запустения (Betts et al., 2009; Лурье, 2012; Dawkes, Jorayev, 2015; Dawkes et al., 2020). Органический материал сохраняется плохо, за исключением отдельных случаев как на городище Хисорак (Бронникова и др., 2022). Непосредственно на городище Джанкент было проведено детальное микроморфологическое исследование АПЛС, которое показало, что свойства АПЛС тесно

связаны с природными процессами: колебания уровня грунтовых вод, засоление и окислительное влияние на накопление и преобразование археологических педолитоседиментов (Bronnikova et al., 2022).

Наши данные по Джанкенту развивают эти представления. Изученная нами толща АПЛС формировалась преимущественно за счет поступления минерального материала – сырцового кирпича и продуктов разрушения глинобитных конструкций. Органические остатки сильно минерализованы, нередко инкрустированы карбонатами или легкорастворимыми солями. Идентифицированные фитолиты злаков, тростника и камыша подтвердили вывод предыдущих исследований (Иванова и др., 2014; Бронникова и др., 2025) о наличии более увлажненных природных условий во время формирования АПЛС по сравнению с современными аридными. В отличие от Великого Новгорода, постседиментационные процессы АПЛС Джанкента определяются выпотным водным режимом, высокой засоленностью территории, карбонатностью отложений, а также периодической сменой окислительно-восстановительных условий в нижней части толщи, расположенной в современной кайме грунтовых вод. Эти факторы способствовали активному образованию кристаллов и инфилингов гипса, инкрустациям карбонатов, а также новообразованиям гидроокислов железа и легкорастворимых солей. Зоны обеднения соединениями железа в нижней пачке свидетельствуют о переменном переувлажнении грунтовыми водами. Для условий пустынной зоны городища Джанкент характерна аридная минерально-аккумулятивная солевая модель формирования АПЛС.

Таким образом, проведенное сравнение подтверждает, что универсальные антропогенные признаки встречаются в обеих природных зонах и отражают схожие виды антропогенной деятельности, тогда как процессы постседиментационной трансформации подчиняется зональным ландшафтно-климатическим и локальным гидрологическим факторам: в гумидном климате зоны южной тайги при постоянном переувлажнении доминируют процессы консервация органического вещества, оглеения, глеевой миграции железа и марганца, лессиважа и железисто-фосфатной сегрегации, а в аридном климате зоны пустынь с выпотным водным режимом – процессы минерализация органического вещества, солевой и кальциевой миграции, огипсовывания и гипсовой сегрегации. Один и тот же морфологический признак может иметь различный генезис. Так, например, аналитически фиксируемый процесс аккумуляции карбонатов может проявляться в различных морфологических формах, связанных с принципиально разными механизмами формирования: почвенными процессами (миграцией и сегрегацией карбонатов), антропогенным привносом (например, в составе строительных материалов или навоза), пирогенными процессами и др.

Таблица 8. Основные свойства АПЛС Великого Новгорода (раскоп Дубошин-II) и городища Джанкент: стратиграфия, геохимия и ведущие процессы.

Археологический памятник	Стратиграфическая единица, глубина, тип слоя, хронология ¹	Интерпретация	pH _{водн}	C _{орг} , %	C:N	CaCO ₃ , %	P ₂ O ₅ , %	Аккумуляция элементов	Доминирующие ЭПП ²	Факторы
Великий Новгород (Дубошин-II)	Верхняя -292(322)-580(629) см ОС, XIII-XIV вв.	Жилые поверхности, богатые хозяйственно-бытовыми отходами, остатками деревянных строительных конструкций и настилов	6,1-7,3	22-39	15-20	0,04-3,8	1,3-3,9	Ca, Mn, S, Cr, Cu, Zn	Оструктуривание коагуляционное биогенное, собственно оглеение, пятнистое оглеение, глеевая миграция железа и марганца, лессиваж, окислительная (железо) и железисто-фосфатная сегрегация, привнос органических материалов	Переувлажнение, близкое залегание грунтовых вод, преимущественно анаэробная среда, низкая микробиологическая активность, восстановительная обстановка
	Слой X -580(629)-592(629) см МОС, XII-XIII вв.	Слои очажных отходов	5,9	7	13	0,3	5,8	Mn, S, Cr, Cu, Zn		
	Слой XI -592(629)-621(642) см МС, XII-XIII вв.	Строительные горизонты	6,0	7	11	0,04	0,7	-		
	Средняя -621(642)-730(740) см ОС, XI-XII вв.	Жилые поверхности с открытыми очагами и местами содержания скота	7,0-7,7	28-39	15-17	0,2-5,3	1,1-7,6	Ca, S, Cr, Cu, Zn		
	Нижняя -730(740)-830(833) см МС/ОМС, XI в.	Уровень начала освоения территории: преобразование естественной почвы и накопления бытовых отходов	7,2-9,2	2-36	9-34	0,05-3,1	0,3-2,3	Ca, S, Cr, Cu, Zn		

	Погребенная почва -830(833)-905(910) см	(Палео)дерново- подзолистая глеявая	6,6-8,1	0,3-5	3-11	0,05-4,1	0,12-0,31	Ca, Cr, Cu, Zn		
Джанкент	Верхняя -380-675 см МС/ОМС, X в.	Продукты разрушения карбонатных глинобитных строительных конструкций	7,4-8,4	0,4-4,4	4-14	13-23	0,2-3,7	Cu, Zn, Sr	Минерализация органических остатков, трансформация минерального вещества, солевая миграция, кальциевая миграция, огипсовывание, гипсовая сегрегация, привнос минеральных материалов	Аридный климат, выпотной водный режим, щелочная среда, карбонатность отложений, засоление
	Средняя -675-835 см ОС/МС, VIII– 1 половина IX вв.	Жилые поверхности, богатые очажно- пищевыми отходами	7,9-8,4	0,5-5,5	5-13	13-22	1-12	Cu, Zn, Sr		
	Нижняя -835-1041 см МС, рубеж VII-VIII вв.	Уровень начала освоения территории: аллювиально- дельтовые отложения единичными антропогенными включениями	8,8-9,1	Не определяется	Не определялось	21-25	0,2-0,6	Cu, Zn, Sr		
	Фоновая почва	Солончак	8,7-9,3	0,7-2,3	Не определялось	8-23	0,3-4	Mg, Ca, S, Sr, Cl		

¹ Тип слоя: ОС – органический слой, МОС – минерально-органический слой, МС – минеральный слой, ОМС – органо-минеральный слой; глубины даны в сантиметрах от локальных реперов на каждом памятнике.

² Синий цвет – процессы, протекающие под действием антропогенного фактора.

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 – слои 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 фитоцитов.
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 литературы

1. Авдусин Д.А. Полевая археология СССР. – М.: Высшая школа, 1980. – 335 с.
2. Александровская Е.И., Александровский А.Л. Антропология. Учебное пособие. – М.: Класс-М, 2007. – 246 с.
3. Александровская Е.И., Александровский А.Л., Гайдуков П.Г., Кренке Н.А. Лес, луг, пашня, городская застройка по данным исследования древнейшего культурного слоя и погребенной почвы Новгорода // Естественно-научные методы в полевой археологии. – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – Вып. 3. – С. 25-36.
4. Александровский А.Л. Пирогенное карбонатообразование: результаты почвенно-археологических исследований // Почвоведение. – 2007. – № 5. – С. 517-524.
5. Александровский А.Л. Культурный слой: генезис, география, систематика, палеоэкологическое значение // Археология и естественные науки в изучении культурного слоя объектов археологического наследия: Материалы междисциплинарной научной конференции. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. – С. 7-16.
6. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Результаты комплексного исследования почв и культурного слоя раскопа в Конюшенном дворе Ростова Великого // Конюшенный раскоп в Ростове Великом: материалы охранных археологических исследований. – М.: ООО "Таус", 2007. – Т. 9. – С. 38-45.
7. Александровская Е.И., Александровский А.Л. Результаты исследований культурного слоя и почв на Варяжской улице в Старой Ладогe // Новое в археологии Старой Ладоги: материалы и исследования. – СПб.: Невская Книжная Типография, 2018. – 536 с. – (Труды ИИМК РАН. Т. LIII).
8. Александровский А.Л., Александровская Е.И., Долгих А.В., Замотаев И.В., Курбатова А.Н. Почвы и культурные слои древних городов юга Европейской России // Почвоведение. – 2015. – № 11. – С. 1171-1181.
9. Александровский А.Л., Бойцов И.А., Кренке Н.А. Почвы и культурный слой Москвы: строение, история развития, география // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 1997. – № 4. – С. 82-95.
10. Антонова З.Е., Лисицин К.С., Гетманцева С.М., Васильева Н.В., Давыдова С.Г., Денисенкова Т.В., Литвинова Е.М., Степанова А.А., Нехайчик В.П. География Великого Новгорода. Природа, население и хозяйство // Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2009. – 288 с.

11. Аржанцева И.А., Рузанова С.А. Городище Джанкент и проблема «болотных городищ» // Древние цивилизации на Среднем Востоке. Археология, история, культура: матер. междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию Г.В. Шишкиной. – М.: Государственный музей Востока, 2010. – С. 11-13.
12. Аржанцева И.А., Тажекеев А.А. Комплексные исследования городища Джанкент (работы 2011-2014 гг.). – Алматы: Арыс, 2014. – 320 с.
13. Археология: Учебник / Под ред. В.Л. Янина. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2006. – 608 с.
14. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
15. Арциховский А.В. Археологическое изучение Новгорода // Материалы и исследования по археологии СССР. – М., 1956. – Т. 1. – № 55. – (Труды Новгородской археологической экспедиции).
16. Арциховский А.В. Новгород Великий по археологическим данным // Антология советской археологии (1941-1956). – М., 1996. – Т. III. – С. 223-226.
17. Борисов А.В., Горошников А.А., Каширская Н.Н., Мимоход Р.А., Пинской В.Н., Потапова А.В., Смекалова Т.Н. Почвенно-микробиологические подходы к реконструкции назначения построек на древних поселениях // Нижневолжский археологический вестник. – 2023. – Т. 22, № 1. – С. 10-35.
18. Борисов А.В., Федотов А.Э. Особенности химических и микробиологических свойств культурного слоя городища Болгар в зависимости от характера использования территории // Археология Евразийских степей. – 2018. – № 5. – С. 108-115.
19. Боровский В.М. Общие природные и почвенные условия сельскохозяйственного производства областей Казахстана. – Алма-Ата: Академия наук Казахской ССР, 1960. – С. 132-144.
20. Боровский В.М. Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана. – Алма-Ата: Наука Казахской ССР, 1982. – 254 с.
21. Боровский В.М., Погребинский М.А. Древняя дельта Сыр-Дарьи и Северные Кызыл-Кумы. – Алма-Ата: АН Казахской ССР, 1958. – Т. 1. – 514 с.
22. Бронникова М.А., Иванова А.Е. и др. Опыт комплексной диагностики характера антропогенных воздействий на территории раннесредневекового города // Материалы Всероссийской научной конференции по археологическому почвоведению, посвященной памяти профессора В.А. Демкина. – 2014. – С. 194-196.
23. Бронникова М.А., Иванова А.Е., Курбанов Ш.Ф., Лурье П.Б., Зазовская Э.П. О причинах высокой сохранности органических субстратов на городище Хисорак.

- Предварительное сообщение // Материалы Пенджикентской археологической экспедиции. — СПб.: Государственный Эрмитаж, 2022. — Вып. XXV. — С. 59-64.
24. Бронникова М.А. Панин А.В., Аржанцева И.А., Харке Г., Карпова Ю.О. Радиоуглеродное датирование и пожарная история раннесредневекового города Джанкент (Ю-В Приаралье, Казахстан) // Радиоуглерод в археологии и палеоэкологии: прошлое, настоящее, будущее: Мат-лы междунар. конф., посвященной 80-летию Г. И. Зайцевой. — СПб.: ИИМК РАН, РГПУ, 2020. — С. 17-18.
 25. Бронникова М.А. Панин А.В., Иванова А.Е., Шумиловских Л.С., Гольева А.А., Карпова Ю.О., Онищенко Н.М. Раздел 3.2. Геоархеологические исследования и радиоуглеродное датирование // Междисциплинарные исследования на городище Джанкент (2011-2024 гг.) / отв. ред. А. Онгар, сост. Г. Харке, И.А. Аржанцева, А.А. Тажекеев. — Алматы: Институт археологии им. А.Х. Маргулана, 2025. — Т. XXV. — 360 с. (в печати)
 26. Бронникова М.А. Панин А.В., Шеремецкая Е.Д., Борисова О.К., Успенская О.Н., Пахомова О.М., Мурашева В.В., Беляев Ю.Р., Бобровский М.В. Формирование поймы Днепра в районе Гнездовского археологического комплекса в среднем и позднем голоцене // Труды Государственного исторического музея. — 2018. — Вып. 210. Гнездовский археологический комплекс. Материалы и исследования. Вып. 1. — С. 28-68.
 27. Васенев В. И. Оценка экологических факторов пространственно-временной изменчивости запасов углерода в почвах городов Европейской территории России: дис. ... д-ра биол. наук: 1.5.19, 1.5.15. — М., 2024. — 391 с.
 28. Васильева Н.В. Формирование, развитие и современное состояние водных объектов Великого Новгорода: автореф. дис. ... канд. географ. наук. — СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. — 23 с.
 29. Васильева Н.В. Субетто Д.А., Вербицкий В.Р., Кротова-Путинцева А.Е. История формирования Ильмень-Волховского бассейна // Известия Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена. Общественные и гуманитарные науки. Направление «Естественные и точные науки». — 2012. — № 153 (2). — С. 141-150.
 30. Виноградов А.В. Тысячелетия, погребенные пустыней. — М.: Просвещение, 1966 — 188 с.
 31. Водяницкий Ю.Н. Соединения железа и их роль в охране почв. — М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2010. — 156 с.

32. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
33. Воронина В.Л. Архитектура Средней Азии // Всеобщая история архитектуры. – М., 1969. – Т. 8. Архитектура стран Средиземноморья, Африки и Азии. VI-XIX вв. – С. 183-197.
34. Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада европейской части СССР (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). – Л.: Наука, 1969. – 256 с.
35. Герасимова М.И., Губин С.В., Шоба С.А. Микроморфология почв природных зон СССР. – Пушкино, 1992. – 200 с.
36. Глазовская М.А. Педолитогенез и фоссилизация органического углерода в четвертичных покровах Евразии // Изв. РАН. Сер. География. – 1996.
37. Глазовская М.А. Педолитогенез и континентальные циклы углерода. – М.: УРСС, 2009. – 336 с. ISBN 978-5-397-00927-0.
38. Гольева А.А. Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. – М.: Элиста, 2001.
39. Гольева А.А., Зазовская Э.П. Антропогенная память почв // Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий / отв. ред. В.О. Таргульян, С.В. Горячкин. – М.: ЛКИ, 2008. – С. 617-633.
40. Гольева А.А., Хохлова О.С., Энговатова А.В. Погребенные пахотные почвы и культурные слои древнего Ярославля как отражение природных и антропогенных процессов // Почвоведение. – 2025. – № 3. – С. 347-359.
41. Горячкин С.В., Мергелов Н.С., Таргульян В.О. Генезис и география почв экстремальных условий: элементы теории и методические подходы // Почвоведение. – 2019. – № 1. – С. 5-19.
42. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация = Soils. Classification: межгосударственный стандарт: введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 июля 2020 г. № 384-ст / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – М.: Стандартиформ, 2020. – IV, 43 с.
43. ГОСТ Р 70229-2022. Почвы. Показатели качества почв. – Введ. 2023-01-01. – М.: Российский институт стандартизации, 2022. – IV, 27 с.
44. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 382 с.
45. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. – 213 с.

46. Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. – Новосибирск: СО РАН, 1997. – 228 с.
47. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 460 с.
48. Долгих А.В. Формирование педолитоседиментов и почвенно-геохимической среды древних городов Европейской России: дис. ... канд. географ. наук. – М., 2010. – 175 с.
49. Долгих А.В. Почвенно-геохимические исследования культурных отложений Великого Новгорода (Ильменский раскоп) // Российская археология. – 2012. – № 3. – С. 143-148.
50. Долгих А.В., Александровский А.Л. Почвы и культурный слой Великого Новгорода // Почвоведение. – 2010. – № 5. – С. 515-526.
51. Долгих А.В., Петров М.И., Александровский А.Л. Культурный слой средневекового Новгорода: формирование, преобразование, современный облик // Археология и естественные науки в изучении культурного слоя объектов археологического наследия: Материалы междисциплинарной научной конференции, Москва, 14-15 ноября 2018 года / отв. ред. Д.С. Коробов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. – С. 57-63.
52. Дубровина И.А. Особенности профильного распределения и запасы биогенных элементов в осушенных торфяных почвах // Трансформация экосистем. – 2023. – Т. 6. – № 2. – С. 49-63.
53. Евдокимова А.К. Тяжелые металлы в культурном слое средневекового Новгорода // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1986. – № 3. – С. 86-91.
54. Естественно-научные методы исследования культурных слоев древних поселений / С.А. Сычева, Н.Б. Леонова, А.Л. Александровский и др. – М.: НИИ-Природа, 2004. – 161 с.
55. Зазовская Э.П. Палеоурбаноземы раннесредневековых предгородских центров: генезис и устойчивость: автореф. дис. ... канд. географ. наук. – М.: ИГ РАН, 2013. – 23 с.
56. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. – М.: Наука, 1992. – 144 с.
57. Иванова А.Е., Бронникова М.А., Гольева А.А. Характеристика селитебно-хозяйственной деятельности на территории городища Джанкент по геохимическим, микробиоморфным и микологическим данным // Комплексные исследования городища Джанкент (работы 2011-2014 гг.) / под ред. И.А. Аржанцевой, А.А. Тажекеева. – Алматы: Арыс, 2014. – С. 141-160.

