

Л. В. Алещукин¹, Е. А. Рябинин², М. В. Шитов

ПАЛЕОПОЧВЫ ЛЮБШИ — СВИДЕТЕЛЬСТВО ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НИЖНЕГО ПОВОЛХОВЬЯ В РАННЕМ СРЕДНЕВЕКОВЬЕ³

Введение. В последние годы стали весьма актуальны проблемы изучения ископаемых почв и отложений культурных слоев археологических памятников. Это обусловлено тем, что ископаемые почвы (ИП) и отложения культурных слоев — ископаемые антропоземы (АЗ) являются уникальными источниками информации для реконструкций условий природной среды, древних способов хозяйствования, технологий и решения ряда других проблем взаимодействия природы и древнего общества. Система методов изучения ИП и АЗ сформировалась за последние годы в новое междисциплинарное научно-направленное — археологическое почвоведение [1–3].

Один из важнейших аспектов изучения ископаемых почв связан с их депонирующими свойствами — они способны сохранять информацию о ландшафтно-геохимических условиях на момент захоронения и служат, таким образом, своеобразными реперами, которые могут быть использованы для оценки динамики потоков вещества на земную поверхность. Эти свойства ИП имеют важные приложения в природоохранной практике.

В настоящее время при оценке экологического состояния почв, выделения техногенной составляющей их загрязнения и решения ряда других эколого-геохимических задач основным критерием является отклонение наблюдаемых концентраций веществ от нормативных (ПДК и ОДК), кларковых и фоновых концентраций. Система ПДК для почв пока весьма несовершенна [4], а применение кларковых концентраций сталкивается с серьезными затруднениями, которые связаны со значительной изменчивостью содержания ряда химических элементов (главным образом микроэлементов) в почвах различных биогеохимических провинций [5]. Поэтому на практике чаще всего используются фоновые концентрации веществ, определенные в почвах незагрязненных территорий (биосферных заповедников и др.) с учетом их принадлежности к конкретным ландшафтными и провинциально-биогеохимическим условиям [4, 6, 7]. Иногда такой подход невозможен — разнообразие ландшафтно-геохимических условий не позволяет подобрать незагрязненный ландшафт-аналог в промышленных регионах. Определение концентраций веществ в ИП дает возможность преодолеть указанные затруднения при обосновании фонового содержания веществ в почвах, а также создает основу для разработки подходов к оценке вековой изменчивости потоков вещества на земную поверхность и реконструкции процессов естественной эволюции природного геохимического фона почв.

Содержание ряда металлов — меди, цинка, серебра и других в ИП и АЗ культурных слоев является перспективным индикатором состояния и интенсивности металлургического производства на территории древних поселений [8, 9]. Вместе с тем часто трудно различить генезис (естественный или антропогенный) геохимических особенностей

¹ Московский государственный педагогический университет, географический факультет.

² Институт истории материальной культуры РАН, Санкт-Петербург.

³ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 03-06-80431).

© Л. В. Алещукин, Е. А. Рябинин, М. В. Шитов, 2003

данных погребенных сред. Хозяйственная деятельность человека с древнейших времен вызывает изменения потоков вещества в ландшафтах: известны примеры повышенного содержания ряда микроэлементов даже в отложениях культурных слоев палеолита [10].

Поэтому при изучении геохимических особенностей ИП и АЗ необходимо учитывать палеоэкологические условия их образования — интенсивность и характер хозяйственной деятельности, восстановленные по археологическим данным. Настоящая статья посвящена апробации подходов к комплексному археолого-геохимическому изучению ИП и отложений культурных слоев в целях реконструкции геохимических особенностей древних ландшафтов и оценки динамики потоков вещества на земную поверхность.

Постановка задачи. Известно, что глубина пропикновения и интенсивность эпигенетических изменений почв, погребенных под насыпями (курганами, валами оборонительных сооружений и т. п.), невелики. ИП почвы могут на протяжении тысячелетий сохранять основные характеристики [2, 11]. В то же время опыт определения концентраций веществ (главным образом микроэлементов) в ИП России весьма противоречив. По сравнению с современными аналогами в ИП описаны как повышенные, так и пониженные концентрации микроэлементов (см., например, [6, 12–15]). Эти различия обусловлены двумя основными факторами — эпигенетическими изменениями ИП и антропогенным воздействием на их современные аналоги.

Эпигенетические процессы часто вызывают изменение содержания микроэлементов в ИП. Причем может происходить как обогащение ИП микроэлементами за счет сорбции из инфильтрующихся атмосферных вод или эффекта геохимического сопряжения ландшафтов, так и обеднение при миграции микроэлементов из ИП при выщелачивании, изменении окислительно-восстановительных условий, распада органического вещества почв и т. п. [14]. Кроме того, известны примеры локального загрязнения ИП, связанные с древними производственными центрами [8, 9]. Антропогенное воздействие на современные почвы сопровождается их загрязнением микроэлементами в промышленных регионах, а также обеднением почв при отчуждении микроэлементов с сельскохозяйственными культурами. При сравнительном анализе геохимических особенностей ИП и их современных аналогов учет относительного вклада данных факторов в формирование различий концентраций микроэлементов весьма затруднен.

