

ГЕНЕЗИС
И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.4

ПОЧВЕННО-СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ ЗАПИСЬ ЭВОЛЮЦИИ
ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ГОЛОЦЕНА, ТЕЛЛЬ ЮНАЦИТЕ, БОЛГАРИЯ

© 2020 г. А. Л. Александровский^{a, *}, В. И. Балабина^b, Т. Н. Мишина^b, С. Н. Седов^{c, d, e}

^aИнститут географии РАН, Старомонетный пер., 29, Москва, 119017 Россия

^bИнститут археологии РАН, ул. Дм. Ульянова, 19, Москва, 117036 Россия

^cИнститут геологии, Национальный автономный университет, Мексика, 04510 Мехико

^dТюменский индустриальный университет, ул. Володарского, 38, Тюмень, 625000 Россия

^eИнститут криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, ул. Малыгина, 86, Тюмень, 625026 Россия

*e-mail: alexandrovskiy@mail.ru

Поступила в редакцию 11.02.2019 г.

После доработки 14.05.2019 г.

Принята к публикации 20.06.2019 г.

Предлагается метод реконструкции палеосреды голоцена на основе анализа педо-биомаркеров в отложениях теллей. На телле Юнаците такие реконструкции проведены на примере двух типов записи среды: а) почвенной, зафиксированной в профиле срединной и нижней почв телля; она отражает изменение условий педогенеза усредненно за относительно продолжительные промежутки времени; б) почвенно-седиментационной, содержащейся в культурных отложениях энеолита и раннего бронзового века, мощностью 3.5 и 2.5 м соответственно. Нижняя почва, залегающая на глубине 9.2–10.0 м, погребенная около 5000 кал. лет до н.э. (хронология основана на калиброванных ¹⁴С датах), малогумусная и карбонатная, свидетельствует о засушливых условиях климата VI тыс. до н.э. Срединная почва, лежащая на глубине 5 м, формировалась по ¹⁴С данным около 1500 лет (4350–2850 кал. лет до н.э.). По данным микроморфологических и химических анализов, она сильнее гумусирована и выщелочена от CaCO₃, так как формировалась в более влажных условиях климата. В отложениях энеолита и бронзового века, накапливавшихся около 600 лет в V тыс. до н.э. и около 350 лет в III тыс. до н.э., выявлена детальная запись во времени процессов выщелачивания CaCO₃. В связи с увеличением влажности климата, выщелачивание активизировалось дважды: около 4500 и 2800 кал. лет до н.э. В эти же два периода, особенно 4500 кал. лет до н.э., доля остатков влаголюбивого бука значительно возрастает, доля дуба снижается. Сходные данные получены по результатам анализа фитоцитов и палинологии.

Ключевые слова: палеопочвы, палеоботаника, палеосреда голоцена, Балканы, энеолит, черноземы

DOI: 10.31857/S0032180X20010025

ВВЕДЕНИЕ

Исследования палеопочв курганов и других археологических объектов степей юга России, а также прилегающих лесостепных и лесных территорий позволили получить новые результаты, касающиеся эволюции педогенеза, и на их основе разработать схемы истории климата и ландшафтов в голоцене [3, 13, 15, 26]. Вместе с тем данные, полученные на примере подобных объектов, характеризуют только вторую половину голоцена. Для времени атлантического и более ранних периодов (6–12 тыс. кал. л.н.) подобных данных мало, что определяет противоречивость палеорекоkonструкций. В связи с этим большой интерес представляют собой телли, имеющиеся в смежных регионах, возраст которых может превышать 10 тыс. лет.

Причем, под всеми изученными нами теллями были обнаружены погребенные почвы [2].

Телли выделяются среди других древних поселений большой мощностью культурного слоя (КС) и выглядят как высокие, иногда до 30 м, холмы. Появились они на рубеже плейстоцена и голоцена у культур эпипалеолита и докерамического неолита на Ближнем Востоке [32]. Затем, в неолите и бронзовом веке они широко распространились, сформировав “теллевую зону”, включающую Месопотамию, Малую и Среднюю Азию, Египет, Закавказье, Балканы и Средний Дунай [1, 2, 8, 29, 31–34, 36, 37, 40, 50].

По данным археологических исследований, на телле Юнаците напластования формировались в течение нескольких тысячелетий – от энеолита до раннего средневековья. Впервые телль раска-