58. Ивкина Н.И., Шиварева С.П. Динамика изменения уровня Аральского моря в современных условиях // Гидрометеорология и экология. – 2010. – № 1. – С. 80-87.
59. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях / пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
60. Каиданова О.В. Геохимия культурных слоев древних городов // Эко-геохимический анализ техногенного загрязнения. – М.: ИМГРЭ, 1991. – С. 126-133.
61. 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.
62. Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 2015. – № 2. – С. 7-17.
63. Классификация и диагностика почв России / под ред. Л.Л. Шишова и др. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
64. Климат Новгорода / под ред. Ц.А. Швер, Е.В. Алтыкиса, Л.С. Евтеевой. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 168 с.
65. Кулакова Н.Ю., Абатуров Б.Д., Нухимовская Ю.Д. Элементы круговорота С и N в природных и антропогенных экосистемах полупустыни Северного Прикаспия // Аридные экосистемы. – 2017. – № 1 (70).
66. Курманкулов Ж.К. и др. Археологические работы на городище Джанкент в 2006 г. / Ж.К. Курманкулов, И.А. Аржанцева, Э.Д. Зиливинская и др. – Алматы: Инжу-Маржан полиграфия фирмасы, 2007. – 124 с.
67. Лебедева М.П. Микростроение субаридных и аридных почв суббореального пояса Евразии: дис. ... докт. с.-х. наук. – М., 2012. – 343 с.
68. Лебедева М.П., Кутовая О.В., Сиземская М.Л., Хохлов С.Ф. Микроморфологическая и микробиологическая диагностика первичного почвообразования на днище искусственного понижения в условиях полупустыни Северного Прикаспия // Почвоведение. – 2014. – № 11. – С. 1332-1348.
69. Лихачев Д.С. Новгород Великий: Очерк истории культуры Новгорода XI-XVII вв. – М., 1959. – 122 с.
70. Лурье П.Б. Согдийские документы из раскопок раннесредневекового Мартшката // Индоевропейское языкознание и классическая филология – XVI. – СПб., 2012. – С. 433-460. ISBN 978-5-02-038298-5.
71. Матинян Н.Н. Почвообразование на ленточных глинах озерно-ледниковых равнин Северо-Запада России. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2003. – 200 с.

72. Методика № 439-РС. Рентгеноспектральное флуоресцентное определение фтора, натрия, магния, алюминия, кремния, фосфора, калия, кальция, скандия, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, стронция, циркония, ниобия в горных породах, рудах и продуктах их переработки. – М.: МПР РФ, ВИМС, 2010. – 26 с.
73. Миклин Ф. и др. Возможное будущее Аральского моря и его фауны / Ф. Миклин, Н.В. Аладин и др. // Астраханский вестник экологического образования. – 2016. – № 2 (36). – С. 16-37.
74. Модин И.Н., Ерохин С.А. Геофизические исследования городища Джанкент в 2011-2014 гг. // Комплексные исследования городища Джанкент (работы 2011-2014 гг.) / под ред. И.А. Аржанцевой, А.А. Тажекеева. – Алматы: Арыс, 2014. – С. 116-140.
75. Морозова Т.Д. Микроморфологическое изучение погребенных почв в лессах средней части Русской равнины и их палеогеографическое значение: автореф. дис. ... канд. географ. наук. – М., 1962.
76. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1-6. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Вып. 18. – 514 с.
77. Панин А.В. и др. Новые данные о динамике природной среды северо-восточного Приаралья в позднем голоцене / А.В. Панин, Т.В. Сапелко, А.В. Лудикова и др. // Лимнология в России: Тезисы докладов Всероссийской научной конференции, посвященной 80-летию Института озераведения Российской академии наук. – СПб., 2024. – С. 134-135.
78. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрейя-2000, 1999. – 763 с.
79. Петров М.И., Рыбина Е.А., Тарабардина О.А. Раскоп Дубошин II в Великом Новгороде, работы 2017-2019 гг. // Археологические открытия. – 2021. – Т. 2019. – С. 57-59.
80. Петров М.И., Тарабардина О.А. Новгород X-XIV вв.: эволюция городской территории // Археологические вести. – 2020. – № 28. – С. 134-151. – DOI: 10.31600/1817-6976-2020-28-134-151.
81. Плотникова О.О., Лебедева М.П., Цымбарович П.Р., Девятых А.В. Микроморфологическая характеристика почв солонцового комплекса (Джаныбекская равнина) // Почвоведение. – 2023. – № 3. – С. 380-392.
82. Полевой определитель почв. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.
83. Почва, город, экология / Г.В. Добровольский, М.Н. Строганова, Т.В. Прокофьева и др. – М.: Фонд "За экономическую грамотность", 1997. – 320 с.

84. Почвоведение: учебник для студентов почв. и геогр. спец. ун-тов: в 2 ч. / под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. – М.: Высшая школа, 1988. – Ч. 1: Почва и почвообразование / Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др. – 400 с. ISBN 5-06-001159-3.
85. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. – 2014. – № 106. – С. 1155-1164. – DOI: 10.7868/S0032180X14100104.
86. Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А. Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // Почвоведение. – 2011. – № 5. – С. 611-623.
87. Прокофьева Т.В., Попутников В.О. Антропогенная трансформация почв парка Покровское-Стрешнево (Москва) и прилегающих жилых кварталов // Почвоведение. – 2010. – № 6. – С. 748-758.
88. Прокофьева Т.В., Седов С.Н., Строганова М.Н., Каздым А.А. Опыт микроморфологической диагностики городских почв // Почвоведение. – 2001. – № 7. – С. 879-890.
89. Русаков А.В., Шешукова А.А., Бахматова К.А. Городские почвы Санкт-Петербурга и история их изучения // Окружающая среда Санкт-Петербурга. – 2024. – № 3(33). – С. 57-63.
90. Сверчкова А.Э., Хохлова О.С., Моргунова Н.Л., Мякшина Т.Н. Большой Болдыревский курган раннего бронзового века в Южном Приуралье: курганные конструкции, палеопочвы, реконструкции палеоклимата // Почвоведение. – 2022. – № 6. – С. 687-700.
91. Свиточ А.А. История последнего Аральского моря // Аридные экосистемы. – 2009. – Т. 15. – № 2 (38). – С. 5-17.
92. Семенов Н.Н. К вопросу диагностики и классификации торфяных почв сельскохозяйственного назначения // Мелиорация. – 2015. – № 2. – С. 84-96.
93. Строганова М.Н., Мягкова А.Д., Прокофьева Т.В. Городские почвы: генезис, классификация, функции // Почва. Город. Экология / под ред. Г.В. Добровольского. – М., 1997. – С. 15-85.
94. Сычева С.А. Почвенно-геоморфологические аспекты формирования культурного слоя древних поселений // Почвоведение. – 1994. – №3. – С.28-33.
95. Сычева С.А., Леонова Н.Б., Пустовойтов К.Е., Седов С.Н., Чичагова О.А. Культурные слои как память об антропогенном почвообразовании и седиментогенезе // Память

- почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий / под ред. В.О. Таргульяна, С.В. Горячкина. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – С. 651-674.
96. Таргульян В.О. Теория педогенеза и эволюции почв. – М.: ГЕОС, 2019. – 297 с.
 97. Хитров Н.Б., Герасимова М.И. Диагностические горизонты в классификации почв России: версия 2021 г. // Почвоведение. – 2021. – № 8. – С. 899-910. – DOI: 10.31857/S0032180X21080098.
 98. Хохлова О.С. Палеоклиматические реконструкции для III-его тыс. до н.э. по данным палеопочвенного изучения курганов ямной культуры в Оренбургском Предуралье // Вестник ОГУ. – 2007. – № 10. – С. 110-117.
 99. Хохлова О.С. и др. Изменение свойств почв при разнонаправленных климатических колебаниях позднего голоцена в полупустынной зоне (на примере курганного могильника Паласа-Сырт) / О.С. Хохлова, А.А. Хохлов, А.М. Кузнецова и др. // Почвоведение. – 2015. – № 1. – С. 31-48.
 100. Шерышева Н.Г., Мороз В.П. Динамика образования вивианита в накопительных культурах метанотрофных и водородокисляющих бактерий в процессе анаэробного Fe(III) восстановления // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2012. – № 3.
 101. Элементарные почвообразовательные процессы: опыт концептуального анализа, характеристика, систематика / Н.А. Караваева, В.О. Таргульян, А.Е. Черкинский и др. – М.: Наука, 1992. – 186 с.
 102. Яковлева М.И., Кулакова. Археологические исследования в Пскове и Псковской области в 2013 году // Археология и история Пскова и Псковской земли. Семинар имени академика В.В. Седова: Материалы 60-го заседания. – М.: ИА РАН; СПб.: Нестор-История, 2015. – Вып. 30. – 360 с.
 103. Ямнова И.А. Новообразования легкорастворимых солей и гипса в аридных почвах России и сопредельных стран: диагностика, генезис, антропогенная трансформация: дис. ... докт. с.-х. наук: 03.02.13. – 2018. – 241 с.
 104. Adderley W.P. et al. Anthropogenic features / W.P. Adderley, C.A. Wilson, I.A. Simpson, D.A. Davidson // Interpretation of Micro-morphological Features of Soils and Regoliths / ed. by G. Stoops, V. Marcelino, F. Mees. — Amsterdam: Elsevier, 2018. – P. 569-588.
 105. Alexandrovskaya E.I., Alexandrovskiy A.L. History of the cultural layer in Moscow and accumulation of anthropogenic substances in it // Catena. – 2000. – Vol. 41. – No. 1-3. – P. 249-259.
 106. Alexandrovskiy A.L., Dolgikh A.V., Alexandrovskaya E.I. Pedogenetic features of habitation deposits in ancient towns of European Russia and their alteration under different

- natural conditions // *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. – 2012. – Vol. 64. – No. 1. – P. 71-77. – DOI: 10.18268/BSGM2012v64n1a6.
107. Andersson K. Bedding material properties and slurry C/N ratio affect the availability of nitrogen in cattle slurry applied to soil / K. Andersson, A.S. Dahlin, P. Sorensen, S. Delin // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2024. – Vol. 8. – P. 1393674.
 108. Angelucci D.E., Boschian G. et al. Shepherds and karst: The use of caves and rock-shelters in the Mediterranean region during the Neolithic // *World Archaeology*. – 2009. – Vol. 41. – No. 2. – P. 191-214.
 109. *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology* / Nicosia C., Stoops G. (Eds.). – 1st ed. - Chichester: Wiley Blackwell, 2017. – 476 p.
 110. Arzhantseva I.A. et al. Early medieval urbanization and state formation east of the Aral Sea: Fieldwork and international workshop 2011 in Kazakhstan // *The European Archaeologist*. – 2012. – Vol. 37. – P. 14-20.
 111. Balbo A.L., Madella M., Vila A., Estévez J. Micromorphological perspectives on the stratigraphical excavation of shell middens: a first approximation from the ethnohistorical site Tunel VII, Tierra del Fuego (Argentina) // *Journal of Archaeological Science*. – 2010. – Vol. 37. – No. 6. – P. 1252-1259.
 112. Battarbee R.W. Diatom analysis // *Handbook of Holocene Paleocology and Palaeohydrology* / ed. by B.E. Berglund. – New York: Wiley and Sons, 1986. – P. 527-570.
 113. Betts A.V.G., Yagodin V. N., Helms S. W., Khozhaniyazov G., Amirovb S., Negus-Cleary M. Karakalpak-Australian excavations in ancient Chorasmia, 2001-2005: Interim report on the fortifications of Kazakl'i-Yatkan and regional survey // *Iran*. – 2009. – Vol. 47. – No. 1. – P. 33-55. – DOI: 10.1080/05786967.2009.11864758.
 114. Borderie Q., Devos Y., Nicosia C., Cammas C., Macphail, R. I. Dark Earth in the geoarchaeological approach to urban contexts // *French geoarchaeology in the 21st century*. – CNRS éditions, 2015. – P. 245-255.
 115. Brandolini F., Trombino L., Sibilia E., Cremaschi M. Micromorphology and site formation processes in the Castrum Popilii Medieval Motte (N Italy) // *Journal of Archaeological Science: Reports*. – 2018. – Vol. 20. – P. 18-32. – DOI: 10.1016/j.jasrep.2018.04.017.
 116. Brewer R. Cutans: their definition, recognition, and interpretation // *European Journal of Soil Science*. – 1960. – Vol. 11. – No. 2. – P. 280-292.
 117. Brewer R. *Fabric and mineral analysis of soils*. – New York: Wiley, 1964. – 470 p.
 118. Bronger A., Heinkele T. Micromorphology and genesis of paleosols in the Luochuan loess section, China: pedostratigraphic and environmental implications // *Geoderma*. – 1989. – Vol. 45. – No. 2. – P. 123-143.

119. Bronnikova M.A., Karpova, J.O., Murasheva, V.V., Kochkina, A.F., Stashenkov, D.A., Arzhantseva, I.A., Härke, H. Micromorphological features of medieval cultural layers formed in different environmental backgrounds // *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. – 2022. – Vol. 74. – No. 3. – A080822. – DOI: 10.18268/BSGM2022v74n3a080822.
120. Bronnikova M.A., Panin A.V., Murasheva V.V., Golyeva A.A. Soil micromorphology in archaeology: history, objectives, possibilities and prospects // *Dokuchaev Soil Bulletin*. – 2016. – No. 86. – P. 35-45. – DOI: 10.19047/0136-1694-2016-86-35-45.
121. Bronnikova M.A., Turova I.V. et al. Early-Medieval Uigurian fortress Por-Bajin (Republic of Tyva): building materials and sources of raw materials on the evidence of morphological and bulk chemical data // *Archaeological Soil Micromorphology: Contributions to the Archaeological Soil Micromorphology Working Group Meeting 3rd to 5th April 2008*. – *Frankfurter Geowiss. Arb., Serie D*, 30. – 2008. – P. 15-23.
122. Bronnikova M.A., Zazovskaya E.P., Bobrov A.A. Local landscape evolution related to human-impact of an early medieval pre-urban center in the upper Dnieper region (Central Russian Plain): an interdisciplinary experience // *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. – 2003. – Vol. 20. – No. 3. – P. 245-262.
123. Bullock P., Fedoroff N., Jongerius A., Stoops G., Tursina T. V. Handbook for soil thin section description. – *Wolverhampton: Waine Research*, 1985. – 152 p.
124. Butzer K.W. *Archaeology as human ecology: method and theory for a contextual approach*. – *Cambridge: Cambridge University Press*, 1982. – 364 p.
125. Butzer K.W. Challenges for a cross-disciplinary geoarchaeology: the intersection between environmental history and geomorphology // *Geomorphology*. – 2008. – Vol. 101. – P. 402-411.
126. Canti M.G. The production and preservation of faecal spherulites: animals, environment and taphonomy // *Journal of Archaeological Science*. – 1999. – Vol. 26. – P. 251-258.
127. Canti M.G. Avian eggshell // *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology* / ed. by C. Nicosia, G. Stoops. – *Chichester: John Wiley & Sons, Ltd*, 2017. – P. 39-42.
128. Canti M., Brochier J.É. Faecal spherulites // *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology* / ed. by C. Nicosia, G. Stoops. – *Chichester: John Wiley & Sons, Ltd*, 2017. – P. 51-54.
129. Canti M., Brochier J.É. Plant ash // *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology* / ed. by C. Nicosia, G. Stoops. – *Chichester: John Wiley & Sons, Ltd*, 2017. – P. 147-154.

130. Chernysheva E., Khomutova T., Borisov A., Korobov D., Fornasier F. Soil microbiological properties in livestock corrals: An additional new line of evidence to identify livestock dung // *Journal of Archaeological Science*. – 2021. – Vol. 37. – P. 103-112.
131. Coil J., Korstanje M.A., Archer S., Hastorf C.A. Laboratory goals and considerations for multiple microfossil extraction in archaeology // *Journal of Archaeological Science*. – 2003. – Vol. 30. – P. 991-1008.
132. Courty M.-A., Goldberg P., Macphail R. *Soils and micromorphology in archaeology*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1989. – 305 p.
133. Courty M.-A., Nornberg P. Comparison between buried uncultivated and cultivated Iron Age soils on the west coast of Jutland, Denmark // *Proceedings of the Third Nordic Conference on the Application of Scientific Methods in Archaeology* / ed. by T. Edgren, H. Jungner. — Helsinki: The Finnish Antiquarian Society, 1985. – P. 57-69.
134. Dawkes G., Jorayev G. A case study of an early Islamic city in Transoxiana: excavations at the medieval citadel in Taraz, Kazakhstan // *Archaeological Research in Asia*. – 2015. – Vol. 4. – P. 17-24. – DOI: 10.1016/j.ara.2015.09.001.
135. Dawkes G. A., Toonen W., Macklin M., Jorayev G. The form and abandonment of the city of Kuik-Mardan, Otrar Oasis, Kazakhstan in the early Islamic period // *Journal of Islamic Archaeology*. – 2020. – Vol. 6. – No. 2. – P. 137-152. – DOI: 10.1558/jia.37961.
136. Devos Y., Nicosia C., Vrydaghs L., Speleers L., van der Valk J., Marinova E., Degraeve A. An integrated study of Dark Earth from the alluvial valley of the Senne river (Brussels, Belgium) // *Quaternary International*. – 2017. – Vol. 460. – P. 175-197. – DOI: 10.1016/j.quaint.2016.06.025.
137. Devos Y., Vrydaghs L., Degraeve A., Fechner K. An archaeopedological and phytolitarian study of the "Dark Earth" on the site of Rue de Dinant (Brussels, Belgium) // *Catena*. – 2009. – Vol. 78. – P. 270-284.
138. Devos B., Wouters L., Vrydaghs D., Tys T., Bellens A., Schryvers. A soil micromorphological study on the origins of the early medieval trading center of Antwerp (Belgium) // *Quaternary International*. – 2013. – Vol. 315. – P. 167-183. – DOI: 10.1016/j.quaint.2013.07.014.
139. *Developments in Soil Science 19. Soil micromorphology: a basic and applied science: Proceedings of the VIIIth International Working Meeting of Soil Micromorphology, San Antonio, Texas - July 1988* / ed. by L.A. Douglas. – Amsterdam: Elsevier, 1990.
140. Eden M.J. et al. Terra Preta soils and their archaeological context in the Caqueta basin of southeast Colombia / M.J. Eden, W. Bray, L. Herrera, C. McEwan // *American Antiquity*. – 1984. – Vol. 49. – P. 125-140.