Указанные обстоятельства накладывают ряд жестких ограничений на возможность применения ИП для реконструкции геохимических особенностей ископаемых ландшафтов и, как следствие, оценки изменчивости потоков (как естественных, так и антропогенных) вещества на земную поверхность. Используемые в этих целях ИП, а также условия их захоронения должны соответствовать, по крайней мере, следующим основным требованиям: 1) ИП должны являться типичными зональными автоморфными почвами элювиальных ландшафтов, сходными с современными аналогами по морфологическим и генетическим признакам, развитыми на одинаковых с ними почвообразующих отложениях в пределах одной биогеохимической провинции; 2) они должны быть надежно защищены геохимическим барьером от современного загрязнения с нисходящим током инфильтрующихся вод; 3) литолого-геохимические условия захоронения ИП должны препятствовать их выщелачиванию и выносу микроэлементов; 4) ИП в прошлом не должны были подвергаться техногенному загрязнению. При этом закономерности распределения микроэлементов по профилю ИП должны соответствовать современным аналогам. Изменение данных закономерностей может быть свидетельством наложенной миграции веществ в ископаемых почвах. Сочетание в каком-либо объекте таких условий — явление исключительное. Именно его редкость служит основным препятствием в попытках использовать ИП для изучения геохимических особенностей ископаемых ландшафтов.

Анализ геолого-геохимических условий захоронения ИП в археологических памятниках Ленинградской обл. позволил обнаружить пока единственный на этой территории объект, соответствующий, видимо, указанным выше требованиям. Им является раннесредневековое

Любшанское городище, где условия захоронения ИП и отложений культурных слоев исключают сколько-нибудь существенную наложенную миграцию микроэлементов.

Материалы и методы. По генезису и стратиграфическому положению в разрезе отложенный Любшанского городища выделен ряд стратифицированных образований, формирование которых связано с определенными этапами хозяйственного освоения данной территории в условиях различного по характеру и интенсивности антропогенного воздействия. Расчленение толщи ИП и АЗ, выделение стратиграфо-генетических образований, обоснование их возраста и установление этапов хозяйственного освоения территории производились по литологическим признакам, на основе типологического анализа предметов материальной культуры, конструктивных особенностей и данных радиоуглеродных определений абсолютного возраста строительных сооружений.

Для оценки геохимических особенностей ИП и АЗ Любшанского городища был проведен сравнительный анализ содержания подвижных форм Cu, Zn и Mn в различных погребенных стратиграфо-генетических образованиях и в современных зональных незагрязненных (условно незагрязненных) почвах в районе музея-заповедника «Старая Ладога».

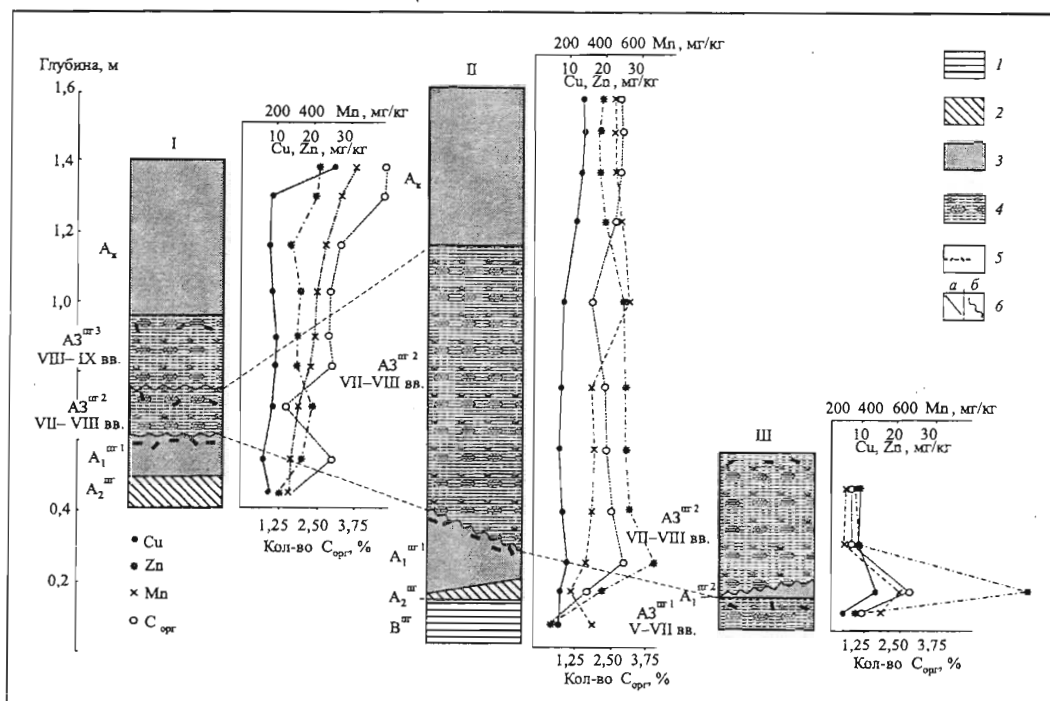
Cu, Zn и Mn — типичные биофильные элементы. Они имеют сходные особенности гипергенной миграции, малоподвижны в щелочных условиях, максимум их накопления в почвенном профиле наблюдается обычно в горизонте A₁, а у Mn, кроме того, в горизонте B [5, 16–18]. Поэтому содержание подвижных форм Cu, Zn и Mn является достаточно общим показателем эколого-геохимического состояния почв [6, 7], адекватно отражает уровень антропогенного загрязнения и может быть использовано для индикации динамики потоков вещества на подстилающую поверхность.

Были изучены пробы ИП и АЗ из трех разрезов на территории Любшанского городища. Каждый из разрезов имеет разный стратиграфический объем и частично перекрывается с другими так, что получена почти полная последовательность слоистых образований, охватывающих весь период существования поселения. Отбор проб во всех разрезах — непрерывный, из каждого стратиграфо-генетического образования или через интервал 0,10–0,15 м.

Для геохимической характеристики современных зональных дерново-подзолистых почв, развитых на песчаных суглинках, были изучены пробы современных почв из 8 пробных площадей в районе музея-заповедника «Старая Ладога». Пробы современных почв отбирались методом «конверта» из каждого генетического горизонта. Из аккумулятивного горизонта он производился в интервалах 0,00–0,05 и 0,2–0,05 м.