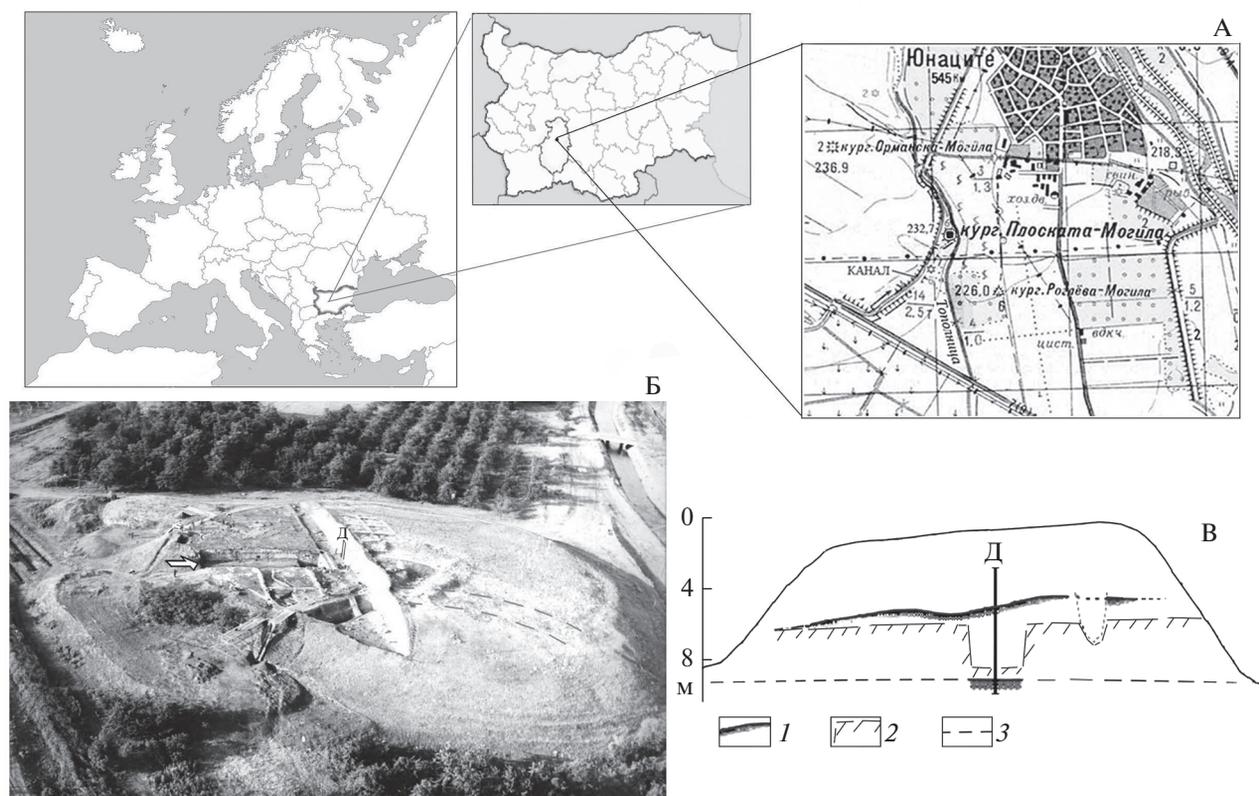


Рис. 1. Расположение телля (А) — курган Плоская могила около с. Юнаците, в области Пазарджик в Болгарии; Б — раскопки телля, 1982 г. (траншея Микова (указана стрелкой), расположение колонки Д, полуколыцевой ров бронзового века, отвалы, в правой части — канал, в левом верхнем и нижнем углах — протока р. Тополнищи); В — схематическое строение телля: 1 — срединная и нижняя погребенные почвы; 2 — дно раскопа 2001 г. и траншеи Микова 1937–1939 гг., расположение колонки Д и рва бронзового века; 3 — предполагаемое положение основания телля.

пывали в 30-х годах [21]. Новые раскопки начались в конце 70-х годов, а в начале 80-х была образована Болгаро-Российская экспедиция, работавшая на памятнике до 2001 г. Все эти годы последовательно раскапывалась восточная часть телля, к которой был привязан и раскоп-траншея 30-х годов (рис. 1). Изучены напластования железного века, 16 горизонтов эпохи ранней бронзы и верх отложений энеолита [16, 20, 25]. К 2002 г. раскопки были доведены до уровня –6...–7 м, при общей мощности КС более 9 м. Были выявлены и исследованы палеопочвы: современная, срединная, разделяющая отложения энеолита и РБВ, и палеопочва, подстилающая телль [5–7, 17]. Проводились палеоботанические исследования [8, 43, 44]. Отложения телля датировались [9, 19, 28, 35].

Особый интерес для изучения палеоэкологии голоцена представляет колонка Д, включающая слой энеолита, раннего бронзового века (РБВ), разделяющая их почву (срединную), а также почву, подстилающую телль. Почвы характеризуют перерывы в седиментации, их длительность и характер условий среды прошлого [3, 13, 38]. Почвенные процессы идут и в периоды отложения

КС телля, что позволяет проводить реконструкции характера педогенеза и палеосреды с высоким разрешением во времени.

Цель работы — реконструкция условий палеосреды среднего голоцена по результатам исследования почв и отложений телля комплексом методов палеопочвоведения и палеогеографии.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Телль у с. Юнаците расположен в Верхней Фракии (Болгария) на выположенном днище широкой Фракийской долины между Среднегорским и Родопским горными массивами, на правом берегу западного рукава р. Тополница, недалеко от ее впадения в р. Марицу. Поверхность долины наклонена к востоку-юго-востоку и осложнена невысокими речными террасами р. Тополницы, сложенными суглинистым аллювием. Телль находится в нижней половине пологого склона террасы к пойме. Почвы черноземные (Chernozems and Phaeozems), встречаются серые лесные (Luvisols). Современные ландшафты степные переходные к лесостепным. Климат умеренно-континентальный

переходный к средиземноморскому. Средняя температура июля 23°C, января – около 0°C. Среднегодовая температура 11.3°C. Годовое количество осадков 550 мм [11].

Колонка Д расположена в средней части центрального профиля, охватывает стенку раскопа с глубины 2.5 м, и ниже, стенку траншеи В. Микова, расчищенные нами в 2001 г. до уровня –8.75...–8.80 м (рис. 1). По этой части толщи мощностью 6.3 м составлено подробное описание. Пробы взяты также ниже, до глубины около 10 м, при помощи бурения. В итоге исследованы следующие основные стратиграфические горизонты (СГ): СГ1 – слой РБВ, глубина 2.5–5.0 м, СГ2 – срединная почва (4.9–5.3 м), СГ3 – слой энеолита (5.3–9.2 м), СГ4 – нижняя почва (9.2–9.9 м).

Приведем описание разреза по колонке Д:

–2.50...–3.00 м. Верхний из вскрытых *горизонтов РБВ* – серовато-палевый, сухой, по количеству угля и пепла неясно выделяются три прослоя.

–3.00...–5.18 м. Слоистый буровато-палевый суглинок, местами глина. Состоит из многочисленных четко выраженных прослоев, относящихся к строительным горизонтам X–XVII. Окраска и состав прослоев различается: пепелистые сероватые, зеленоватые глинистые, линзы белесой золы, прослои горелого зерна, встречаются ямы, нарушающие стратиграфию. Вся толща содержит педогенные карбонаты в виде мелких белесых пятен, пропитки, мицелярных форм. В колонке Д линза золы (низ гор. XVII) лежит на поверхности погребенной почвы. Горизонт XVI – мощный, следы активной строительной деятельности – линзы строительного мусора, пепла, глубокие столбовые ямы, крупные камни, много небольших нивелировочных подсыпок, границы подсыпок фиксируют тонкие прослойки саж, золы, желтой глины; горизонт XV сложен желтовато-серым суглинком, перекрыт тонким сажистым прослоем; горизонт XIV – внизу лежат остатки разрушенной постройки, посредине – углистая прослойка, сверху насыпной слой; горизонт XIII – слой горелого органического вещества, перекрытый насыпным суглинком; горизонт XII включает обгоревшие строительные остатки, перекрытые тонкой золистой прослойкой и, выше – два нивелировочных прослоя из грунта с включением золы и углей; горизонт XI – мощный, верхняя часть рыхлая, нижняя – плотная; горизонт X – серые прослоя (содержат гумус, сажу или дисперсный уголь).