141. Entwistle J.A., McCaffrey K.J.W., Dodgshon R.A. Geostatistical and multi-elemental analysis of soils to interpret land-use history in the Hebrides, Scotland // *Geoarchaeology*. – 2007. – Vol. 22. – No. 4. – P. 391-415.
142. Falesi I.C. Soils of the Brazilian Amazon // *Man in the Amazon* / ed. by C. Wagley. – Gainesville: University Press of Florida, 1974. – P. 201-229.
143. FitzPatrick E.A. Soil microscopy and micromorphology. – Chichester; New York: J. Wiley, 1993. – 304 p.
144. Gebhardt A. Dark Earth: some results in rescue archaeological context in France // Unpublished Bulletin 1 of the Archaeological Soil Micromorphology Working Group / ed. by R.I. Macphail, T. Acott. – Greenwich: University of Greenwich, 1997. – P. 45-47.
145. Gebhardt A. Micromorphological analysis of soil structural modification caused by different cultivation implements // *Prehistory of Agriculture, New Experimental and Ethnographic Approaches* / ed. by P. Anderson. – Los Angeles: Institute of Archaeology, University of California, 1999. – Monograph 40. – P. 260-266.
146. Glaser B., Birk J.J. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark earths in central Amazonia // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 2012. – Vol. 82. – P. 39-51.
147. Goldberg P. Micromorphology of sediments from Hayonim Cave, Israel // *Catena*. – 1979. – Vol. 6. – P. 167-181.
148. Goldberg P., Macphail R.I. Practical and theoretical geoarchaeology. — Chichester: John Wiley & Sons, 2006. — 468 p.
149. Goldberg P., Macphail R.I. Formation processes // *Encyclopedia of Archaeology* / ed. by D.M. Pearsall. – New York: Academic Press, 2008. – Vol. 1. – P. 213-217.
150. Goldberg P., Miller C.E., Schiegl S., Ligouis B., Berna F., Conard N.J., Wadley L. Bedding, hearths, and site maintenance in the Middle Stone age of Sibudu cave, KwaZulu-Natal, South Africa // *Archaeological and Anthropological Sciences*. – 2009. – Vol. 1. – P. 95-122.
151. Golyeva A., Chichagova O., Bondareva J. Soil forming processes of ancient man-made soils (cultural layers) by the example of sites in humid (Dunino) and arid (Ar-Dolong) regions of Russia: a first approach // *Quaternary International*. – 2016. – Vol. 418. – P. 22-27.
152. Golyeva A., Svirida N. Quantitative distribution of phytoliths as a reliable diagnostic criteria of ancient arable lands // *Quaternary International*. – 2017. – Vol. 434. – P. 51-57.
153. Härke H., Arzhantseva I.A., Tazhekeyev A. The early medieval town of Dzhankent (Kazakhstan): from initial hypothesis to new model // *The European Archaeologist*. – 2020. – Issue 66. – P. 27-34.

154. Hu Z., Gao S. Upper crustal abundances of trace elements: a revision and update // *Chemical Geology*. – 2008. – Vol. 253. – Iss. 3-4. – P. 205-221.
155. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th ed. – Vienna: International Union of Soil Sciences (IUSS), 2022.
156. Junyent E., Balasch J.C., Poch R.M. The Iberian Fortress of Els Vilars. Mid-Meeting Excursion Guide, 14th International Working Meeting on Soil Micromorphology. – Edicions de la Universitat de Lleida, 2012. – 32 p.
157. Hilbert J., Soentgen J. From the "Terra Preta de Indio" to the "Terra Preta do Gringo": a history of knowledge of the Amazonian Dark Earths // *Ecosystem and Biodiversity of Amazonia*. – London: IntechOpen, 2022. – P. 1-17.
158. Howard J.L. Anthropogenic Soils. – Cham: Springer International Publishing, 2017. – 268 p. ISBN 978-3-319-54330-7.
159. Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths / Stoops G., Marcelino V., Mees F. (Eds.). – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier, 2018. – 720 p.
160. Ivanov I.V. Soil science and archaeology // *Soviet Soil Science*. – 1978. – Vol. 10. – No. 5. – P. 522-533.
161. Karkanias P., Goldberg P. Phosphatic features // *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths* / ed. by G. Stoops, V. Marcelino, F. Mees. – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier, 2018. – Ch. 12. – P. 323-346.
162. Karkanias P., Goldberg P. Reconstructing archaeological sites: understanding the geoarchaeological matrix. – Oxford: Wiley-Blackwell, 2018. – 296 p.
163. Karkanias P. et al. Evidence for habitual use of fire at the end of the Lower Paleolithic: site-formation processes at Qesem Cave, Israel / P. Karkanias, R. Shahack-Gross, A. Ayalon et al. // *Journal of Human Evolution*. – 2007. – Vol. 53. – P. 197-212.
164. Kashirskaya, N., Kleshchenko, A., Mimokhod, R., Borisov, A.V. Microbiological approach for identification of wool clothes in ancient burials // *Journal of Archaeological Science: Reports*. – 2020. – Vol. 31. – P. 102296.
165. Krivonogov S.K., Burr G.S., Kuzmin Y.V., Gusskov S.A., Kurmanbaev R.K., Kenshinbay T.I., Voyakin D.A. The fluctuating Aral Sea: a multidisciplinary-based history of the last two thousand years // *Gondwana Research*. – 2014. – Vol. 25. – P. 284-300.
166. Kubiena W.L. *Micropedology*. – Ames, Iowa: Collegiate Press, 1938. – 243 p.
167. Liu Z., He C., Zhou Y., Wu J. How much of the world's land has been urbanized, really? A hierarchical framework for avoiding confusion // *Landscape Ecology*. – 2014. – Vol. 29. – No. 5. – P. 763-771. – DOI: 10.1007/s10980-014-0034-y.

168. Macphail R.I. Soil and botanical studies of the Dark Earth // *The Environment of Man: The Iron Age to the Anglo-Saxon Period* / ed. by M. Jones, G.W. Dimbleby. – Oxford: BAR British Series, 1981. – No. 87. – P. 309-331.
169. Macphail R.I. The reworking of urban stratigraphy by human and natural processes // *Urban-Rural Connexions: Perspectives from environmental Archaeology* / ed. by A.R. Hall, H.K. Kenward. – Oxford: Oxbow, 1994. – Monograph 47. – P. 13-43.
170. Macphail R.I. et al. Integrated microstratigraphic investigations of coastal archaeological soils and sediments in Norway: the Gokstad ship burial mound and its environs including the Viking harbour settlement of Heimdaljordet, Vestfold / R.I. Macphail, J. Bill, R. Cannell et al. // *Quaternary International*. – 2013. – Vol. 315. – P. 131-146.
171. Macphail R.I., Courty M.-A., Gebhardt A. Soil micromorphological evidence of early cultivation in north-west Europe // *World Archaeology*. – 1990. – Vol. 22. – P. 53-69.
172. Macphail R.I., Galinié H., Verhaeghe F. A future for Dark Earth? // *Antiquity*. – 2003. – No. 77. – P. 349-358.
173. Macphail R.I., Goldberg P. Archaeological materials // *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths* / ed. by G. Stoops, V. Marcelino, F. Mees. – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier, 2018. – Ch. 27. – P. 779-820.
174. Mazurek R. et al. Micromorphological and physico-chemical analyses of cultural layers in the urban soil of a medieval city. A case study from Krakow, Poland / R. Mazurek, J. Kowalska et al. // *Catena*. – 2016. – Vol. 141. – P. 73-84.
175. McGowan G., Prangnell J. The significance of vivianite in archaeological settings // *Geoarchaeology*. – 2006. – Vol. 21. – No. 1. – P. 93-111.
176. Mees F., Stoops G. Sulphidic and sulphuric materials // *Micromorphological Features of Soils and Regoliths* / ed. by G. Stoops, V. Marcelino, F. Mees. – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier, 2018. – Ch. 13. – P. 347-376.
177. Mestdagh H., Haesaerts P., Dodonov A., Hus J. Pedosedimentary and climatic reconstruction of the last interglacial and early glacial loess-paleosol sequence in South Tadjikistan // *Catena*. – 1999. – Vol. 35. – P. 197-218.
178. Milek K.B. Floor formation processes and the interpretation of site activity areas: an ethnoarchaeological study of turf buildings at Thverá, northeast Iceland // *Journal of Anthropological Archaeology*. – 2012. – Vol. 31. – P. 119-137.
179. Neumann K., Strömberg C.A.E., Ball T., Albert R.M., Vrydaghs L., Cummings L.S. International Code for Phytolith Nomenclature (ICPN) 2.0 // *Annals of Botany*. – 2019. – Vol. 124. – P. 189-199. – DOI: 10.1093/aob/mcz064.

180. Nicosia C., Devos Y. Urban Dark Earth // *Encyclopedia of Global Archaeology* / ed. by C. Smith. – New York: Springer, 2014. – P. 7532-7540.
181. Nicosia C., Langohr R., Mees F., Arnoldus-Huyzendveld A., Bruttini J., Cantini F. Medieval Dark Earth in an active alluvial setting from the Uffizi Gallery complex in Florence // *Geoarchaeology*. – 2012. – No. 27. – P. 105-122.
182. Olympus Vanta Series User Manual. – Rev. F. – April 2020. – 132 p. – (DMTA-10072-01EN).
183. Orton C., Hughes M. *Pottery in Archaeology*. – 2nd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2013. – 340 p.
184. Paul J.D. High-resolution geological maps of central London, UK: comparisons with the London underground // *Geoscience Frontiers*. – 2016. – Vol. 7. – P. 273-286.
185. Peacock D.P.S., Williams D.F. *Amphorae and the Roman economy: an introductory guide*. – London: Longman, 1986. – 239 p.
186. Piperno D.R. *Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists*. – Lanham: AltaMira Press, 2006.
187. Poch R.M. et al. Gypsic features / R.M. Poch, O. Artiedo et al. // *Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths* / ed. by G. Stoops, V. Marcelino, F. Mees. – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier, 2018. – Ch. 10. – P. 259-287.
188. Poch R.M., Thomas B.P., Fitzpatrick R.W., Merry R.H. Micromorphological evidence for mineral weathering pathways in a coastal acid sulfate soil sequence with mediterranean-type climate, South Australia // *Australian Journal of Soil Research*. – 2009. – Vol. 47. – No. 4. – P. 403-422.
189. Romans J.C.C., Robertson L. The general effect of early agriculture on the soil // *The Impact of Aerial Reconnaissance on Archaeology* / ed. by G.S. Maxwell. – London: Council for British Archaeology, 1983. – Research Report 49. – P. 136-141.
190. Rudnick R.L., Gao S. Composition of the continental crust // *Treatise on Geochemistry*. – Elsevier Science, 2003. – Vol. 3. The Crust. – P. 1-64.
191. Rusakov A.V., Novikov V.V. Biological Activity in Modern and Buried Soils of the Historical Center of St. Petersburg // *Microbiology*. – 2003. – Vol. 72, No. 1. – P. 103-109.
192. Sameshima T., Henderson G.S. X-ray diffraction studies of vivianite, metavivianite, and barićite // *Mineralogical Magazine*. – 1985. – Vol. 49. – No. 350. – P. 81-85.
193. Schiffer M.B. Archaeological context and systemic context // *American Antiquity*. – 1972. – Vol. 37. – P. 156-165.
194. Schiffer M.B. *Formation processes of the archaeological record*. – Salt Lake City: University of Utah Press, 1987.

195. Schiffer M.B. Behavioral archaeology. – Clinton Corners, N.Y.: Percheron Press, 2002.
196. Schilt F., Verpoorte A., Antl W. Micromorphology of an Upper Paleolithic cultural layer at Grub-Kranawetberg, Austria // *Journal of Archaeological Science: Reports*. – 2017. – Vol. 14. – P. 152-162.
197. Shahack-Gross R. Herbivorous livestock dung: formation, taphonomy, methods for identification, and archaeological implications // *Journal of Archaeological Science*. – 2011. – Vol. 38. – P. 205-218.
198. Shahack-Gross R., Marshall F., Weiner S. Geoethnoarchaeology of pastoral sites: the identification of livestock enclosures in abandoned Maasai settlements // *Journal of Archaeological Science*. – 2003. – Vol. 30. – P. 439–459.
199. Stoops G. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. – 2nd ed. – Hoboken, NJ: Wiley-ACSESS, 2020. – 256 p. – DOI: 10.1002/9780891189763.
200. Stoops G., Eswaran H. Morphological characteristics of wet soils // *Wetland Soils: Characterization, Classification and Utilization*. – Los Banos: IRRI, 1985. – P. 177-189.
201. Sulas F., Fleisher J., Wynne-Jones S. Geoarchaeology of urban space in tropical island environments: Songo Mnara, Tanzania // *Journal of Archaeological Science*. – 2017. – Vol. 77. – P. 52-63.
202. Todisco D., Bhiry N. Micromorphology of periglacial sediments from the Tayara site, Qikirtaq Island, Nunavik (Canada) // *Catena*. – 2008. – Vol. 76. – P. 1-21.
203. Ulery A.L., Graham R.C., Amrhein C. Wood-ash composition and soil pH following intense burning // *Soil Science*. – 1993. – Vol. 156. – P. 358-364.
204. Vasenev V., Kuzyakov Y. Urban soils as hot spots of anthropogenic carbon accumulation: Review of stocks, mechanisms and driving factors // *Land Degradation & Development*. – 2018. – Vol. 29, No. 6. – P. 1607-1622. DOI: 10.1002/ldr.2944
205. Veneman P.L.M., Vepraskas M.J., Bouma J. The physical significance of soil mottling in a Wisconsin toposequence // *Geoderma*. – 1976. – Vol. 15. – P. 103-118.
206. Vepraskas M.J., Lindbo D.L., Stolt M.H. Redoximorphic features // *Micromorphological Features of Soils and Regoliths* / ed. by G. Stoops, V. Marcelino, F. Mees. – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier, 2018. – Ch. 15. – P. 425-446.
207. Vrydaghs L., Devos Y., Peto A. Opal phytoliths // *Archaeological Soil and Sediment Micromorphology* / ed. by C. Nicosia, G. Stoops. – Chichester: John Wiley & Sons, 2017. – Ch. 18. – P. 155-164.
208. Wattez J., Courty M.-A., Macphail R.I. Burnt organo-mineral deposits related to animal and human activities // *Soil Micromorphology: a basic and applied science* / ed. by L.A. Douglas. – Amsterdam: Elsevier, 1990. – P. 431-440.

209. Wedepohl K.H. The composition of the continental crust // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1995. – Vol. 59. – No. 7. – P. 1217-1232.
210. Wilding L.P., Lin H. Advancing the frontiers of soil science towards a geoscience // *Geoderma*. – 2006. – P. 257-274.
211. Wilson C., Davidson D., Cresser M.S. Multi-element soil analysis: an assessment of its potential as an aid to archaeological interpretation // *Journal of Archaeological Science*. – 2008. – Vol. 35. – No. 2. – P. 412-424. – DOI: 10.1016/j.jas.2007.04.006.
212. Yule B. The "dark earth" and late Roman London // *Antiquity*. – 1990. – Vol. 64. – P. 620-628.
213. Zazovskaya, E., Shishkov, V., Dolgikh, A., Alexndrovskiy, A., Skripkin, V., & Chichagova, O. Organic Matter of Cultural Layers as a Material for Radiocarbon Dating // *Radiocarbon*. – 2017. – Vol. 59(6). – P. 1931-1944. <https://doi.org/10.1017/RDC.2017.134>

Приложения

Приложение 1. Морфологическое описание стратиграфической колонки АПЛС и погребенной почвы раскопа Дубошин-II.