Пробоотбор почв и АЗ, пробоподготовка и экстракция подвижных форм Cu, Zn и Mn в 1,0 н. азотной кислоте осуществлялись согласно [19], определение Cu, Zn и Mn — атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре ААС-1 согласно [20], органического углерода — по Тюрину (см. [21]). Абсолютный возраст по ¹⁴C устанавливался в радиоуглеродной лаборатории Института истории материальной культуры РАН (ИИМК РАН). Всего использованы данные 12 определений абсолютного возраста.

ИП и АЗ Любшанского городища. Общая характеристика и история формирования. Любшанское городище расположено в Волховском районе Ленинградской обл. в устье р. Любши, правого притока р. Волхов, в 1,5 км ниже по течению от архитектурно-исторического музея-заповедника «Старая Ладога» — первой столицы северной Руси. Поселение на Любше первоначально было обследовано в 1968 г. С. Н. Орловым и затем, в 1970–1972 гг., — В. П. Петренко, сделавшими вывод о глубокой разрушенности памятника [22]. В 1997–2001 гг. работами Любшанского отряда ИИМК РАН установлено, что это поселение сохранилось значительно лучше, чем предполагалось ранее [23]. К настоящему времени здесь на площади более 400 м² раскопками вскрыта толща культурных слоев, общей мощностью до 2 м, охватывающих во времени более 500 лет. Стратиграфо-генетические образования Любшанского городища представлены ИП двух генераций, а также АЗ разновозрастных культурных слоев (рисунок).



Содержание подвижных форм Cu, Zn и Mn в ископаемых почвах и антропоземах Любшанского городища.

1–3 – генетические горизонты ИП и современных почв: 1 – иллювиальный, 2 – подзолистый, 3 – аккумулятивный; 4 – АЗ культурных слоев: гумусированные песчано-суглинистые отложения с известняковым щебнем и глыбами; 5 – древесный уголь; 6 – границы между стратиграфо-генетическими образованиями: а – согласные, б – несогласные.

Древнейшие ИП являются типичными для элювиальных ландшафтов Северо-Запада России зональными дерново-подзолистыми почвами южной тайги. Они развиты на широкораспространенных в пределах Ладожско-Волховской равнины верхнечетвертичных песчаных суглинках [24–26]. В районе Любшанского городища мощность почвообразующих суглинков не превышает 1,0–1,5 м; они залегают на коренных терригенно-карбонатных отложениях нижнего палеозоя.

Погребенные дерново-подзолистые почвы имеют хорошо развитый профиль (см. рисунок, I, II) и по морфологическим признакам слабо отличаются от современных аналогов. Аккумулятивный горизонт А₁^{м1} – черный или темно-серый; мощность его составляет 15–20 см. Подзолистый горизонт А₂^м характеризуется изменчивой мощностью – от 3–4 до 10–15 см и отчетливой листоватой структурой. Иллювиальный горизонт В^м имеет коричневато-желтый цвет, скорлуповатую структуру и более тяжелый гранулометрический состав по сравнению с горизонтами А₁^{м1} и А₂^м; его мощность превышает 10 см. В верхней части горизонта А₁^{м1} встречаются кости речных рыб и угли кострищ, образующие иногда прослойки мощностью до 2 см (см. рисунок, I, II), а также редкие фрагменты лепной, в том числе асбестовой, керамики раннего железного века и другие предметы материальной культуры.

По углю из горизонта А₁^{м1} получены 7 радиоуглеродных определений абсолютно го возраста. Экстремальными значениями являются 1730 ± 70 (ЛЕ-5659) и 1314 ± 22

(ЛЕ-5485) — 1270 ± 20 (ЛЕ-5484) лет тому назад. Четыре другие датировки находятся в возрастном диапазоне 1470 ± 70 (ЛЕ-5658) — 1380 ± 80 (ЛЕ-5656) лет назад. Часть угля и предметов материальной культуры из горизонта A_1^{nr1} связаны с первоначальным этапом заселения человеком территории Любшанского городища. Он приходится на середину III — середину V в. от Р. Х. В это время здесь, скорее всего, располагалась сезонная стоянка рыбаков.

Формирование ИП первой генерации происходило в течение длительного периода, когда антропогенное изменение потоков микроэлементов в ландшафтах района было незначительно малым — здесь нет никаких археологических свидетельств (шлаков, следов плавок, металлических изделий местного производства) возможности загрязнения почв металлами. Немногочисленные предметы материальной культуры представлены костяными и керамическими изделиями.

Следующий этап освоения человеком данной территории связан с возникновением первого укрепленного поселения, под оборонительными валами которого на части территории были захоронены зональные почвы. Материал валов представляет собой перемешанные почвы, почвообразующие суглинки и коренные отложения нижнего палеозоя — песчаники, мергели и известняки, формирующие особое стратиграфогенетическое образование — древнейшие $A3-A3^{nr1}$ (рисунок, III). Валы были армированы деревянными сооружениями, по углю из которых получены три радиоуглеродные датировки. Самая древняя из них — 1540 ± 35 (ЛЕ-5661), а самая молодая — 1303 ± 33 (ЛЕ-5487) лет тому назад. Это укрепленное поселение просуществовало недолгое время — об этом свидетельствует образовавшийся на валу гумусированный слой мощностью до 5 см — A_1^{nr2} (рисунок, III): В период формирования этих почв в Любшанском поселении зарождаются металлообработка и черная металлургия, о чем говорят редкие находки шлаков, а также металлических изделий местного производства, приуроченные к данному стратиграфическому уровню.