–5.05...–5.18(5.25) м. Горизонт AU *срединной почвы*. Верхняя часть того же насыпного слоя, полностью переработанная почвообразованием и преобразованная в гумусовый горизонт почвы.

Темно-серо-бурый суглинок, комковатый, слабо уплотнен, встречаются копролиты червей, имеются мелкие включения керамики, гравия (их количество и размеры увеличиваются с глубиной). В основании горизонта имеется тонкая прослойка гравия. Переход к нижележащему постепенный.

–5.18(5.25)...–5.40 м. Горизонт АВ. Серо-бурый суглинок, сверху темный, постепенно светлеет книзу, комковатый (оструктурен слабее, педы крупнее, чем в горизонт АУ), уплотнен. Включений артефактов больше, местами примесь фрагментов прокаленного грунта красного цвета. Переход постепенный.

–5.40...–5.70 м. Горизонт ВСА. Насыпной (нивелировочный) слой. Серовато-палевый суглинок, слабо уплотнен, имеются обломки керамики и другие артефакты энеолита. До глубины –5.90...–5.80 м прослеживаются кротовины, заполненные темным материалом верхних горизонтов вышележащей почвы.

–5.70...–6.00 м. Жилой горизонт со следами пожаров, разрушений и останками людей в разрушенных постройках. Серый пылеватый суглинок.

–6.00...–6.90 м. Намывной слой (по Ю.А. Лаврушину) сложен серым рыхлым, пылеватым суглинком с включениями тонких прослоев золы, фрагментов измельченной обгоревшей деструкции, костей и керамики.

–6.90...–7.78 м. Видны следы двух последовательных нивелировок под постройку культуры Караново VI (А и Б, рис. 2) и более поздние хозяйственные сооружения – остатки пифосов (зернохранилищ), небольших обгоревших сооружений (кирпичи, очаги) и сооружения, перекрывшего пифосы. Светло-серо-бурый суглинок с зеленоватыми прослойками.

–7.78...–8.40 м. Остатки постройки (культура Марица), включают пол и завал конструкций. На полу накопились отложения 15–20 см прежде, чем на них упали стены постройки. Суглинок серовато-буроватый, уплотненный.

–8.40...–8.80 м. Коричневатый суглинок. Много артефактов. В верхней части прослой с линзами угля и золы.

–8.80...–9.20 м (бурение). Серо-бурый суглинок, неоднородный слабоуплотненный, встречаются угольки, обломки керамики.

–9.20...–10.00 м (бурение). Горизонты АУ и АВСА *нижней палеопочвы*. Буровато-серый, верхние 30 см светлее, суглинок средний, уплотненный, комковатый. Книзу светлеет, появляются мелкие конкреции CaCO₃.

Использовали комплекс методов, применяемых с целью реконструкции палеосреды: морфолого-аналитический анализ профилей почв и признаков педогенеза, имеющих в мощных