Слой	Глубина ¹ , см	Макроморфологическое описание	Микроморфологическое описание
I	-292(322)-311(343)	<p>Темно-буро-серый, легкий, уплотненный, перегнойно-гумусовый материал с включениями прокаленной гранитной дресвы, крупных фрагментов древесного угля 3-4 см, большого количества травянистых остатков средней сохранности. Встречаются тонкие линзы сизо-оливковой глины 0,8-1 см с редкими включениями щепы и гравия до 2 см. Не вскипает от HCL.</p> <p>Минерально-органический</p>	<p>Гумусовое тонкодисперсное вещество с большим количеством растительных остатков разной степени разложенности от средне до сильно разложенных (в т.ч. древесные фрагменты). Сильно гумифицирован и переработан биотой (много копролитов), местами с микросгустковой агрегацией. Грубодисперсный минеральный материал: песчано-пылеватой размерности силикатные зерна, несортированные, среднеокатанные. Единичный фрагмент гранитной дресвы. Единичные суглинистые агрегаты. Встречаются редкие крупные угли, единичные кости, волосы и фрагменты скорлупы. Встречаются редкие скопления микрита между растительными остатками.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 70:30 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно органический²</p>
II	-311(343)-328(358)	<p>Темно-буро-серый, перегнойный материал с включениями субгоризонтальных прослоев</p>	-

		щепы, углей, фрагментов бересты, рыбьих чешуек, мелких веток, прошитых кожаных изделий, травянистых остатков хорошей сохранности. Насыщен крупным прокаленным гравием и щебнем. Присутствует тонкая линза глины протяженностью до 15 см. Средне интенсивно вскипает от HCL вокруг прокаленного гравия. <u>Минерально-органический</u>	
III	-328(358)-370(382)	Темно-буро-серый перегнойный материал. Основной материал – субгоризонтально ориентированная щепка (меньше, чем в слое IV – 55-60%). Включения гравия до 2 см и прокаленной гранитной дресвы, фрагменты бересты, единичный фрагмент кирпича до 6 см. Слабо вскипает от HCL (в отдельных зонах по щепе). <u>Преимущественно органический</u>	-
IV	-370(382)-400(410)	Темно-буро-серый (темнее слоя V), перегнойный материал, с включениями субпараллельно ориентированной крупной	-

		щепы (80%), фрагментов бересты. Не вскипает от HCL. Преимущественно органический	
V	-400(410)-450	Темно-буро-серый, перегнойный материал. Похож на VI, но с меньшим количеством щепы (60%). Включения древесных углей, фрагментов бересты, крупных костей плохой сохранности, гравия и щебня до 5 см. Линза мягкой сизой глины с включениями сильно мацерированной щепы, углей, мелких веток, травянистых остатков. Точечные концентрации и прожилки солей на щепе. Не вскипает от HCL. Преимущественно органический	Гумусовое тонкодисперсное вещество с большим количеством растительных остатков разной степени разложенности от слабо до сильноразложенных. Грубодисперсный минеральный материал: песчано-пылеватые силикатные зерна, несортированные, неокатанные. Редкие крупные фрагменты гранитной дресвы, некоторые с зернами биотита. Большое количество углей, в т.ч. крупных. Встречаются кости обожженные (в т.ч. рыбы). Большое количество копролитов. Много крупных суглинистых агрегатов разной степени обожженности, со струйчатой и перекрестно-волокнутой ориентацией глинистых частиц. В верхней части около растительных остатков присутствует большое количество скоплений микрита (одно из скоплений с перекристаллизацией в микропарит). В нижней части больше силикатных зерен, явное обеднение тонкодисперсным веществом. Есть витрифицированные фрагменты (органический материал

			<p>губчатого сложения, стенки пор сложены органикой). Много фрагментов биотита. Обилие копролитов.</p> <p>Количество органического материала на микроуровне по отношению к минеральному составляет 80:20 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно органический</p>
VI	-450-482(488)	<p>Темно-буро-серый, перегнойный материал с субгоризонтально ориентированной щепой (80%). Включения фрагментов бересты. Не вскипает от HCL.</p> <p>Преимущественно органический</p>	-
VII	-482(488)-499(500)	<p>Темно-сизовато-бурый, перегнойный материал. Большое количество крупной неразложившейся щепы, мелкие ветки, травянистые остатки, фрагменты бересты. Не вскипает от HCL.</p> <p>Минерально-органический</p>	<p>Субпараллельные растительные остатки разной степени разложившихся: от слабо до сильноразложившихся, значительно проработанные биотой (многочисленные копролиты). Степень гумификации несколько выше, чем в слое VIII. Грубодисперсный минеральный материал: редкие силикатные зерна пылевато-песчаной размерности, сортированные, окатанные. Много слабо разложившихся древесных остатков. Единичные угли плохой сохранности и сильно обожженные кости. Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 98:2 от площади шлифа.</p>

			Преимущественно органический
VIII	-499(500)-540(545)	Сизовато-темно-серый, гумусированный суглинок. Большое количество травянистых остатков и щепы. По кровле слоя – выстилка тонкой плотно уложенной щепы до 3-5 см (50%). Не вскипает от HCL. Минерально-органический	Субпараллельные растительные остатки разной степени разложенности: от слабо до сильноразложенных, проработанные биотой (многочисленные копролиты). Также присутствуют крупные слаборазложенные древесные фрагменты. Нижняя часть шлифа более гумусированная. с редкими силикатными зернами пылевато-песчаной размерности, несортированными, неокатанными. Количество органического материала на микроуровне по отношению к минеральному составляет 99:1 от площади шлифа. Преимущественно органический
IX	-540(545)-580(629)	Темно-серый, уплотненный, слабоопесчаненный, гумусированный суглинок. Включения щепы, мелких веток, травянистых остатков. Не вскипает от HCL. Минерально-органический	Гумусовое тонкодисперсное вещество с большим количеством растительных остатков разной степени разложенности от слабо разложенных до сильно разложенных, часто ожелезненные. Прослеживается микросгустковая агрегация. Нижняя часть шлифа более гумусированная. Грубодисперсный минеральный материал: неокатанные несортированные силикатные зерна песчаной размерности. Встречаются единичные фрагменты гранитной дресвы. Присутствует большое

			<p>количество углей, в основном крупных хорошей сохранности и крупные фрагменты костей. Многочисленные копролиты. Встречаются единичные суглинистые агрегаты с ориентированными глинистыми частицами, некоторые сильно ожелезненные.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 95:5 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно органический</p>
X	-580(592)-592(629)	<p>Смесь гумусированного палево-сизовато-серого суглинка с палево-сизым более тяжелым суглинком с многочисленными включениями углей морфологической сохранности. Слой рыхлый, мягкий, оструктуренный, слабоопесчаненный с включениями дресвы и фрагментов прокаленного суглинка. На щепе и суглинистых агрегатах большое количество новообразований вивианита. Не вскипает от HCL.</p> <p>Органо-минеральный</p>	<p>Материал почти полностью представлен крупными древесными углями хорошей сохранности и субпараллельно ориентированными древесными остатками. Верхняя часть – глинистое тонкодисперсное вещество со струйчатой ориентацией частиц и редкими силикатными окатанными зернами. Есть зоны обогащения и обеднения оксидами железа и глиной. Встречаются зоны с гумусо-глинистым тонкодисперсным веществом вокруг песчаных силикатных зерен. Среднее количество крупных фрагментов биотита. В общей массе встречаются крупные ожелезненные растительные остатки с сохранным клеточным строением, единичные сильно обожженные кости, единичные клетки водорослей и панцири диатомовых водорослей. Нижняя часть – субпараллельные</p>

			<p>ожелезненные растительные остатки с копролитами и травянистыми углями. Среди растительных остатков встречаются глинистые агрегаты с единичными диффузными пятнами железа. Редкие скопления кристаллов вивианита.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 85:15 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно органический</p>
XI	-592(629)-621(642)	<p>Буровато-сизо-серый, рыхлый гумусированный, опесчаненный суглинок с хорошо оформленной среднепрочной комковато-зернистой структурой. Включения дресвы, небольшого количества щепы, мелких веток, фрагментов бересты, блоков до 1 см палево-сизого оструктуренного суглинка. Не вскипает от HCL</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	<p>Округлые суглинистые агрегаты разного размера, местами с сохранной сетчатой ориентацией глинистых частиц. Крупные агрегаты состоят из железисто-глинистого тонкодисперсного вещества, окружены глинистыми кутанами с околоскелетной ориентацией частиц. Железистая пропитка неравномерная. Внутри агрегатов встречаются редкие крупные среднеразложенные растительные остатки, единичные крупные фрагменты углей (некоторые с глинистыми кутанами вокруг), фрагменты гранитной дресвы. Большое количество биоморфов внутри агрегатов: фитолиты, пыльцевые зерна, панцири диатомовых водорослей. Единичные фосфатно-органические новообразования в порах. Количество</p>

			<p>органического материала по отношению к минеральному составляет 5:95 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
XII	-621(642)-658(660)	<p>Аналогичен слою XIII.</p> <p>Преимущественно органический</p>	<p>Гумифицированные растительные остатки, местами с субгоризонтальной ориентацией. Некоторые растительные остатки крупные. Грубодисперсного минерального материала очень мало – представлен окатанными силикатными зёрнами песчаной размерности, неравномерно распределёнными в тонкодисперсном веществе. Встречаются единичные панцири диатомовых водорослей. Единичные скопления микрита.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 98:2 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно органический</p>
XIII	-658(660)-661(670)	<p>Темно-серый с сизоватым оттенком перегнойный материал, мажущийся, с большим количеством щепы, травянистых остатков и мелких веток. Не вскипает от HCL.</p> <p>Преимущественно органический</p>	<p>Материал шлифа состоит из крупных древесных фрагментов, частично переработанных биотой. Единичные угли, волосы, фрагменты костей. Редкие фрагменты щепы. Грубодисперсный минеральный материал: единичные окатанные силикатные зёрна.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 99:1 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно органический</p>

XIV	-661(670)-678(700)	Темно-серый до черного перегнойный материал, слегка опесчаненный, с включениями прослоев сильно мацерированной мелкой щепы и травянистых остатков. Не вскипает от HCL. <u>Преимущественно органический</u>	-
XV	-678(700)-680(682)	Слой щепы и крупных древесных остатков. Присутствует линза палево-сизого оструктуренного суглинка протяженностью до 10 см. Не вскипает от HCL. <u>Преимущественно органический</u>	Гумусовое тонкодисперсное вещество с большим количеством сильноразложившего растительного детрита. Иногда прослеживается субгоризонтальное залегание слоев. Грубодисперсного минерального материала очень мало: песчаные окатанные силикатные зерна, неравномерно распределенными в тонкодисперсном веществе. Крупные фрагменты костей. Редкие фрагменты гомогенного органического материала с включениями крупных фрагментов костей. Единичные фрагменты суглинистого материала. Встречены единичные скопления клеток водорослей, панцири диатомовых водорослей. Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 98:2 от площади шлифа. <u>Преимущественно органический</u>
XVI	-680(682)-638(698)	Светло-оливково-бурый перегнойный материал, насыщенный щепой, хорошо	Субпараллельные слои растительного детрита (гумифицированные растительные остатки) разной

		<p>сохранившимися растительными остатками. Присутствует единичная дресва до 1 мм и небольшое количество шерсти. Не вскипает от HCL.</p> <p>Преимущественно органический</p>	<p>степени разложенности. Встречаются области с сильно разложенными растительных остатками, включенными в гумусовое тонкодисперсное вещество. Грубодисперсный минеральный материал: редкие несортированные окатанные силикатные зерна. Единичный крупный до 7 мм фрагмент гранитной дресвы. Внутри растительного детрита отмечены единичные фрагменты костей (в т.ч. рыбы) и волос, а также редкие суглинистые агрегаты (некоторые с сохранной ориентацией глинистых частиц) и угли.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 96:4 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно органический</p>
XVII	-638(698)-715(721)	<p>Желтовато-бурый перегнойный материал, с включениями щепы, крупных древесных остатков, фрагментов бересты, шерсти (80%), палево-сизого суглинистого материала. Не вскипает от HCL.</p> <p>Преимущественно органический</p>	<p>Материал неплотного сложения, плазменного микростроения. Тонкодисперсное вещество гумусовое. Грубодисперсный минеральный материал: редкие несортированные слабоокатанные силикатные зерна. Большое количество растительного детрита разной степени разложенности. Крупные фрагменты щепы и угля. Очень много фрагментов костей, в т.ч. обожженных. В общей массе встречаются единичные фрагменты яичной скорлупы и шерсти, блоки суглинистого материала.</p>

			<p>Присутствуют многочисленные сферулиты, сильно деформированные с признаками перекристаллизации. Большое количество скоплений мелких кристаллов вивианита в растительном материале и в порах. Среди/внутри фрагментов детрита в нижней части шлифа – скопления микроспарита и небольшое количество гипсовых друз.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 95:5 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно органический</p>
XVIII	-715(721)-730(740)	<p>Очень темный серо-бурый, перегнойный материал, мажущий, обогащен навозом. Большое количество щепы (80%), неравномерно распределенной внутри слоя. Присутствуют небольшие прослойки и включения палево-сизого суглинистого материала с белесыми выцветами до 5 мм. Слабое неоднородное вскипание от HCL.</p> <p>Преимущественно органический</p>	<p>Растительный детрит (оторфованный): сильно разложенные достаточно плотные субпараллельные прослойки. В центре шлифа присутствует большой фрагмент щепы с сохраненной целлюлозой. Грубодисперсного минерального материала очень мало: несортированные, окатанные силикатные зерна, неравномерно распределенные в прослойках растительного детрита. Встречаются крупные до 0,8 мм фрагменты гравия. Достаточно много фрагментов костей. Большое количество мелких до 20-30 мкм фрамбоидов пирита между слоями детрита. Много копролитов.</p>

			<p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 95:5 от площади шлифа.</p> <p><u>Преимущественно органический</u></p>
XIX	-730(740)-745(752)	<p>Близок по морфологии к слою XXI. Палево-сизый опесчаненный легкий суглинок с включениями мелкой прокаленной дресвы, валунов, угля, блоков сизовато-палевой глины. Вскипает от HCL.</p> <p><u>Преимущественно минеральный</u></p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Блочно-глыбистая микроагрегация. Карбонатно-железисто-глинистое тонкодисперсное вещество местами со струйчатой ориентацией глинистых частиц. Неравномерная железистая пропитка. Материал достаточно неоднородный: есть более глинистые зоны и более супесчано-песчаные, обогащенные сгустковым агрегированным органическим веществом и растительными остатками. Грубодисперсный минеральный материал неравномерно распределен в образце и представлен несортированными, окатанными силикатными зёрнами. Включения фрагментов гранитной дресвы. Большое количество органического материала: сильноразложенные растительные остатки плохой сохранности, большое количество углей. В крупном древесном фрагменте отмечено большое количество копролитов. Встречаются редкие фрагменты костей. В общей массе присутствуют скопления кристаллов вивианита. Единичный железистый нодуль.</p>

			<p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 15:85 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
XX	-745(752)-750(770)	<p>Темно-бурый перегнойный материал с редкими включениями щепы, гранитной дресвы и единичными включениями крупных глинистых блоков. Не вскипает от HCL.</p> <p>Органо-минеральный</p>	<p>Неоднородное микростроение: преимущественно плазменно-пылевато-песчаное, но также есть и песчано-пылеватое. Местами прослеживается микросгустковая агрегация материала. Гумусовое вещество распределено неравномерно: есть зоны обеднения и обогащения.</p> <p>Грубодисперсный минеральный материал: неокатанные, несортированные, силикатные зерна. Единичные фрагменты гранитной дресвы. Большое количество растительных остатков от средне до сильноразложившихся.</p> <p>Редкие крупные угли с сохранным клеточным строением.</p> <p>Достаточно много фрагментов костей (в т.ч. рыбы).</p> <p>Присутствует единичный фрагмент керамики. Отмечена небольшая зона рыхлого сложения со светло-желтой пропиткой органическим веществом, кристаллами вивианитами, с включениями мелких углей и сильно разложившихся растительных остатков, единичных пылевых зерен, единичных песчаных силикатных зерен.</p> <p>Единичные агрегаты глинистого состава. Встречаются фрагменты карбонатной породы до 3 мм.</p>

			<p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 40:60 от площади шлифа.</p> <p>Органо-минеральный</p>
XXI	-755(770)-755(778)	<p>Палево-сизый, сильно опесчаненный легкий суглинок с включениями мелкой прокаленной дресвы, крупных блоков сизой глины, сильно мацерированной щепы, вивианита. На суглинистых агрегатах и на поверхности щепы присутствуют точечные белые выделения. Не вскипает от HCL.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	<p>Очень неоднородное песчано-пылевато-плазменное микростроение. Присутствуют зоны с песчано-пылеватым микростроением. Тонкодисперсное вещество глинистое с чешуйчатой и вокругскелетной ориентацией частиц. Грубодисперсный минеральный материал представлен зернами кварца, полевого шпата, крупными фрагментами биотита, единичными фрагментами гранитной дресвы. В основном присутствуют поры-трещины. Достаточно много растительных остатков разной степени разложенности: от слабо до сильно, часто ожелезненных. Редкие преимущественно мелкие фрагменты углей. Много фрагментов костей, в основном мелких (в т.ч. рыбы). Есть зона, обогащенная растительными остатками и биоморфами (клетки водорослей, спикулы губок, пыльцевые зерна). Единичные крупные агрегаты глинистого состава. Достаточно много кристаллов вивианита в общей массе и вокруг растительных остатков. Единичные крупные фрагменты карбонатной породы до 4 мм и скопления микрита в общей массе и в порах.</p>

			<p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 40:60 от площади шлифа.</p> <p>Органо-минеральный</p>
XXII	-765(795)-805(815)	<p>Темно-коричневый, мелкоструктурный, сильно разложенный перегнойно-гумусовый материал включениями щепы (10%) и небольшого количества углей. Есть зоны обогащения щепой и древесными остатками. Присутствует линза, состоящая из опесчаненных крупных морфологически сохранных углей, мелких веток и гранитной дресвы, которая бурно вскипает от HCl. Слой практически не вскипает от HCL.</p> <p>Органо-минеральный</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Гумусоглинистое тонкодисперсное вещество (гумусовая пропитка неравномерная) с околоскелетной и струйчатой ориентацией глинистых частиц. Грубодисперсный минеральный материал состоит из крупных зерен кварца и полевого шпата со следами травления, плагиоклаза, зерен биотита. Встречаются крупные фрагменты гранитной дресвы. Много растительных остатков разной степени разложенности: от неразложенных до сильно разложенных. Много крупных фрагментов древесных углей с клеточной структурой. Встречаются редкие фрагменты панцирей диатомовых водорослей, фитолиты (в т.ч. злаков), пыльцевые зерна. Также встречаются фрагменты костей (в т.ч. рыбы), при чем в верхней части шлифа крупные фрагменты обожженные. Треть шлифа занимает крупный фрагмент керамики: песчано-пылевато-плазменное микростроение, железисто-глинистое тонкодисперсное вещество (неравномерная железистая пропитка), многочисленные фитоморфные поры,</p>

			<p>включения гранитной дресвы и биотита. Также встречен растресканный фрагмент керамики: железисто-глинистое тонкодисперсное вещество, в поре крупные синие кристаллы вивианита, а округлые синие кристаллы вивианита в общей массе агрегата. В поре встречено единичное скопление микрита.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 70:30 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно органический</p>
XXIII	-805(815)-822(830)	<p>Темно-сизый, оgleенный, мелкооструктуренный, средний суглинок с редкими включениями сильно мацерированной щепы и единичных углей. Внутрипедная масса более светлая. В подошве слоя присутствует прослойка промытого хорошо сортированного мелкозернистого песка. Большое количество мелких прожилок и пятен вивианита.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	<p>Неоднородное микростроение: преимущественно плазменное (глинистое тонкодисперсное вещество, струйчатая и местами сетчатая ориентация глинистых частиц, блочно-глыбистая микроагрегация), есть области с песчано-плазменным (гумусово-глинистое тонкодисперсное вещество, чешуйчатая ориентация глинистых частиц, блочно-глыбистая и комковатая микроагрегация). Встречается небольшое количество ожелезненных растительных остатков плохой сохранности и единичные сильно деформированные фрагменты костей. Обилие фрагментов биоморфов: фитоциты, спикулы губок (с чистыми каналами), клетки водорослей, пыльцевые зерна. Достаточно много</p>