На рубеже VII–VIII вв. от Р. Х. поселение было разрушено, и на его месте возникает первое на Северо-Западе России⁴ поселение с каменно-земляными укреплениями. Оно имело типичную для мысовых городищ раннего средневековья треугольную форму со стороной 45–50 м и занимало общую площадь более 1000 м². С напольной стороны поселение было обнесено валом, сохранившимся к настоящему времени на высоту до 1,7 м. Материал вала — $A3^{nr2}$ (рисунок, I, II) — представлен песчано-глинистыми отложениями с обломками известняков. Он является смесью разновозрастных почв, почвообразующих суглинков, материала вала предыдущего поселения ($A3^{nr1}$), а также коренных терригенно-карбонатных отложений. По бровке и с наружной стороны вала были возведены каменные стены из уложенных насухо известняковых глыб, армированных деревянными конструкциями. Данные оборонительные сооружения имеют большие размеры, чем предыдущее поселение. Потому при возведении вала под ним были захоронены разновозрастные зональные почвы (см. рисунок, I, II), укрепления предыдущего поселения и сформировавшиеся на них маломощные почвы (см. рисунок, III).

Последнее поселение просуществовало около 200 лет, за которые накопился культурный — «жилой» слой мощностью до 1 м — $A3^{nr3}$ (см. рисунок, II), представленный песчано-глинистым гумусированным материалом с обломками известняка и инвентарными находками. На территории Любшанского городища в то время располагался ремесленный комплекс, включавший гончарное, стекольное, металлургическое и метал-

⁴ Возможно, это древнейшее каменное укрепление не только на Северо-Западе России, но и во всей Восточной и Северной Европе.

лообработывающее производства. Об этом свидетельствуют многочисленные находки керамики, шлаков, стеклянных бус, а также изделий местного производства из цветных металлов и железа.

В середине — второй половине IX в. от Р. Х. Любшанское поселение было разрушено и навсегда прекратило существование. На его развалинах сформировались почвы, претерпевшие глубокую антропогенную трансформацию при плантаже XVIII–XIX вв. В настоящее время они представляют собой культурные почвы мощностью до 0,5 м с неразвитым профилем — A_k (см. рисунок, I, II).

Формирование вскрытых раскопками зональных дерново-подзолистых ИП закончилось в момент возведения укреплений второго поселения — на рубеже VII–VIII вв. от Р. Х., что позволяет предполагать отсутствие существенного синхронного антропогенного загрязнения. ИП погребены под толщей АЗ терригенно-карбонатного состава мощностью до 1,5–2,0 м. При этом почвообразующие отложения — маломощные флювиогляциальные песчанистые суглинки — залегают на терригенно-карбонатных образованиях палеозоя. Следовательно, зональные ИП заключены между двумя щелочными барьерами, препятствующими как современному загрязнению с нисходящим током инфильтрирующихся вод, так и выносу веществ при выщелачивании. Поэтому, вероятно, ИП здесь до сих пор сохранили уровень содержания микроэлементов, сформировавшийся, по крайней мере, 1300 лет тому назад.

Результаты и их обсуждение. В табл. 1 и на рисунке, I–III приведены данные о содержании подвижных форм Cu, Zn и Mn, а также органического углерода в ИП и АЗ Любшанского городища. Как из них следует, распределение микроэлементов по разрезу весьма неравномерно.

Таблица 1. Содержание подвижных форм меди, цинка и марганца (мг/кг почвы), а также органического углерода $C_{орг}$ (масс. %) в почвах и АЗ Любшанского городища

Стратиграфогенетическое образование		Cu	Zn	Mn	$C_{орг}$
A_k	Интервал 0,05–0,00 м	14,0–25,5/19,8	19,00–22,5/20,8	460–630/545	2,88–4,92/3,9
	Интервал 0,40–0,05 м	8,6–14,6/10,0	13,0–20,8/16,6	460–540/470	3,0–4,92/3,60
	A_1^{nr2}	13,3	56,8	410	2,76
	A_1^{nr1}	6,8–8,0/7,37	16,3–32,0/24,1	200–240/220	3,0–3,12/3,06
	A_2^{nr}	6,8–7,0/6,9	10,3–17,5/13,9	180–200/190	1,68–1,80/1,7
	B^{nr}	5,3	3,0	290	0,18
	AZ^{nr3}	9,3	15,0	370	3,12
	AZ^{nr2}	7,5–8,5/8,0	19,0–24,3/21,6	290–310/300	1,80–2,40/2,10
	AZ^{nr1}	4,3	9,8	290	0,90

Примечание. Перед чертой указан диапазон изменения концентраций, после — среднее (то же для табл. 2).

В профиле зональных погребенных почв минимальные концентрации подвижных Cu и Zn наблюдаются в иллювиальном горизонте B^{nr} , где они составляют соответственно 5,3 и 3,0 мг/кг почвы. При этом горизонт B^{nr} обогащен Mn — 290 мг/кг почвы. В подзолистом горизонте A_2^{nr1} содержание Cu и Zn несколько возрастает, достигая соответственно 6,8–7,0 и 10,3–17,5 мг/кг почвы, при снижении концентрации Mn до 180,0–200,0 мг/кг почвы. В аккумулятивном горизонте A_1^{nr1} содержание Cu и Zn до-

стигает максимальных значений — соответственно 6,6–8,0 и 16,3–32,0 мг/кг почвы, а Mn не превышает 200–240 мг/кг почвы. Концентрация органического углерода в профиле зональных погребенных почв изменяется от 0,18% в горизонте В^{пг} до 1,68–1,80% в горизонте А₂^{пг 1} и достигает максимума в горизонте А₁^{пг 1}, где составляет 3,0–3,12%.