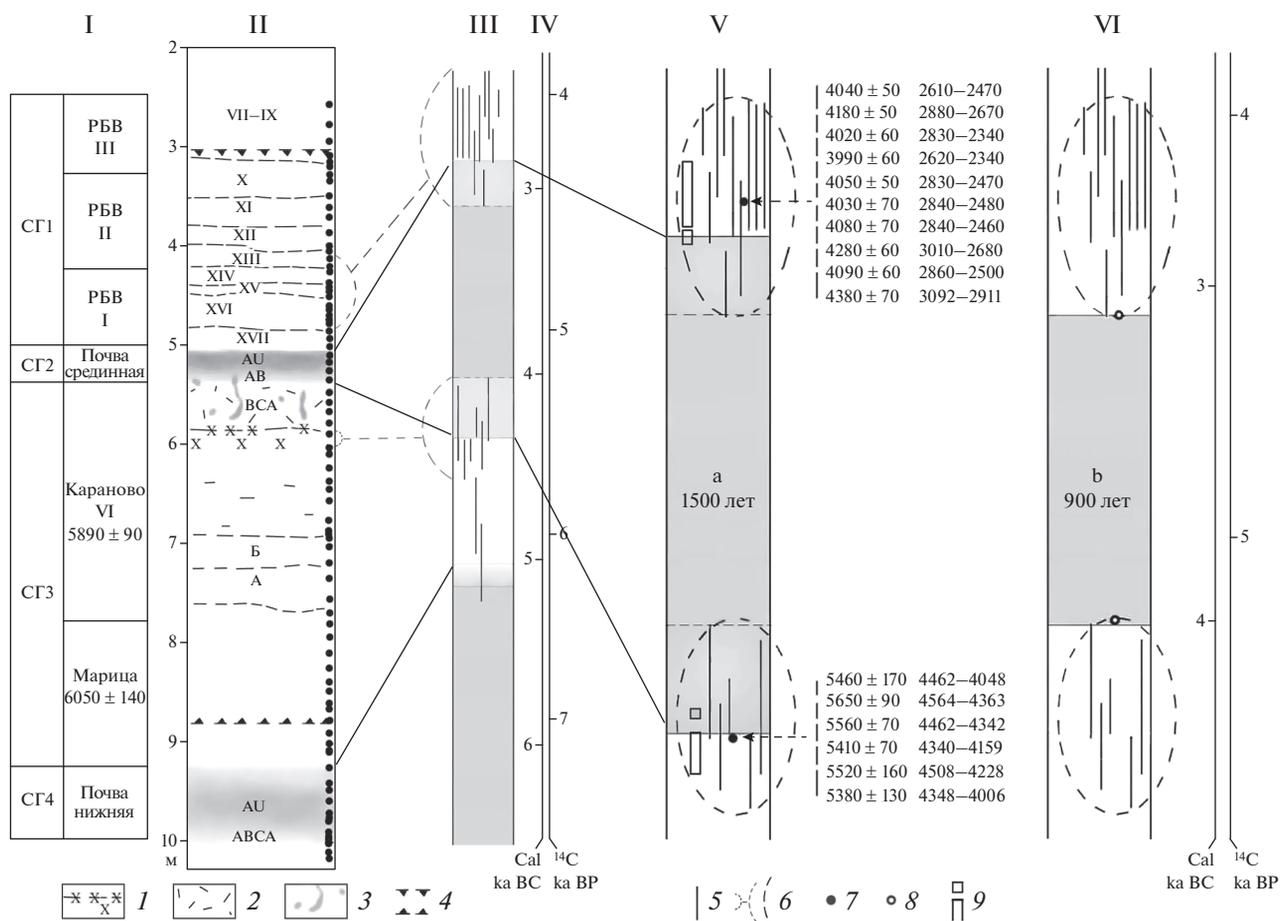


Рис. 2. Хронология телля: I – положение слоев энеолита (U3: Караново VI, Марица), раннего бронзового века (U1: РБВ) и почв (U1, 4) на шкале глубин; II – стратиграфическая колонка (черными кружками показана глубина отбора проб); III – положение на шкале времени периодов накопления культурных слоев и формирования почв, а также основных групп дат, характеризующих время формирования срединной почвы (обозначены пунктирной линией); IV – шкалы календарного (калиброванного) времени, тыс. лет до н.э. (Cal ka BC), и радиоуглеродного времени, тыс. л.н. (^{14}C ka BP); V – возраст срединной почвы, определенный путем вычисления среднего значения для групп ^{14}C дат (a); VI – то же, на основе традиционного анализа групп дат (b). 1 – слой гибели поселка энеолита; 2 – мешаный грунт, набросанный на слой с останками жителей поселка; 3 – кротовины, связанные со срединной почвой, образованной на мешаном грунте (530–580 см); 4 – верхняя и нижняя границы расчистки по колонке Д; 5 – интервалы калиброванных дат; 6 – положение групп дат на шкале глубин и на шкале времени; 7 – даты начала образования почвы и ее погребения, полученные на основе традиционного анализа групп ^{14}C дат (b); 8 – то же, путем определения среднего значения для групп дат (a); 9 – интервалы калиброванного возраста, полученные с помощью программы Combine.

КС, а также результаты палеоботанических определений [8, 17, 43].

Среди почвенных анализов, примененных при изучении телля, следует выделить определение содержания $\text{C}_{\text{орг}}$ по Тюрину, фосфора – на рентген-флуоресцентном анализаторе, CaCO_3 – по Козловскому, которые можно успешно использовать для реконструкции природных и антропогенных изменений среды [32, 33]. При этом содержание фосфора характеризует в основном интенсивность деятельности человека. Вариации содержания CaCO_3 по слоям телля определяются не только антропогенным фактором, но и активностью выщелачивания и осаждения новообразованных форм, зависящей от количества атмо-

сферных осадков. Для реконструкции условий среды в периоды педогенеза, кроме морфологии почв, использовали данные по содержанию CaCO_3 и величине аккумуляции органического вещества.

Из всех горизонтов палеопочв и из ряда культурных слоев были взяты образцы ненарушенного сложения для изготовления почвенных шлифов, которые затем изучали с помощью поляризационного микроскопа Olimpus. Микроморфологические наблюдения в последние годы стали частым спутником археологических исследований, при этом акцент делается на диагностике древних антропогенных компонентов и процессов [39, 42]. Именно в таком ключе были выдержаны и преды-

душие работы по микроморфологии культурных слоев теллей [47]. Мы также фиксировали состав и обилие антропогенных материалов, особенно, тех, которые могли оказать влияние на физико-химические характеристики (например, литогенных и техногенных карбонатных включений). Однако основное внимание уделяли микроморфологическим признакам педогенетических процессов, развивавшихся в культурных слоях телля, с целью дополнить физико-химическую диагностику педогенеза независимыми и весьма чувствительными микроскопическими индикаторами. Наибольшее значение для нас имели признаки: 1) трансформации первичных карбонатов и осаждения новообразованных педогенных форм и 2) биологических процессов: формирования копрогенной структуры и гумусообразования; при их идентификации ориентировались на сводку [46].

По результатам анализа фрагментов древесного угля (антракология), отобранного из отложений телля, определены породы деревьев, древесина которых использовалась человеком [7]. Также привлекали данные спорово-пыльцевого метода [8] и результаты анализа фитолитов, которые характеризуют локальные особенности развития растительности [17].

Для определения возраста почв и отложений помимо археологического метода применяли радиоуглеродное датирование органического вещества почв и древесного угля. Калибровку дат проводили с помощью программы IntCal13 [45], также ^{14}C данные обрабатывали с помощью операции Combine в программе OxCal [41].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По данным почвенно-археологического исследования основного профиля телля, в первую очередь 7-метровой колонки Д, выделяются 4 основные стратиграфические горизонта (СГ), слагающие телль и обладающие определенными различиями в строении и генезисе:

СГ4. Нижняя почва (–9.20...–10.00 м) по сравнению со срединной, имеет более мощный профиль, слабо гумусирована, но сильно окарбонатачена. Ниже гумусовых горизонтов АУ+АВСА, мощностью 60–70 см, лежит карбонатный горизонт ВСА, с карбонатными конкрециями крупнопесчаной размерности. Почва и все КС содержат литогенные и педогенные карбонаты.