			<p>вивианита в поровом пространстве. На месте разложенных растительных остатков присутствуют редкие диффузные железистые пятна и нодули. Вокруг пор встречаются глинистые кутаны.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 20:80 от площади шлифа.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
XXIV	-822(830)-830(833)	<p>Темно-серый, мокрый, мажущийся, опесчаненный легкий суглинок. Большое количество гранитной прожженной дресвы: зерна полевого шпата и кварца лишены пленок (прозрачные или матово-белые). Встречаются минеральные агрегаты до 3-5 мм (зерна кварца, скрепленные пылеватым светло-белесым материалом с зернами слюд или тонких углистых частиц). Органическое вещество: слабо мацерированная щепка, пласты бересты, единичные морфологически сохранные древесные угли. Голубые пятна вивианита на минеральных агрегатах и щепе.</p> <p>30% минерального материала</p> <p>Органо-минеральный</p>	<p>Песчано-плазменное микростроение. Железисто-глинистое тонкодисперсное вещество с чешуйчатой ориентацией глинистых частиц. Грубодисперсный минеральный материал: силикатные минералы, среди которых встречаются крупные зерна плагиоклаза до 2-3 мм и крупные фрагменты сильно выветренного биотита.</p> <p>Обилие растительных остатков (травянистые остатки в основном сильноразложенные), углей, крупных фрагментов щепы хорошей сохранности. Единичные фрагменты костей, сильно обожженные (некоторые сильно деформированы, с биогенными каналами). Большое количество обломков биоморфов: пыльцевые зерна, фитолиты, панцири диатомовых водорослей, спикулы губок, клетки зеленых водорослей. Вокруг единичного древесного остатка скопления грибных спор.</p>

			<p>По краю одного из растительных остатков присутствуют скопления копролитов. Большое количество скоплений кристаллов вивианита в тонкодисперсном веществе, в порах и в древесных остатках. Единичные скопления микрита в порах и единичные мощные микритовые кутаны вокруг силикатных зерен, а также инкрустации по растительным тканям. Единичные ожелезнения растительных остатков и железистые пятна на месте разложенных растительных остатков.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 40:60 от площади шлифа.</p> <p>Органо-минеральный</p>
[AY]g	-830(833)-850	2,5 Y 3/1 brownish black, влажный, пылеватый средний к легкому суглинок с плохо оформленной среднепрочной блочно-зернистой структурой. Включения очень мелких мацерированных щепок до 2-3 мм. Элементы плохо оформленных копролитов.	<p>Песчано-пылевато-глинистое микростроение (песчаная фракция распределена неравномерно). Глыбисто-блочная микроструктура, слабо сепарированная (межагрегатные поры иногда сомкнуты). Встречаются округлые агрегаты. Поры-трещины и поры-камеры. Гумусо-глинистое тонкодисперсное вещество. Гумусовое вещество неравномерно распределено: есть зоны более гумусированные. Мелкочешуйчатая ориентация глинистых частиц (есть зоны струйчатой, вокругагрегатной и околоторовой). Присутствуют</p>

			глинистые стресс-кутаны и единичные фрагментарные кутаны вокруг пор. Много диффузных железистых пятен и нодулей, единичные ожелезнения растительный остатков. Включения единичных растительных остатков и костей, небольшого количества углей, фрагментов керамики. Большое количество биоморфов: фитоциты, пыльцевые зерна (очень много), панцири диатомовых водорослей, клетки зеленых водорослей, спикулы губок. Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 15:85 от площади шлифа.
[BEL1]G	-850-870(871)	<p>Окраска неоднородная: фон – 10Y 4/1 grey, диффузные пятна - 10YR 4/3 dull yellowish brown, гидротроилитовые прожилки – 5B 1,7/1 bluish black, пятна - 2,5Y 5/4 yellowish grey, по просохшей стенке по трещинам пятна вивианита – индиго (не укладывается в шкалу Манселла).</p> <p>Влажный, плотный, твердоватый, тяжелый суглинок с плохо оформленной прочной блочно-глыбистой структурой. Единичные белые солевые прожилки. Граница</p>	<p>Пылевато-глинистое микростроение, но есть зоны и с пылевым микростроением. Призмовидно-блочно-глыбистая микроструктура (призмовидная выражена слабо в середине шлифа). Плотное сложение, много пор-трещин. Железисто-глинистое тонкодисперсное вещество. Неравномерная железистая пропитка: зоны обогащения и обеднения. Ориентация глинистых частиц преимущественно перекрестная, иногда околоторовая. Мелкие плохо оформленные железистые нодули. Глинистые инфиллинги (кутаны по бывшим порам), глинистые папулы (обломки кутан). Большое количество</p>

		широковолнистая, переход заметный по окраске.	пыльцевых зерен, редкие ожелезненные растительные остатки. Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 2:98 от площади шлифа.
[BEL2]g	-870(871)-883(885)	Окраска неоднородная: фон – 10GY 4/1 dark greenish grey, железистые диффузные пятна - 10YR 5/3 dull yellowish brown, черные прожилки гидротроилита – N 3/0 dark grey, редкие тонкие глинистые кутаны – 2,5 Y 3/2 brownish black + 2,5Y 4/2 dark grayisy yellow, мелкие рыхлые скопления гидроокислов железа - 2,5 Y 6/6 bright yellowish brown. Влажная к мокрому, плотная, твердоватая (тверже вышележащего) глина со средне оформленной прочной призмовидно-блочной структурой (призмы 2х порядков). Граница слабоволнистая, переход резкий по цвету.	Глинистое микростроение. Призмовидно-блочная микроструктура (агрегаты нескольких порядков). Плотное сложение. Много пор-трещин (в результате высыхания материала), поры-каналы. Железисто-глинистое тонкодисперсное вещество с неравномерной железистой пропиткой: зоны обогащения и обеднения. Ориентация глинистых частиц в основном струйчатая, иногда околоторовая. Встречаются глинистые стресс-кутаны, иногда кутаны иллювиирования. Пылевато-гумусовые инфиллинги в порах. Редкие пылеватые силикатные зерна. В тонкодисперсном веществе присутствуют мелкие нодули оксидов железа. Большое количество пыльцевых зерен. Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 0:100 от площади шлифа.
[EL]ko	-883(885)-889(890)	Окраска неоднородная: фон – 7,5GY 4/1 dark greenish grey, пятна - 10GY 4/1 dark greenish grey	Плазменно-пылеватое микростроение. Глыбистая микроструктура. Достаточно плотное сложение. Поры-трещины, поры-каналы (больше округлых пор, чем в

		<p>Влажный, плотный, твердоватый, средний суглинок с глыбисто-мелкоплитчатой структурой (глыбистость плохо оформлена, плитки – средне). Тонкие фрагментарные оглеенные глинистые кутаны (преобладает 10GY 3/1 dark greenish grey+2,5Y 3/3 dark olive brown), единичные включения оторфованных растительных остатков, много мелких корней. Граница тонкоязычковатая, переход резкий по окраске и грансоставу.</p>	<p>[B11]g). Тонкодисперсное вещество присутствует в виде глинистых кутан. Глинистые частицы в основном имеют околоровую ориентацию, иногда остаточно-чешуйчатую и перекрестную. Встречаются слоистые глинистые кутаны по порам (кутаны-иллювирирования), пылевато-гумусовые кутаны. Прослеживается обогащение кутан железом. Единичные ожелезненные растительные остатки.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 1:99 от площади шлифа.</p>
[B11]g	-889(890)-905(910)	<p>Окраска неоднородная: фон – 10YR 4/4 brown, диффузные пятна оглеения – 5B 5/1 bluish black, белые прожилки солей (не вскипают от HCl) – 7,5 Y 8/2 light grey, глинистые кутаны - 10YR 2,5/1 brownish black/black+2,5/3 dark brown – brownish grey.</p> <p>Мокрый (в подошве – сырой), глинистый, плотный, твердый, тяжелый суглинок с плохо оформленной призмочной и хорошо оформленной блочно-крупитчатой структурой. Вода сочится с 55 см.</p>	<p>Пылевато-плазменное микростроение. Присутствуют микрозоны (вдоль крупной магистральной трещины) с пылевым микростроением. Блочная микроструктура (агрегаты нескольких порядков). Плотное сложение. Много пор-трещин (в результате высыхания материала), поры-каналы (биогенные). Бурое с охристо-бурыми и темно-бурыми пятнами железисто-глинистое тонкодисперсное вещество с неравномерной железистой пропиткой: зоны обогащения и обеднения. Ориентация глинистых частиц струйчатая, перекрестная и вокругскелетная. Вокруг пор и крупных силикатных зерен глинистые кутаны разной мощности с яркими</p>

			<p>интерференционными окрасками (преимущественно стресс-кутаны – нечеткая граница со вмещающей массой, хорошо ориентированная – набухание/усадка; кутаны иллювиирования - резкая граница со вмещающей массой). Много мелких железистых пятен и нодулей, единичные железисто-глинистые кутаны вокруг силикатных зерен. Редкие ожелезненные растительные остатки вдоль порканалов. Некоторые поры заполнены соевыми инфиллингами.</p> <p>Количество органического материала по отношению к минеральному составляет 1:99 от площади шлифа.</p>
--	--	--	---

¹ – глубины даны в сантиметрах от локального репера.

² Органический – от 70% и выше органического материала от площади шлифа.

Минерально-органический – 60-70% органического материала от площади шлифа.

Органо-минеральный – 60-70% минерального материала от площади шлифа.

Минеральный – от 70% и выше минерального материала от площади шлифа.

Приложение 2. Химические и физико-химические свойства АПЛС раскопа Дубошин-II (Великий Новгород).

Слой	Глубина, см	pH _{водн.}	CaCO ₃ , %	C _{орг.} , %	C:N
I	292(322)-311(343)	7,10	1,59	25,01	20
II	311(343)-328(358)	7,31	3,80	25,74	18
III	328(358)-370(382)	7,23	2,98	25,18	20
IV	370(382)-400(410)	7,05	0,59	32,09	18
V	400(410)-450	7,08	1,96	22,45	15
VI	450-482(488)	7,01	0,41	35,70	16
VII	482(488)-499(500)	6,56	0,45	39,37	16
VIII	499(500)-540(545)	6,08	0,27	37,69	16
IX	540(545)-580(629)	6,21	0,22	29,98	17
X	580(592)-592(629)	5,91	0,34	7,29	13
XI	592(629)-621(642)	6,02	0,04	7,00	11
XII	621(642)-658(660)	7,09	0,25	34,28	15
XIII	658(660)-661(670)	7,13	0,45	36,21	16
XIV	661(670)-678(700)	7,04	0,25	29,49	16
XV	678(700)-680(682)	7,01	0,20	37,06	15
XVI	680(682)-638(698)	7,48	0,59	36,40	17
XVII	638(698)-715(721)	7,70	5,32	27,89	15
XVIII	715(721)-730(740)	7,20	0,30	39,51	16
XIX	730(740)-745(752)	9,23	3,05	1,64	17
XX	745(752)-750(770)	7,24	0,86	11,80	15
XXI	755(770)-755(778)	7,98	2,07	2,97	34
XXII	765(795)-805(815)	7,47	0,57	35,76	17
XXIII	805(815)-822(830)	8,18	0,05	2,18	9
XXIV	822(830)-830(833)	7,32	0,36	19,72	22
[AY]g	830(833)-850	6,58	0,05	5,34	11

[BEL1]G	850-870(871)	7,87	1,86	0,62	4
[BEL2]g	870(871)-883(885)	8,10	4,14	0,44	5
[EL]ко	883(885)-889(890)	7,92	0,55	0,52	4
[BI1]g	889(890)-905(910)	8,09	0,52	0,30	3

Жирным шрифтом выделены пиковые значения.

Приложение 3. Валовое содержание макроэлементов в фоновом разрезе дерново-подзолистой почвы (Долгих, 2010) и АПЛС раскопа Дубошин-II (Великий Новгород).

Слой	Глубина, см	ППП	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
		1000 С	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Кларк		-	3,27 (Rudnick, Gao, 2003)	2,48 (Rudnick, Gao, 2003)	14,38 (Григорьев, 2009)	-	-	2,80 (Rudnick, Gao, 2003)	3,59 (Rudnick, Gao, 2003)	0,65 (Григорьев, 2009)	0,10 (Григорьев, 2009)	5,81 (Григорьев, 2009)
Дерново-подзолистая почва (Долгих, 2010)												
Ао	0-4	-	-	-	12,72	70,11	0,17	2,68	0,81	-	0,17	5,38
АУ(Р)	4-8	-	-	-	13,67	69,63	0,12	2,73	0,50	-	0,10	5,24
АУ(Р)	8-15	-	-	-	14,39	71,94	0,11	2,74	0,50	-	0,14	5,45
ЕLg	15-20	-	-	-	13,91	72,29	0,09	2,78	0,54	-	0,12	5,54
ВЕLg	20-29	-	-	-	15,63	68,42	0,09	2,84	0,50	-	0,06	5,69
ВТg1	29-40	-	-	-	16,50	63,16	0,08	2,86	0,46	-	0,03	5,87
ВТ2	40-60	-	-	-	18,79	57,51	0,10	2,93	0,55	-	0,04	7,64
ВТ3	60-75	-	-	-	18,63	55,09	0,15	3,00	0,74	-	0,10	8,42
ВСg	75-90	-	-	-	18,84	56,22	0,16	3,05	0,85	-	0,10	8,81
АПЛС стратиграфической колонки												
I	292(322)-311(343)	36,27	0,74	0,79	3,56	45,68	2,65	1,45	6,75	0,21	0,20	1,69
II	311(343)-328(358)	35,80	0,87	0,80	3,84	43,41	2,61	1,54	8,46	0,24	0,20	2,25
III	328(358)-370(382)	34,72	1,12	1,09	5,71	40,30	2,78	1,99	9,71	0,30	0,12	2,16
IV	370(382)-400(410)	47,03	1,36	1,16	3,71	31,85	2,91	1,53	8,32	0,22	0,10	1,81

V	400(410)- 450	33,62	0,75	0,94	4,45	45,05	2,78	1,77	8,28	0,26	0,10	1,99
VI	450- 482(488)	51,42	1,66	0,79	0,91	30,65	3,90	1,03	8,36	0,07	0,11	1,09
VII	482(488)- 499(500)	53,12	1,78	0,77	0,14	32,91	2,33	1,12	6,81	0,03	0,23	0,75
VIII	499(500)- 540(545)	50,29	2,15	0,82	1,26	36,41	1,28	1,68	4,85	0,11	0,18	0,96
IX	540(545)- 580(629)	44,87	1,80	0,84	1,99	39,48	2,24	1,81	4,55	0,16	0,26	1,99
X	580(592)- 592(629)	18,59	1,18	0,96	5,98	55,33	5,80	2,15	3,55	0,36	0,42	5,69
XI	592(629)- 621(642)	14,18	0,90	1,23	17,04	57,05	0,68	2,75	1,25	0,87	0,06	3,99
XII	621(642)- 658(660)	47,60	1,19	0,71	0,50	41,16	1,08	1,08	5,27	0,06	0,11	1,26
XIII	658(660)- 661(670)	49,53	1,59	0,69	1,43	36,49	1,87	1,51	5,20	0,12	0,12	1,46
XIV	661(670)- 678(700)	41,60	1,13	0,71	2,68	45,09	1,13	1,81	3,97	0,25	0,12	1,49
XV	678(700)- 680(682)	49,62	1,84	0,74	0,43	37,28	1,67	1,30	5,79	0,06	0,12	1,15
XVI	680(682)- 638(698)	47,86	1,29	0,76	1,56	39,52	1,65	1,29	4,69	0,14	0,12	1,11
XVII	638(698)- 715(721)	40,75	1,06	0,88	3,51	26,61	7,59	1,44	16,00	0,22	0,21	1,73
XVIII	715(721)- 730(740)	53,73	1,64	0,74	0,30	29,66	4,53	0,84	7,25	0,05	0,10	1,16
XIX	730(740)- 745(752)	6,36	0,79	1,79	13,27	64,82	0,82	3,28	3,50	0,71	0,13	4,54

XX	745(752)- 750(770)	6,08	0,89	0,88	7,28	76,32	0,80	2,30	2,69	0,39	0,10	2,26
XXI	755(770)- 755(778)	5,72	0,90	0,91	7,35	76,55	0,81	2,33	2,70	0,39	0,10	2,23
XXII	765(795)- 805(815)	51,00	1,04	0,83	1,84	32,86	2,31	1,35	7,01	0,15	0,10	1,52
XXIII	805(815)- 822(830)	3,12	0,77	0,98	15,26	71,15	0,32	3,19	0,60	1,03	0,03	3,53
XXIV	822(830)- 830(833)	28,90	1,04	0,83	4,44	52,93	2,16	1,66	3,94	0,26	0,11	3,73
[AY]g	830(833)- 850	6,89	0,63	0,97	15,44	67,72	0,31	3,18	0,69	1,06	0,02	3,09
[BEL1]G	850- 870(871)	9,40	0,61	1,80	18,46	55,21	0,14	3,86	0,64	0,93	0,06	8,90
[BEL2]g	870(871)- 883(885)	8,80	0,44	1,73	18,76	56,39	0,15	3,86	0,54	0,98	0,04	8,31
[EL]ко	883(885)- 889(890)	7,65	0,46	1,41	16,59	63,38	0,12	3,33	0,63	0,88	0,04	5,51
[BI1]g	889(890)- 905(910)	6,89	1,00	1,75	15,72	62,36	0,15	3,48	0,95	0,90	0,05	6,75

Жирным шрифтом выделены повышенные значения.

Приложение 4. Валовое содержание микроэлементов в фоновом разрезе дерново-подзолистой почвы (Долгих, 2010) и АПЛС раскопа Дубошин-II (Великий Новгород).