Разновозрастные АЗ Любшанского городища характеризуются закономерным возрастанием содержания подвижных форм Cu, Zn, и Mn от древних образований к более молодым (см. рисунок, табл. 1). В древнейших АЗ (АЗ^{пг 1}) концентрации Cu, Zn и Mn составляют соответственно 4,3, 9,8 и 290 мг/кг породы. В раннесредневековых АЗ укреплений второго поселения (АЗ^{пг 2}) они возрастают до 7,5–8,5, 19,0–24,3 и 290–310 мг/кг породы. Максимальных значений концентрации подвижных Cu и Mn достигают в отложениях «жилого» слоя Любшанского городища (АЗ^{пг 3}) — 9,3 и 370 мг/кг породы соответственно. При этом содержание подвижного Zn здесь несколько снижается и не превышает 15,0 мг/кг породы. Одновременно с ростом концентраций микроэлементов в АЗ возрастает и количество органического углерода: от 0,9% в АЗ^{пг 1} до 3,1% в АЗ^{пг 3}. По сравнению со средним содержанием подвижных форм Cu, Zn и Mn в аккумулятивном горизонте зональных погребенных почв А₁^{пг 1} коэффициенты концентрации этих микроэлементов составляют в АЗ^{пг 1} соответственно 0,6, 0,4 и 1,3; в отложениях вала АЗ^{пг 2} — 1,1, 0,9 и 1,4, а в АЗ^{пг 3} — 1,3, 0,6 и 1,7. То есть древнейшие АЗ несколько обеднены подвижными Cu и Zn и незначительно обогащены подвижными формами Mn. Отложения укреплений второго поселения близки по содержанию микроэлементов к зональным погребенным почвам, а отложения «жилого» слоя обогащены подвижными Cu и Mn при пониженном количестве Zn.

Маломощные почвы А₁^{пг 2}, развитые на древнейших АЗ, характеризуются максимальным для всего разреза содержанием подвижных форм микроэлементов. В них концентрации Cu, Zn и Mn достигают соответственно 13,3, 56,8 и 410 мг/кг почвы. По сравнению с горизонтом А₁^{пг 1} горизонт А₁^{пг 2} обогащен в 1,5–2 раза подвижными формами Cu, Zn и Mn. В нем содержание органического вещества несколько меньше, чем в аккумулятивном горизонте зональных погребенных почв А₁^{пг 1}, и составляет 2,76%, что близко к значениям в АЗ^{пг 2} и АЗ^{пг 3}.

Современные культурные почвы (А_к) характеризуются закономерным возрастанием концентраций подвижных форм Cu, Zn и Mn от минимальных значений в нижней части профиля до максимальных в приповерхностной части разреза (см. рисунок, табл. 1). Так, в интервале 0,45–0,05 м они составляют соответственно 8,6–14,6, 13,0–20,8 и 460–540 мг/кг почвы, в приповерхностном слое 0,05–0,00 м — возрастают до 14,0–25,5, 19,0–22,5 и 460–630,0 мг/кг почвы. По сравнению с горизонтом А₁^{пг 1} приповерхностный слой современных культурных почв обогащен подвижными формами Cu в 1,9–3,5 раза, Mn — в 2,1–2,9 раза. По концентрации подвижного Zn современные почвы близки к зональным ИП и АЗ Любшанского поселения. Содержание органического углерода во всей толще современных культурных почв изменяется в широком диапазоне — от 2,88 до 4,92%.

Таким образом, распределение микроэлементов в ИП и АЗ Любшанского городища обнаруживает ряд закономерностей. Максимум накопления подвижных форм Cu, Zn и Mn в профиле зональных погребенных почв приурочен к горизонту А₁^{пг 1}; отмечен также максимум содержания Mn в горизонте В^{пг}. Указанные закономерности распределения данных микроэлементов типичны и для современных дерново-подзолистых почв [5, 16, 17, 24, 27]. Их проявление в погребенных почвах Любшанского городища свидетельствует, вероятно, об отсутствии существенной миграции микроэлементов в профиле почв после их захоронения. Подтверждением этому является и распре-

ление микроэлементов в АЗ: минимальные концентрации отмечены в древнейших, а максимальные — в самых молодых, что отражает состояние и интенсивность металлообрабатывающего и металлургического производств во время формирования данных отложений и сопутствующего загрязнения природной среды металлами. Поэтому наблюдаемые концентрации микроэлементов в зональных погребенных почвах скорее всего характеризуют первоначальный, фоновый, уровень содержания микроэлементов в почвах.

Особенности распределения микроэлементов в разрезе АЗ Любшанского поселения свидетельствуют о возрастании локального антропогенного загрязнения почв района в период с IV до IX в. от Р. Х., когда на этой территории происходили этнические изменения и охотничьи финно-угорские племена сменились славянами-земледельцами, освоившими и широко использовавшими в то время металлообрабатывающее, металлургическое и стекольное производства.

Различия содержания органического вещества в разновозрастных АЗ связаны, вероятно, с неодинаковым загрязнением почв органикой в условиях временного поселения охотников (до VII в.) и постоянных протогородских поселений славян. Накопление органического вещества в селище ремесленников и крестьян существенно выше, чем во временном поселении охотников.

Обогащение горизонта $A_1^{г2}$ микроэлементами может быть вызвано антропогенным загрязнением уже в период существования славянского ремесленного центра, но до возведения его укреплений.

Распределение содержания Cu и Mn в разрезе современных культурных почв характеризуется отчетливым максимумом в приповерхностном слое, где оно в 2–3 раза и более выше, чем установленное для древнейших погребенных почв, что отражает соответствующий рост интенсивности потоков веществ на подстилающую поверхность в новейшее время.