СГ3. Отложения энеолита (–5.80...–9.20), перекрыты насыпным слоем 70–80 см, сильно переработанным почвообразованием. В основании КС на нижней почве лежит слой 60–70 см раннего энеолита (культуры Марица). Дата ^{14}C для дневной поверхности на глубине –8.55...–8.59 м по углю: 5202–4787 Cal BC (табл. 1). Выше лежит

слой около 2.5 м культуры Караново VI (средний энеолит). Его верх включает материалы культуры Селкуца III близкого времени. Обнаружено несколько строительных горизонтов.

СГ2. Срединная почва (–5.05...–5.80 м). Профиль почвы ярко выделяется структурой и темным цветом на фоне светлоокрашенных напластований энеолита и РБВ. Почвенный профиль представлен системой гумусовых горизонтов АУ–АВ (рис. 2), в пределах которых темно-серо-бурая гумусовая прокраска постепенно светлеет книзу. Хорошо выражена зернисто-комковатая структура почвы, особенно в верхнем горизонте АУ. К профилю этой почвы относится и горизонт ВСА, сформированный в исходном мешаном материале нивелировочного слоя и содержащий вымытые из горизонтов АУ–АВ карбонаты, накопившиеся преимущественно в виде слабо выраженной карбонатной пропитки. Отмечается карбонатность всего профиля и отсутствие горизонта Вt, характерного для лесных почв региона. Местами в горизонте АВ и под ним встречаются обычные для степных почв следы ходов грызунов-землероев округлой формы диаметром 5–10 см, заполненные темным материалом почвы.

СГ1. Отложения бронзового века. Светлоокрашенные, слоистые, внизу хорошо видны многочисленные ямы, прорезающие срединную почву и уходящие в нижележащий слой энеолита. Выделяются 16 строительных горизонтов, из которых в колонку Д попали горизонты с Х по XVI/XVII. Обнаружено большое количество прослоек золы, белесого и пепелисто-серого цвета, линзы горелого зерна, глинистые прослойки – дневные поверхности, полы построек, хозяйственные ямы и зернохранилища. Под действием синседиментационного почвообразования и выветривания эти отложения были изменены; появились педогенные карбонаты, ходы корней и почвенной фауны, изменилась структура. Остатки древесины, иного грубого органического вещества были частично гумифицированы. Диагенез внес не меньший вклад в трансформацию слоев (разложение органических остатков и потеря гумуса на глубине, ошелачивание и др.).

Накопление КС проходило относительно быстро: слои бронзового века на глубине 2.5–5 м, согласно датам ^{14}C [9, 35], накопились за 350 лет (50–100 см/век); слой энеолита – примерно с той же скоростью, за 600 лет. При таких темпах седиментации характерные для почв процессы накопления гумуса и образования структуры отчетливо проявиться не успевают. Однако процессы вымывания и осаждения карбонатов идут быстрее, они представлены белесыми нитевидными образованиями по порам.

Важным моментом в истории телля является событие, имевшее место в самом конце энеоли-

Таблица 1. Радиоуглеродный возраст образцов из культурного слоя телля

Горизонт	Глубина, м	Материал	Индекс	¹⁴ C возраст	Калиброванный возраст, лет до н.э., 1σ
РБВ, верхние горизонты					
III	1.45	Желуди	Bln-3656	3760 ± 50	2290–2260, 2210–2120, 2100–2040
IV	1.70	»	Bln-3657	3760 ± 50	2290–2260, 2210–2120, 2100–2040
V	2.90	»	Bln-3659	3700 ± 50	2200–2170, 2150–2020
V	3.20	»	Bln-3658	3780 ± 50	2290–2130, 2090–2060
РБВ, нижние горизонты					
XIII	3.65	Дерево	Bln 3672	4040 ± 50	2610–2470
	3.65	»	Bln 3672a	4040 ± 50	2610–2470
	3.65	Зерно	Bln 3671	4180 ± 50	2880–2670
	4.32	»	Bln 3674	4020 ± 60	2830–2820, 2640–2340
	4.32	»	Bln 3673	3990 ± 60	2620–2600, 2580–2420, 2370–2340
XV	4.64	»	Bln 3678	4050 ± 50	2830–2820, 2660–2650, 2630–2470
	4.64	»	Bln 3677	4080 ± 70	2840–2810, 2750–2480
	5.77–5.80*	»	Bln 3676	4030 ± 70	2840–2810, 2750–2730, 2680–2460
	5.77–5.80*	»	Bln 3675	4280 ± 60	3010–2850, 2810–2750, 2720–2680
XVI	5.00	Уголь	ИГАН-2795	4090 ± 60	2860–2500
XVI/XVII	5.00	»	ИГАН-2794	4380 ± 70	3092–2911
Энеолит, верхняя часть, слой разрушения поселка					
Караново VI	5.37–5.41	Уголь	ИГАН-2800	5460 ± 170	4462–4048
	5.30	Древесный тлен	ИГАН-2796	5650 ± 90	4564–4363
	5.52	»	ИГАН-2797	5560 ± 70	4462–4342
	5.45	»	ИГАН-2793	5410 ± 70	4340–4159
	6.71–6.86*	Кость	ИГАН-2943	5520 ± 160	4508–4228
	5.17	»	ИГАН-2944	5380 ± 130	4348–4006
Энеолит, средняя и нижняя части слоя					
Караново VI	7.08–7.40	Уголь	ИГАН-2801	5890 ± 190	4950–4529
Марица	8.00–8.40	»	ИГАН-2802	6050 ± 140	5202–4787

* В связи с наклонным залеганием горизонтов, глубина каждого из них по простиранию может существенно меняться

тического этапа заселения. Здесь ниже срединной почвы встречены следы разрушения поселка, так называемый “горизонт со скелетами”. Есть все основания считать, что найденные в этом слое останки принадлежат его обитателям, погибшим в результате внезапного нападения. Они найдены и внутри жилищ, и между ними, на дневной поверхности того времени. После данного события поселок на долгое время запустел [31]. В самом начале периода запустения слой разрушения был засыпан, вероятно, в санитарных целях, достаточно мощным слоем (более 0.5 м) грунта с пылью телля с обильными включениями фрагментов керамики и костей животных. Верхняя часть этого слоя переработана педогенезом (срединная почва), а под его малоизмененной нижней частью (горизонт ВСА) хорошо сохранились костные останки людей и угли от сгоревших построек из слоя разрушения поселка. Это тот редкий случай, когда с помощью ¹⁴C дат удалось точно датировать время начала образования почвы, в данном случае – срединной.