Слой	Глубина, см	Cr	Cu	Zn	Rb	Zr	As	S	Pb	Y
		мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	%	мг/кг	мг/кг
Кларк		92 (Григорьев, 2009)	27 (Hu, Gao, 2008)	75 (Григорьев, 2009)	-	-	6 (Григорьев, 2009)	0,10 (Wedepohl, 1995)	17 (Григорьев, 2009)	-
Дерново-подзолистая почва (Долгих, 2010)										
Ао	0-4	-	20	54	-	-	4	-	21	-
АУ(Р)	4-8	-	14	41	-	-	3	-	15	-
АУ(Р)	8-15	-	19	45	-	-	3	-	16	-
ЕLg	15-20	-	23	39	-	-	3	-	17	-
ВЕLg	20-29	-	21	42	-	-	3	-	18	-
ВТg1	29-40	-	13	45	-	-	3	-	13	-
ВТ2	40-60	-	19	48	-	-	4	-	22	-
ВТ3	60-75	-	25	52	-	-	3	-	11	-
ВСg	75-90	-	34	53	-	-	4	-	23	-
АПЛС стратиграфической колонки										
I	292(322)-311(343)	356	58	156	31	56	4	0,73	6	4
II	311(343)-328(358)	459	64	185	33	47	3	0,74	9	5
III	328(358)-370(382)	290	76	201	41	43	3	0,59	7	5
IV	370(382)-400(410)	167	51	211	30	25	3	0,68	4	3
V	400(410)-450	466	102	266	37	64	4	0,77	10	6
VI	450-482(488)	175	44	200	15	14	4	1,12	4	1
VII	482(488)-499(500)	22	36	194	12	2	3	0,51	1	<1
VIII	499(500)-540(545)	81	27	179	17	9	5	0,40	<1	<1
IX	540(545)-580(629)	44	47	169	27	23	4	0,58	15	2
X	580(592)-592(629)	434	28	125	51	171	2	0,21	9	12

XI	592(629)-621(642)	92	27	47	105	137	3	0,11	14	20
XII	621(642)-658(660)	29	37	265	14	8	3	0,67	7	<1
XIII	658(660)-661(670)	129	21	156	17	12	5	0,58	<1	1
XIV	661(670)-678(700)	282	26	146	28	51	5	0,53	<1	2
XV	678(700)-680(682)	55	30	142	13	4	4	0,62	<1	<1
XVI	680(682)-638(698)	128	35	171	17	18	3	0,64	3	1
XVII	638(698)-715(721)	140	55	303	24	32	2	0,72	6	4
XVIII	715(721)-730(740)	56	21	171	11	4	6	0,74	<1	<1
XIX	730(740)-745(752)	364	30	152	114	212	5	0,02	10	26
XX	745(752)-750(770)	354	10	40	56	225	1	0,04	8	16
XXI	755(770)-755(778)	367	11	40	59	249	3	0,04	9	15
XXII	765(795)-805(815)	53	67	302	30	44	4	0,77	34	2
XXIII	805(815)-822(830)	236	37	49	146	278	7	0,04	26	22
XXIV	822(830)-830(833)	638	31	167	48	128	6	0,52	4	6
[AY]g	830(833)-850	74	17	50	158	220	5	0,10	11	19
[BEL1]G	850-870(871)	122	23	64	114	108	2	0,03	13	14
[BEL2]g	870(871)-883(885)	139	30	84	177	168	7	0,07	15	19
[EL]ко	883(885)-889(890)	229	21	65	112	272	7	0,03	8	22
[BI1]g	889(890)-905(910)	218	26	77	121	232	7	0,02	11	38

Жирным шрифтом выделены повышенные значения.

Приложение 5. Полуколичественная оценка встречаемости антропогенных признаков в стратиграфической колонке АПЛС раскопа Дубошин-
II.

Признак \ Слой																													
	I	I I	I I I	I V	V	V I	V II	VI II	I X	X	X I	X II	XI II	XI V	X V	X VI	X VII	XV III	XI X	X X	X XI	X XII	XX III	XX IV	[A Y]g	[BEL 1]G	[BEL 2]g	[EL] ко	[BI 1]g
Травянистые остатки	3	2	0	0	4	0	4	4	4	2	2	4	4	2	4	4	4	4	2	3	3	3	2	3	1	0	0	1	0
Древесные остатки	2	2	3	4	3	4	2	2	1	2	1	3	4	2	4	3	3	4	1	1	1	1	1	3	1	0	0	0	0
Угли	2	2	0	0	3	0	1	0	3	4	1	0	1	0	0	2	2	0	3	2	2	3	1	3	2	0	0	0	0
Кости	1	1	0	0	1	0	1	0	2	1	0	0	1	0	2	1	3	2	2	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0
Обломки плотнокристаллических пород	2	3	2	0	2	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	2	1	3	1	1	3	0	0	0	0	0
Прочие биоморфы*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	2	2	3	3	2	2	0	0
Суглинистые агрегаты	1	1	0	0	3	0	0	0	1	2	4	0	0	0	1	2	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Фитолиты	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	3	3	0	0	0	0	0
Шерсть	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Кальцитовые сферулиты	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Керамика	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Яичная скорлупа	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Карбонатная дресва	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Фрагменты кожаных изделий	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Приложение 6. Полуколичественная оценка встречаемости природно-антропогенных признаков в стратиграфической колонке АПЛС раскопа Дубошин-II.

Слой Признак																												
	I	I	II	I	V	V	V	VI	I	X	X	X	XI	XI	X	X	X	XV	XI	X	X	X	XX	XX	[A	[BEL	[BEL	[EL]
	I	I	I	V	V	V	VI	I	X	X	X	XI	XI	X	X	X	XV	XI	X	X	X	XX	XX	Y]g	1]G	2]g	ко	1]g
Вивианит	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	3	1	3	3	0	2	0	0	0
Фосфатные, фосфатно-органические новообразования	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Солевые прожилки и инфиллинги	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Пирит	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Гипсовые друзы	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Витрифицированная масса	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пирогенные карбонаты	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Инкрустации карбонатов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Микритовые кутаны	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

4 – много
 3 – средне
 2 – редко
 1 – единично
 0 – отсутствует

Приложение 7. Полуколичественная оценка встречаемости природных признаков в стратиграфической колонке АПЛС раскопа Дубошин-II.

Слой Признак	I	I	II	I	V	V	V	VI	I	X	X	X	XI	XI	X	X	XV	XV	XI	X	X	XX	XX	XX	[AY]g	[BEL 1]G	[BEL 2]g	[EL] ко	[BI1]g	
Пятна оглеения	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	4	1	2	0	4	1	1	4	3	3	2	
Копролиты	3	0	0	0	3	0	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
Глинистые кутаны	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	4	3	3	3	
Ожелезнен ия растительн ых остатков	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
Диффузные железистые пятна и нодули	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3	2	2	0	2	
Микросгуст ковая агрегация	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Грибные споры	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

4 – много
3 – средне
2 – редко
1 – единично
0 – отсутствует

Приложение 8. Морфологическое описание стратиграфической колонки АПЛС городища Джанкент.

Слой	Глубина ¹ , см	Макроморфологическое	Микроморфологическое
I	-380-440	<p>Субгоризонтально ориентированные прослои золы толщиной от 2 до 6 см с включениями древесного угля, 10 YR 7/2 dull yellow orange. Золистые прослои чередуются с субгоризонтальными прослоями суглинистого трамбованного материала (таких прослоев всего три). Мощность прослоев около 5 см, они сложены рыхлым материалом, с новообразованиями оксидов железа. В слое много травянистого растительного детрита, костей, крупных фрагментов керамики, в т.ч. развалы сосудов.</p> <p>Минерально-органический</p>	<p>Преимущественно плазменное микростроение. Глинисто-карбонатное тонкодисперсное вещество, достаточно рыхлого сложения с блочной агрегацией и агрегация неправильной формы, в низу преобладает плитчатая агрегация. Присутствуют элементы копрогенной микроструктуры (особенно в нижней части). Поры-трещины, поры-каналы и поры-камеры (последние преобладают). Грубодисперсный материал распределен неравномерно: небольшое количество силикатных зерен, пылевой размерности, окатанные, сортированные. Мелкие травянистые угли, неравномерно распределенные в тонкодисперсном веществе. Большое количество гипсово-солевых инфиллингов в порах. Новообразования железа: гипокутаны вокруг пор, диффузные пятна. Единичный фрагмент сросшихся концентрических карбонатных зерен в поре.</p> <p>Преимущественно минеральный²</p>
II	-440-480	<p>Рыхлый, углисто-пепловый. Цвет не определялся.</p> <p>Преимущественно органический</p>	<p>Растительный детрит средне и сильноразложившийся, иногда ожелезненный, в основном имеет субпараллельную ориентацию, но есть области, перемешанные с карбонатно-глинистыми округлыми агрегатами. Грубодисперсный материал представлен</p>

			<p>силикатными зернами, песчаной-пылевой размерности, окатанными, сортированными, неравномерно распределенными в тонкодисперсном веществе. Редкие суглинистые агрегаты. Есть области с органическим аморфным веществом. Много фитоцитов, часто с недоразложенными фрагментами растительных тканей. Много углей, в т.ч. есть крупные до 3 мм. Единичные кости. Среднее количество гипсово-солевых инфилингов в порах.</p> <p><u>Преимущественно органический</u></p>
III	-480-510	<p>Плотный трамбованный тяжелый суглинок, однородный. Цвет не определялся.</p> <p><u>Преимущественно минеральный</u></p>	<p>Пылевато-плазменное микростроение. Материал двух видов: верх - агрегированное гумусово-карбонатное тонкодисперсное вещество, крупный силикатный материал, редкие параллельные субгоризонтальные фитоморфные поры; низ - карбонатно-глинистое тонкодисперсное вещество, струйчато-волокнистого микростроения. Присутствуют редкие травянистые угли и фрагменты обожженного костного материала. Много крупнокристаллического гипса до 400 мкм в тонкодисперсном веществе, встречающегося как одиночно, так и в скоплениях по несколько кристаллов, некоторые кристаллы с признаками растворения. Единичное зерно гипса со следами разрушения, с мощной гипокутаной железа вокруг. Большое количество гипсово-солевых инфилингов в порах, в т.ч. с</p>

			<p>крупнокристаллическим гипсом. Многочисленные гипокутаны железа по порам и диффузные пятна до 500 мкм в общей массе. Присутствуют единичные копролиты.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
IV	-510-525	<p>Рыхлый, с редкими фрагментами разрушения глинобитной конструкции, костями, пеплом, керамикой, углистая линза. Неоднородный: верхняя часть (5 см) – углисто-золистый материал 2,5 Y 5/2 dark grayish yellow, рыхлый, слабо агрегированный с субгоризонтальной слоистостью, с включениями и новообразованиями гипса диаметром до 3 мм, фрагментами плотного тяжелосуглинистого материала с пятнами и кутанами оксидов железа. Линза выражена по простиранию только в южной части описываемого участка. К северу она сменяется линзой травянистого детрита мощностью 5-7 см. 2,5 Y 6/1-7/2 yellowish grey – grayish yellow, бледно розовый оттенок. Эта линза не так тонко, хорошо стратифицирована, как в нижних стратиграфических слоях. Ниже – рыхлый, среднесуглинистый, с</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Карбонатно-глинистое тонкодисперсное вещество рыхлого сложение, местами хорошая блочная агрегация, много областей с копрогенной структурой (особенно в нижней части). Есть агрегированные области общей массы, а также субпараллельные прослойки детрита. Грубодисперсный материал представлен силикатными зёрнами, окатанными, сортированными, неравномерно распределенные в тонкодисперсном веществе. Растительный детрит: окаربоначенный, местами ожелезненный. Между травянистым детритом встречаются редкие скопления вторичных карбонатов. Встречаются суглинистые фрагменты с перекрестной ориентацией глинистых частиц. Большое количество травянистых углей. Редкие фрагменты карбонатной породы. Крупные фрагменты сильно обожженных костей. Много фитолитов, часто с недоразложенными фрагментами растительных тканей. Небольшое количество пылевых зёрен. Есть области с аморфным органическим веществом: внутри</p>

		<p>новообразованиями оксидов железа, сильно разложенными костными остатками, точечными включениями и новообразованиями гипса, включениями растительных остатков. 2,5 Y 6/2 grayish yellow. Здесь тоже точечные мелкие (1-2 мм) новообразования (включения) гипса и легкорастворимых солей, редкие включения древесных углей, сильно разложенные костные остатки, редкие, крупные фрагменты сильно прокаленной глины (тандыр?).</p> <p>Минерально-органический</p>	<p>силикатные зерна, фитоциты. Редкие новообразования железа: гипокутаны.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
V	-525-540	<p>Блоки плотного, очень твердого тяжелого суглинка, есть микрослоистость, хорошо ориентированный, 10 YR 7/3 dull yellow orange, между блоками – рыхлый углисто-золистый органо-минеральный материал с включениями древесных углей, 10 YR 5/2 grayish yellow brown.</p> <p>Органо-минеральный</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Карбонатно-глинистое тонкодисперсное вещество плотного сложения с блочной агрегацией. Грубодисперсный материал представлен сортированными окатанными силикатными зернами. Редкие тонкие микритовые кутаны по порам. Редкие железистые диффузные пятна до 300 мкм в общей массе.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
VI	-540-560	<p>Верхняя часть – плотный трамбованный тяжелый суглинок, ниже – очень рыхлый средний суглинок с углисто-золистым материалом, 2,5 Y 7/2 grayish yellow, к средней</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Карбонатно-глинистое тонкодисперсное вещество плотного сложения со слегка наклонными субпараллельными порами-трещинами. Грубодисперсный материал представлен сортированными</p>

		<p>части доля минерального материала увеличивается – 2,5 Y 7/1 light grey, выделения солей – 5 Y 7/4 light yellow, фон – 10 YR 7/3 dull yellow orange.</p> <p>Органо-минеральный</p>	<p>окатанными силикатными зернами. Единичные мелкие травянистые угли и растительные остатки (некоторые с сохранный клеточной структурой), единичные фрагменты обожженных костей. Фрагмент утрамбованной карбонатно-глинистой крошки (разбит трещиной, которая заполнена плотно упакованным микритом). Присутствуют единичные железистые гипокутаны по порам и многочисленные диффузные пятна до 250 мкм в общей массе.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
VII	-560-575	<p>Очень плотный, тяжелосуглинистый, трамбованный тяжелый суглинок, немногочисленные включения мелких углей, ожелезненные (возможно сера?) растительные остатки – 5 Y 5/4 dull yellow-orange-olive. Цвет не определялся.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Карбонатно-глинистое тонкодисперсное вещество, неоднородное по сложению: есть достаточно рыхлые области и области с плотным сложением. Большая часть тонкодисперсного вещества агрегированная. Грубодисперсный материал представлен сортированными окатанными силикатными зернами. Много травянистых углей, растительных остатков и фитоцитов, неравномерно распределенных в общей массе, редкие фрагменты костей, единичные фрагменты угловатых темно-палевых и темно-бурых карбонатно-глинистых агрегатов. Большое количество гипсово-солевых инфиллингов и сростков гипсовых кристаллов в порах. Единичные крупные кристаллы гипса в общей массе. Присутствуют поры от полностью</p>

			<p>растворенного гипса. Большое количество кутан и гипокутан железа вокруг пор, есть редкие диффузные пятна 250 мкм. Единичные скопления грибных спор.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
VIII	-575-590	<p>Плотные блоки трамбованного тяжелого суглинка, включения фрагментов керамики, костей, сильно гумифицированный органический материал, 2,5 Y 7/2 grayish yellow и 7/3 light yellow.</p> <p>Органо-минеральный</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Карбонатно-глинистое тонкодисперсное вещество, рыхлого сложения. Достаточно хорошо агрегированный материал. Агрегаты имеют округлую форму, прослеживается копрогенная агрегация. Грубодисперсный материал: силикатные зерна, окатанные, сортированные. Поры-камеры, поры-каналы и поры-трещины (первые преобладают). Редкие фрагменты костей. Есть большие области, занятые крупными фрагментами костей, некоторые фрагменты почти изотропные. Небольшое количество мелких травянистых углей плохой сохранности, а также сильно или почти полностью разложенных ожелезненных растительных остатков. Количество растительных остатков увеличивается к низу. Много пыльцевых зерен и фитоцитов (в т.ч. культурных злаков). Фитоциты часто с недоразложенными фрагментами растительных тканей. Единичная органическая пропитка тонкодисперсного вещества. Встречаются единичные сростки мелких кристаллов гипса в порах и отдельные мелкие кристаллы</p>

			<p>в общей массе. Редкие гипсово-солевые инфилинги в порах. Единичные ожелезнение по растительным остаткам.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
IX	-590-640	<p>Плотный, трамбованный средний суглинок, 2,5 Y 7/3 light yellow. Точечные новообразования легкорастворимых солей.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Тонкодисперсное вещество карбонатно-глинистого состава, неоднородное по сложению: есть достаточно рыхлые области и области с плотным сложением. Местами наблюдается агрегированность. Прослеживаются субпараллельные наклонные поры-трещины. Грубодисперсный материал представлен сортированными окатанными силикатными зернами, неравномерно распределенными в общей массе. Большое количество карбонатно-глинистых агрегатов. Небольшое количество мелких травянистых углей и растительного детрита, единичные фрагменты костей. Очень много крупнокристаллического гипса до 150 мкм в общей массе, встречающегося как одиночно, так и в скоплениях по несколько кристаллов. Большое количество пор заполнено гипсово-солевыми инфилингами и скоплениями мелкокристаллического гипса. Редкие диффузные пятна железа до 250 мкм в общей массе, а также гипокутаны.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>