Таблица 2. Содержание подвижных форм меди, цинка и марганца (мг/кг почвы), а также органического углерода ($C_{орг}$, масс.%) в дерново-подзолистых почвах района музея-заповедника «Старая Ладога»

Генетический горизонт		Cu	Zn	Mn	$C_{орг}$
A ₁	Интервал 0,05–0,00 м	3,5–6,3/5,2	4,5–6,0/5,2	190–250/230	3,52–5,46/4,3
	Интервал 0,20–0,05 м	3,0–3,5/3,2	2,8–3,0/2,9	200–210/207	3,70–4,44/3,90
A ₂		1,8–2,5/2,1	Следы–2,0	100–130/112	1,72–3,73/2,65
B		1,3–1,8/1,5	1,2–1,3/1,2	30–90/70	0,8–1,32/0,95

В табл. 2 приведены данные о содержании подвижных форм Cu, Zn и Mn, а также органического углерода в почвах района музея-заповедника «Старая Ладога», а в табл. 3 — литературные данные о концентрации подвижных форм некоторых микроэлементов в дерново-подзолистых почвах, развитых на флювиогляциальных суглинках в пределах восточной части Ленинградской обл. и Северо-Запада России в целом. Как следует из результатов таблиц, в профиле почв района музея-заповедника «Старая Ладога» наблюдается некоторое обогащение подвижными Cu, Zn и Mn приповерхностной части (интервал 0,05–0,00 м) горизонта A₁, где содержание этих микроэлементов составляет соответственно 3,5–6,3, 4,5–6,0 и 190–250 мг/кг почвы. В нижней части горизонта A₁ концентрации этих микроэлементов (в мг/кг почвы) несколько ниже: Cu — не превышает 3,0–3,5, Zn — 2,8–3,0 и Mn — 200–210. Горизонт A₂ обеднен подвижными формами Cu, Zn и Mn: соответственно 1,8–2,5, 0,0–2,0, 100–130 мг/кг почвы. Минималь-

ные концентрации микроэлементов характерны для горизонта В, в котором подвижные Cu, Zn и Mn не превышают соответственно 1,3–1,8, 1,2–1,3 и 30–90 мг/кг почвы. Содержание органического углерода в профиле современных почв изменяется от 0,80–1,32% в горизонте В до 3,52–5,46% в верхней части аккумулятивного горизонта А₁.

Таблица 3. Содержание подвижных форм меди, цинка и марганца (мг/кг почвы) в дерново-подзолистых почвах Северо-Запада России, развитых на песчаных суглинках

Регион	Горизонт	Cu	Zn	Mn	Литература
Северо-Запад России в целом	А ₁	1,3–1,7	1,5–1,6	100	[18, 28, 29]
	А ₂	0,2–1,2	0,87–1,0	12,5–60,0	
	В	0,6–2,5	1,3–1,7	37,5–123,7	
Восточная часть Ленинградской обл.	Слой 0,0–0,2 м	2,0–3,0	3,0–5,0	60,0–80,0	[30]
	А ₁	0,6–5,0	0,6–1,0	50,0–141,0	[24, 27]
	А ₂	0,2–3,7	0,3–0,4	31,5–60,0	
	В	0,4–3,3	0,3–0,6	37,5–70,0	

Для дерново-подзолистых почв восточной части Ленинградской обл. и Северо-Запада России, развитых на флювиогляциальных песчаных суглинках (см. табл. 3), распределение микроэлементов достаточно типично. В целом по региону содержание подвижных форм Cu в горизонте А₁ подзолистых почв изменяется от 0,6 до 5,0 мг/кг почвы, Zn — от 0,6 до 5,0 мг/кг почвы и Mn — 50–141 мг/кг почвы. То есть по содержанию подвижных форм Cu и Zn почвы Старой Ладogi сходны с известными в литературе, а количество Mn в них несколько выше. При этом установленные концентрации подвижного Zn близки к максимальным среди известных значений.

Зональные ИП Любшанского городища по содержанию некоторых микроэлементов существенно отличаются от современных аналогов из района Старой Ладogi. Так, по сравнению с горизонтом А₁ современных почв горизонт А₁^{пр} в среднем обогащен подвижными формами Cu в 1,2–2,5 раза и Zn — в 4,0–8,6 раза; обогащения подвижным Mn не отмечено — его коэффициент концентрации изменяется от 0,9 до 1,2. Горизонт А₂^{пр} в среднем обогащен Cu в 2,7–3,8 раза, Zn — более чем в 7 раз и Mn — в 1,5–1,9 раза; горизонт В^{пр} — Cu в 2,9–4,0, Zn — в 2,3–2,5 и Mn — в 3,2–9,6 раза. По содержанию органического вещества ИП близки или несколько обеднены по сравнению с современными аналогами: оно составляет в ИП 3,0–3,12% против 3,52–5,46% в современных.

Таким образом, наиболее контрастными по содержанию в аккумулятивном горизонте ископаемых и современных почв являются подвижные формы Zn, коэффициент концентрации которых в ИП максимален. По содержанию Mn в аккумулятивном горизонте ИП близки к современным; подвижные формы Cu занимают по степени концентрации в ИП промежуточное положение. В профиле ИП коэффициенты концентрации подвижных Cu и Mn закономерно возрастают от минимальных значений в аккумулятивном горизонте до максимальных в иллювиальном; для Zn эта закономерность не вполне четкая.

Как показано выше, вероятность эпигенетического или антропогенного обогащения микроэлементами зональных ИП Любшанского городища крайне мала. При сравнительном анализе их геохимических особенностей с современными аналогами из района Старой Ладogi следует учитывать, что последние сформировались, скорее всего, на различного возраста залежах — зональные почвы района используются в сельском хозяйстве более 1000 лет [31, 32] и могут быть обеднены микроэлементами. Тем не менее

они достаточно близки по содержанию микроэлементов и органического углерода к почвам Северо-Запада России и могут быть применены для сравнения. Поэтому установленные различия концентраций и распределения по почвенному профилю микроэлементов в ископаемых и современных почвах обусловлены не методическими ошибками или зависимостью наблюдавшихся характеристик от содержания органического углерода, а особенностями формирования и эволюции почв в раннем средневековье и в настоящее время.