Хронология

Хронология отложений телля основана на результатах ¹⁴C датирования, которые коррелировались с археологическими данными. Наибольшее количество дат относится к РБВ. Основная их часть получена в лаборатории Берлина (Bln) в 80–90-е годы [9, 35]. В пределах трехметровой толщи РБВ даты группируются для горизонтов XIII–XVII в интервале от 4280 ± 60 до 3990 ± 60 л.н. (Bln-3685, Bln-3673 соответственно (табл. 1)), а для горизонтов III–V – интервале от 3780 ± 50 до 3700 ± 50 л.н. (Bln-3658, Bln-3659). Близкие данные по РБВ затем были получены в лаборатории ИГ РАН [25].

Для определения возраста срединной почвы и, соответственно, длительности хиатуса (хронологического разрыва между энеолитом и РБВ), большое значение имеют группы дат, полученных из двух стратиграфических уровней узкого хронологического диапазона. На рис. 2 они оконтурены пунктирной линией. Нижняя группа дат, получена по энеолитическому слою разрушения,

длительность образования которого измеряется днями; верхняя — по ранним горизонтам РБВ, накопление которых также длилось недолго, не более 100 лет [9]. Однако в связи с разбросом дат внутри группы и длительностью интервала каждой из дат, общий интервал возраста обеих групп дат получается большим. Так, для верхней группы (горизонты XV–XVI РБВ) интервал дат составляет 640 лет (3100–2460 кал. лет до н.э.); для нижней (слой гибели поселка) — 560 лет (4006–4564 кал. лет до н.э.). Следуя традиционному подходу в интерпретации групп дат, принятому в археологии, для определения длительности хиатуса и формирования срединной почвы, используется верхняя точка нижнего интервала дат (3100 кал. лет до н.э.) и нижняя точка верхнего интервала 4000 лет кал. до н.э., а продолжительность хиатуса получается минимально возможной — 900 лет (рис. 2b). Но учитывая реальную кратковременность этих событий, их возраст следует оценивать не по крайним точкам интервалов дат, а по средним — 2800¹ и 4350 кал. лет до н.э. (рис. 2a). Та же дата начала хиатуса 4350 кал. лет до н.э. дана в [10]. В таком случае хиатус между энеолитом и РБВ и, соответственно, интервал формирования срединной почвы телья, увеличивается до 1500 лет². Подобный способ оценки длительности хиатуса применен на телье Караново, где обнаружена сходная срединная почва [22, 36]. Также нами использована программа Combine, позволяющая обрабатывать группы дат, полученных для кратких событий [41]. С ее помощью для слоя гибели поселка энеолита получена дата 4452–4322 кал. до н.э., для нижних слоев РБВ (XV–XVI) — 2874–2627 кал. до н.э.

Начало накопления слоя энеолита определяется менее точно — на основании всего лишь двух дат с глубины 7.2 и 8.2 м: 5890 ± 190 и 6050 ± 140 л.н. Они позволяют отнести начало накопления слоя на глубине 9.2 м к 5150 кал. до н.э. Интервалы калиброванного возраста двух рассматриваемых дат достаточно широкие (табл. 1). Они соответствуют интервалам существования культур Марица и Караново VI [27]. Не исключено, что в основании телья (8.8–9.2 м), под слоем с материалами культуры Марица залегают более древние слои. Таким образом, по имеющимся ¹⁴C данным основание телья можно датировать временем 5000–5150 кал. лет до н.э.

Морфология и физико-химические свойства почв и КС

Для проведения палеорекопструкций использовали два типа записи среды: 1) палеопочвенную,

¹ По [9], начало накопления слоя РБВ относится к 2870 г. кал. до н.э., тогда как по [28] — к 3100 г. кал. до н.э.

² Мнения авторов относительно длительности формирования срединной почвы разделились: по А.Л. Александровскому и С.Н. Седову — это 1500 лет, по В.И. Балабиной и Т.Н. Мишиной — 900 лет.

основанную на морфогенетическом анализе профиля двух почв и содержанию в них $C_{орг}$ и $CaCO_3$ и 2) почвенно-седиментационную, заключенную в слоях энеолита и РБВ, и полученную по данным химических анализов и палеоботаники.

Почвы телья. Современные почвы окружающие телья сильно изменены человеком. На поверхности низкой террасы расположено обширное поселение бронзового века с культурным слоем до 3 м. Склон террасы за пределами телья перекрыт делювием, содержащим артефакты также бронзового века. В связи с тем, что слабоизмененные фоновые почвы расположены на большом удалении от телья, отличаются по составу материнских пород, они не могут быть использованы в качестве фоновых. В целом они отличаются от нижней и срединной почв телья более глубокой выщелоченностью от карбонатов и мощностью гумусового профиля. Отличия срединной почвы по этим свойствам, вероятно, связаны с ее расположением на повышении рельефа в ксероморфных условиях.

Нижняя почва, погребенная на глубине 9.2–10.0 м, по сравнению со срединной характеризуется более светлой гумусовой прокраской и большей мощностью (гор. AU+AB 60–70 см). Почва сформировалась в нижней части склона недалеко от русла реки. Ее верхний горизонт 20–30 см, светлее, и несколько беднее по содержанию $C_{орг}$ (1%) по сравнению с нижележащим горизонтом (1.3%, рис. 3). Это можно связывать с влиянием аллювиальных или делювиальных процессов. Малое содержание $C_{орг}$ и высокая карбонатность свидетельствуют об аридных условиях педогенеза.