X	-640-675	<p>Рыхлый с минерально-углисто-пепловым материалом, включения крошки и блоков минерального материала, кровля и подошва – хорошо стратифицированный углистый прослой с древесными углями, 2,5 Y 6/2 grayish yellow и 6/3 dull yellow, включения фрагментов керамики и костей.</p> <p>Минерально-органический</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Карбонатно-глинистое тонкодисперсное вещество, неоднородное по сложеню: есть достаточно рыхлые области и области с плотным сложенем. Грубодисперсный материал представлен сортированными окатанными силикатными зернами, достаточно равномерно распределенными в общей массе. Большое количество мелких травянистых углей, единичные фрагменты костей и сильно разложенных местами окарбонченных растительных остатков, фитолиты (в т.ч. цепочки культурных злаков и тростника). Большое количество крупных растресканных фрагментов карбонатно-глинистых агрегатов, разной степени утрамбованности, плазменного и пылевато-плазменного микростроения. Спаритовые карбонаты до 65 мкм в общей массе. Небольшое количество мелких диффузных пятен железа в общей массе. Единичные крупные кристаллы гипса до 200 мкм в тонкодисперсном веществе.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
XI	-675-690	<p>Левая часть – глинобитная конструкция, центральная часть - тяжелосуглинистые плотные угловатые блоки пахсы, агрегированные продуктами разрушения, неориентированные, 2,5 Y 7/2 grayish yellow,</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Гумусово-карбонатное тонкодисперсное вещество, распределено неравномерно между детритом: наибольшая концентрация в верхних прослоях. Грубодисперсный материал представлен редкими сортированными окатанными силикатными зернами,</p>

		<p>новообразования железа – 10 YR 4/6 brown, точечные рыхлые капли гипса до 3 см – 7,5 YR 8/2 light grey.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	<p>неравномерно распределенными в общей массе. Редкие травянистые угли в верхних прослойках, единичные костные фрагменты. Так же присутствуют многочисленные фитоциты культурных злаков, камыша и тростника. Большое количество кальцитовых сферулитов в верхних прослойках, сконцентрированных преимущественно вблизи пор и железистых гипокутан. Редкие карбонатно-глинистые агрегаты. Новообразования железа представлены гипокутанами, в основном приуроченными к растительным остаткам. Большое количество инкрустаций карбонатов по растительным тканям. Также встречается небольшое количество пыльцевых зерен и единичное тело аскомицетов, окруженное меланизированными гифами. Преимущественно органический</p>
XII	-690-700	<p>Травянистый детрит оторфованный, пепел, мелкие древесные угли, сильно гумифицированный, 10 YR 6/2 grayish yellow brown и 6/3 dull yellow orange, точечные концентрации солей и гипса.</p> <p>Преимущественно органический</p>	-
XIII	-700-725	<p>Рыхлый, минерально-углисто-пепловый, 10 Y 7/1 light gray, хорошая мелко-глыбисто-ореховатая структура, слоеватая текстура,</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Тонкодисперсное вещество карбонатно-глинистого состава, неоднородное по сложению: есть достаточно рыхлые области и</p>

		<p>растительный детрит оторфованный, довольно твердый, включения костей, органический материал - 5 Y 6/2 grayish olive, растительные остатки – 7,5 YR 8/2 light grey, гумифицированный материал – 10 YR 6/2 grayish yellow brown. Точечные концентрации солей и гипса.</p> <p>Минерально-органический</p>	<p>области с плотным сложением. Грубодисперсный материал представлен сортированными окатанными силикатными зёрнами, неравномерно распределёнными в общей массе. Много окаризованного травянистого детрита, в верхней части слоя в виде наклонных субпараллельных прослоек. Редкие травянистые угли и фитолиты (в т.ч. цепочки культурных злаков), единичные кости (в т.ч. рыбы). Крупные растресканные карбонатно-глинистые агрегаты. Большое количество фосфатно-органических нодулей с лучистой внутренней текстурой до 600 мкм в общей массе. Единичные крупные кристаллы гипса в общей массе и единичные гипсово-солевые инфиллинги в порах (со следами растворения). Много кутан и гипокутан железа вокруг пор.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
XIV	-725-755	<p>Нижняя часть – трамбованный тяжелосуглинистый материал, сизый с железистыми кутанами (5 Y 3/6 dark reddish brown), очень твердый. Верхняя часть – продукт разрушения (блоки сизого материала, включенные в более рыхлую органо-минеральную матрицу), матрица – легкий сильно пылеватый суглинок, хорошо</p>	<p>Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Глинисто-карбонатное тонкодисперсное вещество. Хорошо оформленные микроагрегаты: блочная агрегация нескольких порядков. Грубодисперсный материал представлен силикатными зёрнами, окатанные, сортированные, неравномерно распределённые в общей массе. Поры-трещины, поры-камеры и поры-каналы. Антропогенного материала не так много: редкие ожелезненные растительные остатки, травянистые угли, кости (в т.ч. рыбы),</p>

		<p>оформленная среднепрочная комковато-зернистая структура, немного травянистых остатков, линзы и гнезда сухооторфованного травянистого материала, в центральной части и к подошве – новообразования и включения (угловатые, неправильной формы) мучнистого мелкокристаллического гипса, точечные выделения легкорастворимых солей, приуроченные к тяжелосуглинистым зонам. Фон – 10 Y 7/1 light gray, 10 YR 7/2 dull yellow orange.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	<p>фитолиты (в т.ч. культурных злаков), единичные фрагменты растресканных карбонатно-глинистых агрегатов до 600 мкм. Большое количество новообразований железа: многочисленные гипокутаны вокруг пор и агрегатов, редкие железистые диффузные пятна до 150 мкм в общей массе. Много сростков крупных кристаллов гипса до 250 мкм (со следами растворения) в общей массе и гипсово-солевых инфиллингов (со следами растворения мелкокристаллического гипса) в поровом пространстве. Достаточно много пор от полностью растворенного гипса. Встречаются единичные скопления грибных спор.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
XV	-755-780	<p>Четко выраженные мощные прослой изогнутой формы с растительным детритом хорошей сохранности (толщина 3 см, розоватый), тонко стратифицированный, с примесью минерального материала (толщиной 10-12 см, 2,5 Y 6/2 grayish yellow) и органического детрита (более мощный, менее стратифицированный, 7,5 YR 8/2 light gray), линзы углефицированного растительного материала, включения гипса в подошве, фон – 10 YR 7/2 dull yellow orange,</p>	<p>Основу материала составляют травянистые угли и крупные растительные остатки разной степени разложенности, в том числе утратившие клеточное и тканевое строение, гумифицированные, пропитанные карбонатами. Гумусово-карбонатное тонкодисперсное вещество распределено неравномерно между детритом: наибольшая концентрация в верхних и нижних прослойках. В нижней части шлифа тонкодисперсное вещество параллельно слоистое. В верхней части слоистость нарушена. Грубодисперсный материал представлен редкими сортированными окатанными</p>

		<p>левая часть – слой с большей долей минерального материала в заполнении микродепрессии между растительным детритом, правая часть – детрит смыкается и обогащен минеральным материалом под ними.</p> <p>Органо-минеральный</p>	<p>силикатными зернами, неравномерно распределенными в общей массе. Характеризуется средним количеством костей разной степени обожженности (в т.ч. рыбы), большим количеством фитоцитов (в т.ч. цепочки культурных злаков). В верхних прослойках детрита присутствует единичный фрагмент витрифицированной силикатной массы. Встречаются карбонатно-глинистые агрегаты до 1,6 мм. Новообразований железа не много: гипокутаны, в основном приуроченные к растительным остаткам и к небольшим фрагментам костей. Единичные микротовые кутаны вокруг пор. Между растительным детритом присутствуют скопления вторичных карбонатов. Между нижними прослойками детрита встречаются скопления грибных спор и окарбоначенные копролиты (микротовые с перекристаллизацией в микроспарит) до 100 мкм, некоторые с полостью внутри. Большое количество пылевых зерен.</p> <p>Преимущественно органический</p>
XVI	-780-805	<p>Травянистый углефицированный и частично углефицированный материал, золистоглистый, рыхлый, пылевато-слоеватый, преобладает травянистый уголь и зола, стратификация выражена не везде: чередование</p>	-

		<p>углистых прослоев и линз суглинистого материала, недообугленных растительных остатков, точечные концентрации легкорастворимых солей и гипса до 3 мм, общая масса – 10 YR 4/1 brownish gray, левая часть – минеральный материал (толщина 10 см, хорошая стратификация, плотный, блоки и крошка среднего суглинка, 10 Y 7/1 light gray), мощные железистые кутаны – 5 YR 3/6 dark reddish brown.</p> <p>Минерально-органический</p>	
XVII	-805-810	<p>Кровля и подошва – розоватый растительный детрит (7,5 YR 8/2 light gray и 8/3 light yellow orange), между ними – тяжелосуглинистый к глине трамбованный материал с железистыми кутанами (5 Y 6/1 и 5/1 gray, 5 Y 4/3 dark olive), разнопорядковая прочная угловатая глыбистая структура, очень твердый, отпечатки растительных остатков.</p> <p>Органо-минеральный</p>	<p>Большая часть образца - субпараллельные прослои растительного детрита, окаربоначенные, часто ожелезненные. Между детритом округлые суглинистые фрагменты (тонкодисперсное вещество глинисто-карбонатное) в основном в верхней и нижней части образца. Грубодисперсный материал представлен силикатными зёрнами, окатанные, сортированные, неравномерно распределенные в общей массе. Крупные фрагменты костей. Большое количество фитоцитов (в т.ч. культ. злаков), часто с недоразложёнными фрагментами растительных тканей. Единичные панцири диатомовых водорослей с сохранными створками. Много пыльцевых зёрен.</p>

			<p>В нижней части образца много углей. Инкрустации карбонатов по растительным тканям. Ожелезнение по растительным тканям и единичные кутаны.</p> <p>Преимущественно органический</p>
XVIII	-810-825	<p>Преимущественно органический материал, слабо стратифицированный, углисто-золистый, с включениями древесных углей и тонкими линзами до 3-5 мм розоватого растительного детрита с хорошей сохранностью, включения сильно пористого твердого материала (может быть органического происхождения), включения блоков сизого глинистого трамбованного материала с железистыми кутанами, а также прокаленного материала (10 YR 4/2 grayish yellow brown), хорошая горизонтальная делимость слоя. Цвет не определялся.</p> <p>Минерально-органический</p>	<p>Субпараллельные прослои растительного детрита, между которыми глинисто-карбонатное тонкодисперсное вещество. Растительный детрит: средне и сильно разложенный, окаربоначенный, иногда ожелезненный, единичные фрагменты витрифицированной силикатной массы. Между детритом присутствует много скоплений вторичных карбонатов. Грубодисперсный материал представлен силикатными зёрнами, окатанные, сортированные, неравномерно распределенные в общей массе. В середине образца прослойка углефицированного растительного детрита с копрогенной микроструктурой. Большое количество пылевых зёрен, фитоцитов (в т.ч. культ. злаков), часто с недоразложенными фрагментами растительных тканей. Среднее количество мелких обожженных костей (в т.ч. рыбы). Большое количество углей, плохой сохранности. Единичный фрагмент керамики: до 4 мм, глинистое тонкодисперсное вещество с элементами струйчатой и околопоровой ориентацией глинистых частиц, грубодисперсный материал – силикатные зёрна, пылевато-</p>

			<p>песчаной размерности, окатанные, сортированные. Нижняя часть образца – крупный суглинистый фрагмент. Глинисто-карбонатное тонкодисперсное вещество плотного сложения. Поры-трещины и поры-каналы. Верхняя часть – поры-трещины с наклонной субгоризонтальной ориентацией. Новообразования железа: гипокутаны вокруг пор.</p> <p>Преимущественно органический</p>
XIX	-825-835	<p>Преимущественно органический, чередование органических слоев (травянистый и углефицированный детрит) – 5 YR 4/4 dull reddish brown, и слабо минеральных прослоев и линз (тяжело суглинистый материал, толщиной 2-3 см) – 2,5 Y 5/2 dark grayish yellow и 5/3 yellowish gray, 5 Y 4/2 grayish olive и 5 Y 6/4 olive yellow, контакт органических и минеральных слоев – новообразования железа (желтые и бурые кутаны на нижней границе минеральных слоев, 5 YR 3/4 и 3/6 dark reddish brown), к низу доля минерального материала увеличивается, подошва – сизый тяжело суглинистый прослой, на переходе к следующему слою (сизый суглинок) – прослой 2-5 мм растительного</p>	<p>Плазменное микростроение. Глинисто-карбонатное тонкодисперсное вещество, плотного сложения в середине и более рыхлого сверху и снизу. Блочно-призмовидная агрегация. Поры-трещины и поры-камеры. Грубодисперсный материал: силикатные зерна, пылевой размерности, окатанные, сортированные. Встречается желтая пропитка и субкутаны – фосфатно-органического вещества. Редкие сильно разложенные растительные остатки. В верхней и нижней части субпараллельные растительные остатки: окаربоначенные, ожелезненные, много пылевых зерен, фитоцитов (в т.ч. злаки). Верхняя часть прослойки – длинные цепочки фитоцитов культ.злаков и сильноразложенные растительные остатки.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>

		детрита (7,5 YR 8/3 light yellow orange), ожелезненный. Минерально-органический	
XX	-835-850	Плотный, палево-сизый суглинок, 5 Y 4/1 gray и 5 Y 5/2 grayish olive, хорошая блочно-мелко-ореховатая структура, железистые кутаны по граням структурных отдельностей и порам - 5 YR 3/6 dark reddish brown и 5 YR 3/4 dark reddish brown. Преимущественно минеральный	Песчано-пылевато-плазменное микростроение. Глинисто-карбонатное тонкодисперсное вещество, слабо рыхлого сложения. Верхняя часть имеет блочную агрегацию. Копрогенная микроагрегация прослеживается в верхней и в левой частях образца. Поры-камеры и поры-каналы (первые преобладают). Грубодисперсный материал представлен силикатными зёрнами, окатанные и сортированные. Небольшое количество сильно разложенных растительных остатков, мелких травянистых углей плохой сохранности, обожженных костей и фитоцитов (в т.ч. цепочки культ. злаков). Встречается небольшое количество копролитов (часть окаربоначенная, часть с ожелезнением) и единичные пыльцевые зёрна. Левая часть нарушена: нет субгоризонтальной ориентации. Новообразования железа присутствуют в основном в малоскелетных областях: ожелезнения по бывшим растительным остаткам, слабая железистая пропитка плазмы, диффузные пятна, гипокутаны по порам. Преимущественно минеральный

Ниже описана стратиграфия шурфа в разрезе стены. Стратиграфическая последовательность слоев шурфа перекрыта твердым, светлым суглинистым трамбованным материалом (накат).

XXI	-850 – 908	<p>Влажноватый, плотный, пылеватый тяжелый суглинок. Окраска 10 YR 5/4 dull yellowish brown, кутаны 10 YR 4/2 grayish yellow brown. Включения мелких углей, материала нижележащей светлой пылеватой прослойки, мелкие красные фрагменты прокаленной суглинистой крошки, мелкие диффузные пятна ожелезнения 10 YR 4/4, 4/6 brown. Редкие, мелкие фрагменты костей. Редкие, тонкие, более темные по сравнению с внутренними частями агрегатов глинистые кутаны 10 YR 5/3. Редкие, мелкие пятна оглеения: 5 GY 5/1 greenish gray. На глубине 47-52 см – в средней части восточной стенки шурфа линза тяжелого суглинка 10 YR 5/3, 4/3 grayish olive, dark olive, с включениями мелких углей, крошек охристого прокаленного суглинка. Редкие пятна оксидов железа и ожелезненные растительные остатки – 10 YR 6/4, 5/6 dull yellow orange, yellowish brown.</p>	-
-----	------------	---	---

		<p>Структура глыбистая, выражена микрослоистость. Многочисленные включения мелкого травянистого детрита, часто ожелезненного. Тонкие линзы темно-серого углистого тонкодисперсного вещества.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	
XXII	-908-911	<p>Сверху – 1-2 мм углистого материала, смешанного с мелкими крошками прокаленного суглинка. Влажноватый, сильно пылеватый легкий к среднему суглинок. Окраска 2,5 Y 5/3 yellowish gray.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	-
XXIII	-911-963	<p>Влажный, очень плотный, твердый, тяжелосуглинистый, 10 YR 5/3 dull yellowish brown. Глинистые кутаны по граням агрегатов – 10 YR 4/3 dull yellowish brown. Много мелких углефицированных растительных остатков и мелких углей. Диффузные пятна пропитки оксидами железа. Переход постепенный.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	-
XXIV	-963-1023	<p>Влажный тяжелый суглинок, плотный, твердый. Хорошо оформленная, прочная призмевидно -</p>	<p>Плазменное микростроение. Глинисто-карбонатное тонкодисперсное вещество, плотного сложения, блочно-</p>

		<p>плитчатая структура. Окраска 10 YR 5/3 dull yellowish brown. Глинистые кутаны по граням агрегатов – 10 YR 4/3 dull yellowish brown. Диффузные пятна и кутаны оксидов железа - 10 YR 4/4 brown. На глубине 121 см – линза очень мелких углей. Переход резкий по окраске.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>	<p>призмовидная агрегация (призмы нескольких порядков) и агрегация неправильной формы. Поры-трещины, поры-каналы и поры-камеры (последние преобладают). Грубодисперсный материал распределен неравномерно в плазме: небольшое количество силикатных зерен, пылеватой размерности, окатанные, сортированные. Среднее количество мелких железистых диффузных пятен, неравномерно распределенных в общей массе, гипокутаны вокруг пор. Крупные единичные ромбовидные кристаллы гипса в общей массе. Единичное ожелезнение по растительному остатку.</p> <p>Преимущественно минеральный</p>
XXV	-1023-1041	<p>Влажный средний суглинок, несколько облегчается вниз по профилю, твердый, плотный. Фон 2,5 Y 4/4 olive brown, диффузные пятна – 2,5 Y 4/6 olive brown. Структура глыбистая, хорошо оформленная, среднепрочная. Плохо выраженная горизонтальная делимость. На субгоризонтальных поверхностях – отпечатки растительных остатков. Единичные, очень мелкие травянистые угли, тонкие железистые кутаны – 7,5 YR 4/6 brown.</p>	-

		Преимущественно минеральный	
--	--	-----------------------------	--

¹ – глубины даны в сантиметрах от локального репера.