Почвообразующие отложения Поволховья и в меньшей степени современные суглинистые дерново-подзолистые почвы характеризуются повышенным валовым содержанием Zn [33, 34]. При этом подзолистые почвы Ладожско-Волховской равнины в целом обеднены подвижными формами Mn [26] и Cu, которых в почвах обычно меньше, чем в почвообразующих породах [27]. В то же время по сравнению с современными аналогами максимальное обогащение аккумулятивного горизонта ИП Любшанского городища установлено именно для Zn, в меньшей степени — для Cu и не выявлено для Mn. Это позволяет связать установленные различия содержания микроэлементов с естественной эволюцией геохимических особенностей почв и длительностью процессов почвообразования.

Принимая за условное начало формирования современных ландшафтов Поволховья рубеж I и II тыс. до Р. Х. — время завершения Ладожской трансгрессии и стабилизации близкого к современному уровня поверхностных и грунтовых вод (обсуждение проблемы см., например, [35, 36]), получаем, что до консервации под валами почвы Любшанского городища развивались не более 1500 лет. Это срок, сопоставимый со временем формирования всех морфологических и геохимических особенностей профиля дерново-подзолистых почв [27]. Современные почвы Поволховья имеют в 2 раза ббльший возраст. Как следствие, можно предположить, что по сравнению с более молодыми почвами Любшанского городища они претерпели длительное развитие и оказались обеднены микроэлементами за счет выщелачивания. Из почв мигрировали, видимо, многие микроэлементы, но изначально высокое содержание Zn через 3 тыс. лет развития почв уменьшилось в относительном выражении гораздо более явно, чем количество Mn, невысокое с самого начала. Подтверждением этому является и установленное возрастание коэффициентов концентрации микроэлементов в профиле ИП от аккумулятивного к иллювиальному горизонту, которое, возможно, свидетельствует о более глубокой дифференциации геохимического профиля современных почв по сравнению с ископаемыми.

Подтверждение предложенного механизма формирования различий содержания микроэлементов в ИП и современных почвах требует дополнительных данных.

Заключение. Результаты археолого-геохимического изучения ИП и АЗ культурных слоев Любшанского городища свидетельствуют о применимости использованных подходов для реконструкции ландшафтно-геохимических условий формирования этих отложений. Их расчленение по стратиграфическим и генетическим признакам, а также анализ археологических данных позволяют увязать геохимические особенности стратифицированных образований с различными этапами хозяйственного освоения данной территории.

Зональные ИП Любшанского городища сохранили уровень содержания ряда микроэлементов, сформировавшийся около 1300 лет тому назад, а распределение микроэлементов в АЗ четко фиксирует варьирование уровня загрязнения природной среды металлами при изменении этнокультурных условий и, как следствие, интенсивности металлургии и металлообработки в древних поселениях.

Концентрации Cu и Zn в аккумулятивном горизонте зональных ископаемых почв Любшанского городища в 2–4 раза выше, чем в современных аналогах, а подвижного Mn близка к значениям, типичным для дерново-подзолистых почв Поволжья. При недостаточной пока изученности геохимических особенностей ИП, противоречивости имеющихся в литературе результатов их сравнительного анализа с современными [6, 12–15], преобладают факты, указывающие на относительное обогащение ИП микроэлементами по сравнению с их современными аналогами. Это связано, видимо, со многими факторами — вековым изменением глобальных потоков микроэлементов, почвенно-климатических условий, а также с длительностью формирования почв. Молодые, захороненные в древности, почвы богаче микроэлементами, чем современные, длительное развитие которых сопровождалось их выщелачиванием и обеднением микроэлементами. Влияние именно этого фактора можно считать предварительно установленным по результатам изучения ИП Любшанского городища. В целом необходимо признать, что проблема изменения геохимических особенностей почв при естественной эволюции ландшафтов исследована еще недостаточно.

ИП — это «летопись» изменений потоков вещества на земную поверхность и единственное известное свидетельство ландшафтно-геохимических условий древности. Их изучение открывает возможность выявления геохимических особенностей длительной эволюции почв в контексте изменения природных условий и антропогенного воздействия на окружающую среду. ИП, не измененные эпигенетическими процессами и сохранившие первоначальный уровень содержания микроэлементов, являются очень редкими и должны сохраняться как эталоны.

Summary

Aleshukin L. V., Ryabinin E. A., Sheetov M. V. Fossil soils of the Lubsha-burg as an evidence of the landscape-geochemical conditions in Early-Medieval of Ladoga region.

Lubsha-burg is the oldest stone-soil fortification in the northern and eastern Europe. This burg was founded by slaves about 1300–1400 years ago at the place of a more ancient settlement. Simultaneous soils were preserved under the ramparts of these fortifications. These soils have been kept unchanged by diagenetical processes and have retained the medieval concentrations of Cu, Zn and Mn. Comparing with the modern analogues, fossil soils of the Lubsha moor are enriched with Cu by 1,2–2,5 times and Zn by 4,0–8,6 times. Concentration of the Mn in the fossil soils is close to the modern soils. These differences are due to the modern soils. These differences are due to the evolution of the geochemical background and the age of the soils.