Срединная почва гумусирована значительно сильнее, чем нижняя. Содержание $C_{орг}$ постепенно уменьшается вниз по профилю. Карбонатный горизонт почвы (BCA) лежит под гумусовым, на глубине 40–80 см от ее поверхности. Лежащий ниже максимум содержания карбонатов уже относится не к почве, а к последней стадии накопления КС энеолита. Сохранность раковин моллюсков свидетельствует о засушливости климата и отсутствии периодов активного выщелачивания на всем протяжении развития почвы [7, 23].

Микроморфологические исследования палеопочв телья позволили уточнить диагностику педогенетических процессов на основании прямых микроскопических признаков. Гумусовый горизонт срединной погребенной почвы характеризуется хорошо развитой биогенной структурой и губчатым сложением признаками, типичными для “ортотипа” молликовых горизонтов лесостепных и степных почв достаточного увлажнения [46]. Отмечается сильная темная прокраска прогумусированных агрегатов горизонта AU, представляющих собой копролиты почвенной мезофауны, размер агрегатов 0.05–0.5 мм. Четкую зернистую структу-

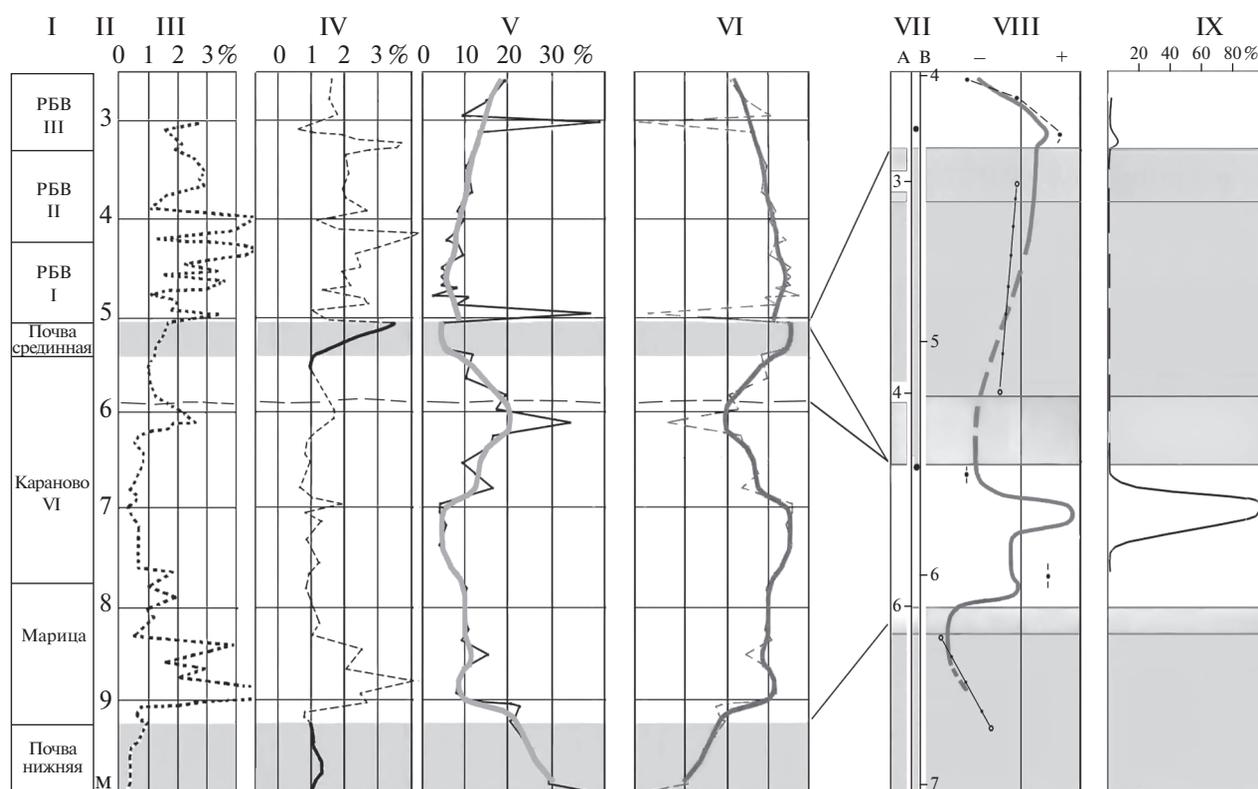


Рис. 3. Реконструкция палеосреды по данным комплексного исследования погребенных почв и культурных отложений телля Юнаците: I – горизонты КС; II – глубина, м; III – содержание фосфора, %; IV – содержание гумуса, %; V – содержание CaCO_3 , %; VI – обращенная кривая содержания CaCO_3 ; VII – шкалы времени: А – календарного (калиброванного, лет до н.э.), В – радиоуглеродного (лет назад); VIII – изменения увлажненности климата в шкале времени, а также величина индекса аридности (отрезки для пяти изученных горизонтов) по [17]; IX – отношение содержания углей бука к углям дуба, % (показатель гумидности климата).

ру и развитое поровое пространство имеет нижежащий горизонт АВ (рис. 4а). Это свидетельствует о проникновении процессов биогенного оструктурирования на большую глубину. Вместе с тем в этом шлифе при скрещенных николях видны карбонатные новообразования по краям пор, представленные небольшими рыхлыми скоплениями микрокристаллического кальцита – микрита, в виде светящихся точек (заметных благодаря высокому двупреломлению и высоким интерференционным окраскам этого минерала). Подобные новообразования характерны для иллювиальных карбонатных горизонтов и их сравнительно высокое залегание в профиле почвы указывает на весьма засушливый, характерный для степи, климат на последних стадиях ее формирования. Еще ниже, в карбонатном горизонте ВСА, новообразованный микрокристаллический кальцит образует более толстые и компактные пленки (рис. 4б). В горизонте АВ встречаются обломки раковин сухопутных моллюсков 2–3 мм и толщиной 0.05 мм, хорошей сохранности (рис. 4в), эти моллюски жили в период образования почвы. Во всех горизонтах палеопочвы встречаются агрегаты первичного кальци-