² Органический – от 70% и выше органического материала от площади шлифа.

Минерально-органический – 60-70% органического материала от площади шлифа.

Органо-минеральный – 60-70% минерального материала от площади шлифа.

Минеральный – от 70% и выше минерального материала от площади шлифа.

Приложение 9. Химические и физико-химические свойства фонового разреза солончака и АПЛС городища Джанкент.

Слой	Глубина, см	pH _{водн.}	CaCO ₃ , %	C _{орг.} , %	C:N	CaSO ₄ *2H ₂ O, %	Эл-сть водн. вытяжки, мСм/см
Солончак							
Солевая корка	0-3	8,76	23,22	2,25	-	21,99	11,60
A	3-5	8,96	8,37	1,43	-	7,28	2,87
AB	15-25	8,84	15,39	1,55	-	6,60	3,88
Bq	25-62	9,27	15,17	0,66	-	0,51	1,49
АПЛС стратиграфической колонки							
I	380-440	7,59	12,92	3,21	9	7,65	7,40
II	440-480	7,39	13,46	3,84	9	6,04	7,64
III	480-510	7,88	22,94	1,42	7	2,85	2,91
IV	510-525	7,65	17,67	2,64	11	3,92	4,52
V	525-540	7,89	18,51	2,00	7	3,80	6,08
VI	540-560	7,91	19,90	1,09	9	2,10	5,52
VII	560-575	8,13	18,42	0,69	6	3,76	4,74
VIII	575-590	8,06	16,42	2,29	11	4,87	8,26
IX	590-640	8,38	19,35	0,84	6	3,44	8,74
X	640-675	8,42	18,56	2,23	10	3,01	9,90
XI	675-690	8,36	22,04	0,46	5	4,39	3,55
XII	690-700	7,97	16,96	3,50	10	4,82	6,26
XIII	700-725	8,08	20,51	3,50	10	3,28	5,42
XIV	725-755	8,17	20,12	3,71	12	2,20	3,65
XV	755-780	7,91	15,33	3,83	9	3,78	3,64
XVI	780-805	8,00	14,83	4,78	12	3,15	3,44
XVII	805-810	7,92	14,92	5,52	13	4,28	6,58
XVIII	810-825	8,16	12,96	-	-	2,87	3,86
XIX	825-835	8,10	13,58	-	-	2,28	4,90

XX	835-850	8,75	21,17	-	-	0,77	1,26
XXIV	963-1023	9,04	24,85	-	-	1,38	0,95
XXV	1023-1041	9,13	21,78	-	-	0,47	1,09

Приложение 10. Гранулометрический состав АПЛС городища Джанкент.

Слой	Глубина, см	Содержание фракций в % (размер частиц в мм)						Физическая глина, %	Гранулометрический состав
		1,0-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
I	380-440	2,2	4,02	48,88	10,32	14,68	19,9	44,9	Суглинок тяжелый
II	440-480	4,38	11,3	41,89	12,79	12,91	16,73	42,43	Суглинок тяжелый
III	480-510	0,4	1,91	45,37	13,09	18,09	21,14	52,32	Глина легкая
IV	510-525	0,98	3,46	42,84	13,31	17,8	21,61	52,72	Глина легкая
V	525-540	0,19	3,15	33,75	13,62	23,66	25,63	62,91	Глина легкая
VI	540-560	0,55	0,83	45,58	13,53	18,11	21,4	53,04	Глина легкая
VII	560-575	0,64	5,11	46,62	12,26	15,05	20,32	47,63	Суглинок тяжелый
VIII	575-590	1,1	5,09	51,86	8,02	16,78	17,15	41,95	Суглинок тяжелый
IX	590-640	0,55	5,07	35,86	16,72	17,91	23,89	58,52	Глина легкая
X	640-675	0,43	7,68	37,83	14,67	16,07	23,32	54,06	Глина легкая
XI	675-690	0,24	9,6	28,79	14,64	22,81	23,92	61,7	Глина легкая
XII	690-700	0,75	2,83	41,09	15,58	23,83	15,92	55,33	Глина легкая
XIII	700-725	0,64	6,48	39,22	12,6	17,57	23,49	53,66	Глина легкая
XIV	725-755	1,19	2,88	35,86	16,86	21,65	21,56	60,07	Глина легкая
XV	755-780	1,87	6,45	41,12	12,65	17,31	20,6	50,56	Глина легкая
XVI	780-805	1,57	5,44	45,79	12,81	17,32	17,07	47,2	Суглинок тяжелый
XVII	805-810	1,1	2,69	47,05	11,79	17,26	20,11	49,13	Суглинок тяжелый
XVIII	810-825	3,65	8,43	42,53	11,33	14,47	19,59	45,39	Суглинок тяжелый
XIX	825-835	1,51	3,18	41,83	14,04	16,77	22,67	53,48	Глина легкая
XX	835-850	0,59	0,2	38,24	17,24	21,31	22,42	60,97	Глина легкая
XXIV	963-1023	0	2,31	16,22	22,9	29,91	28,66	81,47	Глина тяжелая
XXV	1023-1041	0,01	6,66	74,11	6,39	2,37	10,46	19,22	Супесь

Приложение 11. Валовое содержание макроэлементов в фоновых разрезах вторичного солончака (Иванова и др., 2014) и солончака, а также в АПЛС городища Джанкент.

Слой	Глубина, см	ППП	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃
		1000 С	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Кларк			3,27 (Rudnick, Gao, 2003)	2,48 (Rudnick, Gao, 2003)	14,38 (Григорьев, 2009)	-	2,80 (Rudnick, Gao, 2003)	3,59 (Rudnick, Gao, 2003)	0,65 (Григорьев, 2009)	0,10 (Григорьев, 2009)	5,81 (Григорьев, 2009)	-	0,24 (Wedepohl, 1995)
Вторичный солончак (Иванова и др., 2014)													
Солевая корка	0-2	13,72	10,02	4,17	3,83	24,49	0,96	5,55	0,19	0,04	2,16	0,12	31,78
SS	2-8(10)	16,73	8,27	4,58	3,75	23,19	0,91	4,96	0,17	0,04	2,02	0,10	32,95
SELS	8(10)-15(20)	16,70	1,89	6,43	5,04	34,25	1,22	8,26	0,29	0,06	3,07	0,23	20,18
BSNq,s	15(20)- 32(35)	14,36	1,85	4,05	8,86	48,92	1,98	11,72	0,50	0,07	4,01	0,15	2,20
BCAq	32(35)-50	12,73	1,67	2,93	8,77	52,72	1,95	12,85	0,54	0,07	3,98	0,12	0,81
II BCq, ca, s	50-78(80)	15,99	1,20	3,53	10,19	46,54	2,13	13,10	0,55	0,10	5,11	0,10	0,87
IV Dq	78(80)-100	11,28	1,11	3,32	11,48	55,36	2,54	8,55	0,56	0,07	4,75	0,15	0,4
Солончак													
Солевая корка	0-3	4,09	20,73	3,76	4,28	17,92	1,01	4,28	0,26	0,04	1,58	0,27	34,88
A	3-5	7,59	2,32	6,45	7,20	43,37	1,63	12,57	0,50	0,08	3,16	0,44	13,18
AB	15-25	7,02	1,78	6,68	7,26	45,13	1,63	12,79	0,52	0,08	3,15	0,40	12,25
Bq	25-62	8,74	1,33	4,38	9,59	52,87	2,09	14,72	0,59	0,09	3,85	0,30	0,88
АПЛС стратиграфической колонки													
I	380-440	8,62	1,66	3,58	7,74	48,35	2,80	12,62	0,50	0,09	3,31	3,70	5,95
II	440-480	6,36	1,43	3,30	7,65	50,83	2,59	12,51	0,49	0,10	3,28	2,82	7,00
III	480-510	9,73	1,11	3,54	9,51	48,24	2,44	14,52	0,61	0,09	4,01	0,40	4,68
IV	510-525	13,24	1,17	3,47	8,98	48,29	2,67	11,66	0,59	0,10	4,04	2,22	2,00
V	525-540	14,73	1,03	3,47	10,37	46,37	2,88	11,65	0,64	0,10	5,00	0,22	2,33

VI	540-560	7,92	1,80	4,08	9,87	49,86	2,76	12,87	0,57	0,10	3,96	2,52	1,40
VII	560-575	7,40	2,47	3,84	10,04	50,57	2,59	11,74	0,59	0,08	3,92	0,39	3,75
VIII	575-590	18,66	2,28	3,04	7,70	43,54	2,61	10,46	0,53	0,08	3,55	0,90	3,63
IX	590-640	14,60	2,17	3,66	10,18	45,13	3,09	11,41	0,61	0,10	4,81	0,30	1,43
X	640-675	20,48	3,09	3,19	8,68	40,76	2,87	9,96	0,56	0,08	4,10	0,28	2,05
XI	675-690	15,68	0,96	3,38	9,43	47,74	2,54	13,36	0,62	0,10	4,27	0,71	0,50
XII	690-700	16,29	1,28	2,98	7,69	47,75	2,48	12,53	0,53	0,12	3,80	1,32	2,05
XIII	700-725	9,29	1,60	3,82	9,07	51,41	2,54	13,46	0,57	0,10	3,71	1,06	1,88
XIV	725-755	6,98	2,62	3,63	10,10	51,43	2,58	12,25	0,59	0,10	4,25	0,97	2,43
XV	755-780	6,30	1,93	2,33	4,70	43,66	1,63	18,39	0,32	0,10	1,98	11,94	4,50
XVI	780-805	5,82	1,56	3,07	7,74	57,91	2,18	12,96	0,49	0,09	3,01	1,22	2,95
XVII	805-810	17,37	5,65	2,26	6,44	43,85	2,04	8,35	0,45	0,11	3,30	1,35	3,28
XVIII	810-825	1,13	2,11	2,93	7,10	64,29	2,05	11,06	0,43	0,10	2,90	1,76	2,98
XIX	825-835	0,90	2,23	2,98	7,71	65,34	2,14	10,55	0,46	0,10	3,01	1,48	1,55
XX	835-850	8,13	1,23	3,98	11,10	52,18	2,63	13,86	0,64	0,11	4,57	0,57	0,55
XXIV	963-1023	8,79	1,12	3,78	11,84	50,17	2,48	14,60	0,70	0,13	5,40	0,17	0,48
XXV	1023-1041	7,53	1,43	3,10	9,54	56,89	2,00	14,11	0,61	0,09	3,64	0,19	0,55

Жирным шрифтом выделены повышенные значения.

Приложение 12. Валовое содержание микроэлементов в фоновых разрезах вторичного солончака (Иванова и др., 2014) и солончака, а также в АПЛС городища Джанкент.

Слой	Глубина, см	Cr	V	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Zr	Ba	Th	Y	Nb	Pb	Cl
		мг/кг г	мг/кг г	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг
Кларк		92 (Григорьев, 2009)	106 (Hu, Gao, 2008)	50 (Григорьев, 2009)	27 (Hu, Gao, 2008)	75 (Григорьев, 2009)	-	270 (Григорьев, 2009)	-	628 (Rudnick, Gao, 2003)	-	-	-	17 (Григорьев, 2009)	0,06 (Wedepohl, 1995)
Вторичный солончак (Иванова и др., 2014)															
Солевая корка	0-2	-	-	-	31	52	-	59	-	-	-	-	-	16	2,82
SS	2-8(10)	-	-	-	37	44	-	55	-	-	-	-	-	12	2,19
SELS	8(10)-15(20)	-	-	-	32	64	-	101	-	-	-	-	-	17	2,18
BSNq,s	15(20)-32(35)	-	-	-	23	59	-	148	-	-	-	-	-	17	1,13
BCAq	32(35)-50	-	-	-	16	43	-	142	-	-	-	-	-	13	0,66
II BCq, ca, s	50-78(80)	-	-	-	29	72	-	114	-	-	-	-	-	24	0,38
IV Dq	78(80)-100	-	-	-	32	76	-	160	-	-	-	-	-	26	0,17
Солончак															
Солевая корка	0-3	37	25	20	12	29	37	302	55	225	7	17	8	13	6,78
A	3-5	61	63	34	32	79	68	799	99	473	7	22	10	19	1,27
AB	15-25	69	59	35	27	80	69	874	102	483	6	20	11	17	1,02
Bq	25-62	68	86	36	35	84	80	511	133	556	7	23	12	17	0,33
АПЛС стратиграфической колонки															
I	380-440	56	66	41	65	165	68	460	107	467	9	20	10	22	0,85
II	440-480	49	66	34	86	210	68	550	92	454	6	18	10	27	1,39
III	480-510	72	82	38	38	77	82	335	120	512	8	26	11	20	0,91

IV	510-525	66	84	42	51	157	81	420	124	566	9	24	11	30	1,32
V	525-540	82	96	49	35	90	93	273	129	613	12	26	10	23	0,97
VI	540-560	65	69	41	66	183	81	511	106	525	9	22	12	25	2,04
VII	560-575	70	78	38	48	81	83	280	129	532	10	22	11	18	2,41
VIII	575-590	68	73	40	81	91	74	337	112	446	<5	22	10	23	2,82
IX	590-640	96	89	47	59	95	91	296	106	559	13	24	11	22	2,28
X	640-675	75	75	42	30	80	83	259	100	482	14	26	10	22	3,70
XI	675-690	91	79	41	46	104	84	360	125	546	8	26	11	21	0,46
XII	690-700	66	67	50	55	154	70	551	96	511	13	23	10	22	0,93
XIII	700-725	77	78	37	52	112	74	441	121	502	16	22	11	19	1,25
XIV	725-755	72	87	41	48	105	81	339	116	520	9	23	12	23	1,84
XV	755-780	35	56	30	148	301	41	935	39	414	<5	12	8	14	1,92
XVI	780-805	51	72	29	47	113	67	517	109	498	<5	19	11	14	0,76
XVII	805-810	64	55	40	46	125	64	451	90	425	7	19	10	21	5,34
XVIII	810-825	44	59	30	48	141	62	621	88	450	8	16	12	11	0,92
XIX	825-835	50	65	32	43	182	68	580	98	475	7	14	12	12	1,30
XX	835-850	76	89	44	36	98	94	390	117	548	11	24	12	18	0,21
XXIV	963-1023	76	102	55	43	95	98	280	120	600	15	26	11	23	0,11
XXV	1023-1041	69	69	32	26	70	78	245	136	586	8	23	13	16	0,11

Жирным шрифтом выделены повышенные значения.

Приложение 13. Полуколичественная оценка встречаемости антропогенных признаков в стратиграфической колонке АПЛС городища Джанкент.

Слой Признаки	I	I I	II I	I V	V	V I	VI I	VII I	I X	X	X I	XI I	XII I	XI V	X V	XV I	XVI I	XVI II	XI X	X X	XX I	XXI I	XXI II	XXI V	XX V
Карбонатно-глинистые агрегаты	2	1	4	2	4	3	4	4	4	3	4	0	2	4	2	2	2	2	2	4	1	2	0	0	0
Растительный детрит	3	4	0	3	0	1	2	1	1	2	3	4	3	2	4	3	3	3	3	2	1	0	2	0	1
Фитолиты	0	3	0	3	0	0	3	2	0	3	4	0	2	1	4	0	4	4	3	2	0	0	0	0	0
Кости	2	1	2	1	0	1	2	2	1	1	1	0	1	1	2	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0
Прочие биоморфы*	0	1	2	3	3	3	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Гипсовые агрегаты	0	0	0	3	0	0	2	0	0	1	2	2	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Керамика	2	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Кальцитовые сферулиты	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*Пыльцевые зерна, створки диатомовых водорослей, спикулы губок, клетки водорослей

- 4 – много
- 3 – средне
- 2 – редко
- 1 – единично
- 0 – отсутствует

Приложение 14. Полуколичественная оценка встречаемости природно-антропогенных признаков в стратиграфической колонке АПЛС городища Джанкент.

Слой \ Признаки	I	I	II	I	V	V	VI	VI	I	X	X	XI	XI	XI	X	X	XV	XVI	XI	X	X	XX	XXI	XXI	XX
	I	I	I	V	V	I	I	II	X	X	I	I	II	V	V	VI	II	II	X	X	XI	II	II	V	V
Угли	2	3	2	3	2	2	2	1	1	3	1	3	2	1	3	4	2	3	1	2	1	3	2	1	1
Зола	2	4	0	2	2	2	0	0	0	3	0	3	2	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Органические, фосфатно- органические новообразова ния	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Следы прокала	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0
Пирогенные карбонаты	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Витрифицирова нная масса	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

4 – много
3 – средне
2 – редко
1 – единично
0 – отсутствует

Приложение 15. Полуколичественная оценка встречаемости природных признаков в стратиграфической колонке АПЛС городища Джанкент.

Слой Признаки	I	I	II	I	V	V	VI	VII	I	X	X	XI	XII	XI	X	XV	XV	XVI	XI	X	XX	XX	XXI	XXI	XX
	I	I	I	V	V	I	I	I	X	X	I	I	I	V	V	I	II	II	X	X	I	II	II	V	V
Железистые суб- и гипокутаны	2	0	3	2	0	1	3	0	2	0	1	0	3	3	1	2	1	1	1	2	0	0	0	2	1
Железистые диффузные пятна	2	0	3	2	2	3	2	0	1	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	2	2	2
Ожелезнение раст.остатков	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	1	1	1	0	0	1	0
Гипсово-солевые инфиллинги	4	3	4	0	0	0	4	2	3	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Отдельные кристаллы гипса	0	0	4	0	0	0	1	1	4	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Пятна оглеения	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	2	3	2	0	2	3	3
Инкрустации карбонатов	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	3	0	2	0	2	0	3	3	1	1	0	0	0	0	0
Микритовые кутаны	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Солевые прожилки и точки	0	0	0	2	0	2	0	0	2	0	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Грибные споры, плодовые тела аскомицетов	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Копролиты	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
Микросгустковая агрегация	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Глинистые кутаны	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0

4 – много
3 – средне
2 – редко
1 – единично
0 – отсутствует