Литература

1. Александровский А.Л. Методы реконструкции антропогенной эволюции почв // Источники и методы исторических реконструкций изменений окружающей среды / Под ред. В. В. Анненкова. М., 1991.
2. Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосибирск, 1997.
3. Сычева С.А. Почвенно-геоморфологические аспекты формирования культурного слоя древних поселений // Почвоведение. 1994. № 3.
4. Добровольский В.В. Ландшафтно-геохимические критерии оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами // Почвоведение. 1999. № 5.
5. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М., 1983.
6. Мотузова Г.В., Карпова Е.А., Малинина М.С., Чичиева Т.Б. Почвенно-химический мониторинг фоновых территорий. М., 1989.
7. Мотузова Т.В., Чичиева Т.Б. О мониторинге подвижных форм тяжелых металлов в почвах фоновых районов // Мониторинг фонового загрязнения природных сред / Под ред. Ю. А. Израэля. Л., 1987. Вып. 4.
8. Александровская Е.И., Александровский А.Л. Аккумуляция антропогенного вещества в почвах и культурном слое Москвы в течение 12–19 веков // Проблемы антропогенного почвообразования: Тез. докл. Междунар. конференции. М., 1997.
9. Кайданов О.В. Геохимия культур-

ных слоев древних городов // Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения / Под ред. А. А. Головина, Е. П. Сорокиной. М., 1991. 10. *Нестерова Е.В.* Литологические особенности культурных слоев позднепалеолитических стоянок Костенковско-Борщевского района // Вестн. Воронежск. ун-та. Сер. геол. 1999. Вып. 7. 11. *Иванов И.В.* Эволюция почв степной зоны в голоцене. М., 1992. 12. *Данилов Н.И.* Микроэлементы в погребенном черноземе Траянова вала и пашенном черноземе карбонатном // Микроэлементы в сельском хозяйстве Молдавии / Под ред. С. И. Тома. Кишинев, 1977. 13. *Дергачева М.И., Иванова А.И., Кузнецов П.Ф., Карпова Е.А.* Погребенные под курганами почвы как фон для оценки химического загрязнения территорий // Взаимодействие человека и природы на границе Европы и Азии: Тез. докл. Междунар. конференции. Самара, 1996. 14. *Кузнецов В.А., Генералова В.А.* Микроэлементы, радиоизотопы и формы их нахождения в погребенных голоценовых почвах // Вестн. АН Беларуси. Сер. хим. наук. 1996. №2. 15. *Рябова Л.И.* Формирование микроэлементного профиля в голоценовых почвах Беларуси // Геохимия ландшафтов, палеоэкология человека и этногенез: Тез. докл. междунар. конференции. Улан-Удэ, 1999. 16. *Алексеевко В.А., Алещукин Л.В., Безпалько Л.Е.* и др. Цинк и кадмий в окружающей среде. М., 1991. 17. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях / Пер. с англ.; Под ред. Ю. Е. Света. М., 1989. 18. *Химия тяжелых металлов, мышьяка и молибдена в почвах* / Под ред. Н. Г. Зыриной, Л. К. Садовниковой. М., 1985. 19. *Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами* / Под ред. Н. Г. Зыриной, С. Г. Малаховой. М., 1981. 20. *Применение фотометрии пламени в почвоведении, мелиорации и сельском хозяйстве* / Под ред. Д. С. Орлова. Москва; Новочеркасск, 1981. 21. *Ариушикина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. М., 1970. 22. *Петренко В.П., Шитова Т.Б.* Любшинское городище и средневековые поселения Северного Поволжья // Средневековая Ладога / Под ред. В. В. Седова. Л., 1985. 23. *Рябинин Е.А., Дубашинский А.В.* Любшанское городище в нижнем Поволжье. Предварительное сообщение // Ладога и ее соседи в эпоху средневековья / Под ред. Е. Н. Носова, А. Н. Кирпичникова. СПб., 2002. 24. *Подзолистые почвы Северо-Запада Европейской части СССР* / Под ред. Н. А. Ногоиной. М., 1979. 25. *Почвенно-геологические условия Нечерноземья* / Под ред. Е. М. Сергеева. М., 1984. 26. *Почвы Ленинградской области* / Под ред. В. К. Пестрякова. Л., 1973. 27. *Дворникова Л.Л.* Условия почвообразования и содержание микроэлементов в некоторых почвах Ордовикского плато // Северо-Запад европейской части СССР / Под ред. А. И. Зубкова, Б. Н. Семевского. Л., 1969. Вып. 7. 28. *Влияние атмосферного загрязнения на свойства почв* / Под ред. Л. А. Гришиной. М., 1990. 29. *Ровинский Ф.Я., Петрухин В.А., Виженский В.А.* и др. Фоновое содержание микроэлементов в природных средах (по мировым данным) // Мониторинг фонового загрязнения природных сред / Под ред. Ю. А. Израэля. Л., 1987. Вып. 4. 30. *Микроэлементы в почвах СССР* (подвижные формы микроэлементов в почвах Европейской части СССР) / Под ред. Н. Г. Зыриной, Г. Д. Величиной. М., 1981. 31. *Аалто М., Хейнайоки Х.* Растительность и окружающая среда Старой Ладоги в эпоху викингов // Древности Поволжья / Под ред. А. Н. Кирпичникова. СПб., 1997. 32. *Исаченко Г.А.* «Окно в Европу»: история и ландшафты. СПб., 1998. 33. *Геохимическая карта почв и почвообразующих пород Ленинградской области масштаба 1:600 000* / Под ред. Ф. Я. Сапрыкина. М., 1978. 34. *Карта геохимического районирования почвенного покрова Ленинградской области (по данным содержания микроэлементов) масштаба 1:600 000* / Под ред. Ф. Я. Сапрыкина. М., 1978. 35. *Верзилин Н.Н., Калмыкова Н.А.* Особенности и причины изменений уровня воды в Ладожском озере в голоцене // Вестн. С.-Петербур. ун-та. Сер. 7: Геология, география. 2000. Вып. 1 (№7). 36. *Малаховский Д.Б., Арсланов Х.А., Гей Н.А.* и др. Новые данные по голоценовой истории Ладожского озера // Эволюция природных обстановок и современное состояние геосистемы Ладожского озера / Под ред. Н. Н. Давыдовой, Б. И. Кошечкина. СПб., 1993.