та: обломки известняка как микритового, так и крупнокристаллического. В верхнем горизонте АУ замечены признаки травления и дезинтеграции первичных карбонатов на краях фрагментов (рис. 4г). Отмечается также отсутствие микроморфологических признаков иллювиирования глины, характерных для почв лесного генезиса. В профиле срединной почвы встречаются выветренные фрагменты кости, местами они нарушены трещинами и побурели (вероятно, из-за прокаливания) (рис. 4д, горизонт АУ колонки А). Также имеются мелкие фрагменты керамики (около 1 мм). В их составе кроме глинистой прокаленной массы присутствуют включения минеральных зерен 0.1–0.2 мм, соответствующие по размерности фракции мелкого песка (вероятно, отошитель). Можно сделать вывод, что в этой палеопочве, формировавшейся на техногенном субстрате с многочисленными микроартефактами, интенсивно развивались процессы разрушения и выщелачивания первичных карбонатов в верхнем гумусовом горизонте и осаждения новообразованного кальцита в средней и нижней части профиля. Однако эти процессы не привели к полно-

му выносу карбонатов из гумусированной толщи, вероятно, по причине, как малой длительности педогенеза, так и аридизации на его последнем этапе.

Почва, погребенная под теллом характеризуется менее развитой биогенной микроструктурой и более компактным сложением, чем палеопочва внутри телла. При этом самый верхний горизонт АU (рис. 4е) слабее оструктурен и сильнее уплотнен, чем АВСА (рис. 4ж), что говорит о его деградации (возможно, антропогенной) перед погребением. Все горизонты данной палеопочвы содержат большое количество первичных карбонатов в крупной фракции в виде крупных обломков известняка, а также фрагментированных микритовых микроконкреций. Тонкодисперсный материал слабо прокрашен гумусом и насыщен микрокристаллическим кальцитом, особенно сильно в горизонте ВСА представляя собой “карбонатную плазму” (рис. 4ж). Можно сделать вывод о значительно меньшей выщелоченности и более слабой проработке биологическими процессами данной палеопочвы по сравнению с более поздней, средней.

На основании фитоолитных исследований почв телла были определены вариации индекса аридности [17]. Они вычислялись по методу [48]. В почве, подстилающей телл, выявлены максимально аридные условия, что особенно характерно для первых этапов развития почвы (величина индекса аридности – 0.8). На последнем этапе ее развития аридность ослабевает (0.3). Значения индекса аридности по профилю срединной почвы также изменяются: в нижней части профиля значения данного индекса по Киселевой и др. [17] составляют 0.3, в верхней – 0.1–0.15. На основании этого авторы делают вывод о снижении аридности на последнем этапа формирования этой почвы. Это соответствует почвенным данным, свидетельствующим об увеличении количества осадков в конце формирования палеопочвы. Современная почва признаков аридности также не имеет (0.15).

Отложения телла (КС). Рассматриваемая толща, с одной стороны, археологический объект со многими сохранившимися элементами построек, насыщенный артефактами. С другой стороны, это антропогенный седимент, содержащий отчетливо выраженные признаки его преобразования почвенными процессами, характерными для КС территорий с засушливым климатом [4]. Скорость накопления седимента (КС) достаточно высока и поэтому процессы, способные вызвать его глубокую трансформацию (накопление гумуса, оструктурирование) проявиться не успевают. Обнаруживаются следы “быстрых” процессов: образование почвенных карбонатов и их преимущественное накопление или потеря, поступление

и миграция легкорастворимых солей, увеличение щелочности (ощелачивание), разрушение грубого органического вещества, уплотнение.

Результаты химических анализов, проведенных по 70 образцам из колонки Д, показали резкие колебания в содержании фосфора, гумуса и карбонатов (рис. 3-III, IV, V). Для фосфора эти колебания связаны исключительно с антропогенной деятельностью и в первую очередь отражают интенсивность поступления кости, других останков животных и продуктов их жизнедеятельности. Достаточно определенно по этим данным прослеживается переход от КС к нижней почве, лежащий на уровне 9.05–9.45 м (рис. 3. III). При этом фосфор проникает из КС в верхнюю часть погребенной почвы, что отмечалось нами ранее на других объектах [3].

Если в почвах содержание $C_{орг}$ четко отражает увлажненность климата и может быть использовано для реконструкций палеосреды, то в быстро нарастающем КС телла, в связи с низкой скоростью накопления педогенного $C_{орг}$, его содержание определяется интенсивностью антропогенного поступления растительных остатков и для подобных реконструкций непригодно. Содержание карбонатов в КС определяется и антропогенными и естественными причинами. Как и для фосфора, и $C_{орг}$, резко выделяющиеся пики в содержании $CaCO_3$ связаны с антропогенными процессами. Однако плавные вариации сглаженной кривой $CaCO_3$ (на рис. 3. V она дана серым цветом) отражают чередование периодов накопления и выщелачивания карбонатов.

Дополнительную информацию о причинах дифференциации КС по химическому составу дают микроморфологические наблюдения. Как и в шлифах из погребенных почв, обнаружили в КС многочисленные микрофрагменты первичных карбонатов, привнесенных со строительным материалом. Помимо фрагментов карбонатных горных пород, в некоторых шлифах наблюдали и техногенные кальцитовые образования – рыхлые агрегаты микрита с примесью углистых частиц, вероятно, являющиеся строительной известью (рис. 4з). Количество антропогенных карбонатных включений сильно варьирует, в ряде образцов их встречаемость минимальна, в то время как количество силикатных глинисто-песчаных включений – фрагментов обмазки, саманных кирпичей и керамики – возрастает (рис. 4и). Хорошо сохранившиеся обломки костей (рис. 4к) также распределены неравномерно. Эти наблюдения подтверждают предположение, что резкие скачки в содержании карбонатов и фосфора могут быть связаны именно с исходной неоднородностью состава культурного слоя. Обилие кальцитовых включений дает пики содержания карбонатов, в то время как значительная примесь антропогенных сили-

Рис. 4. Микроморфологические наблюдения в толще телля Юнаците. Палеопочвы: а – зернистая копрогенная микроструктура, губчатое сложение, горизонт АУ2, срединная почва, без анализатора; б – пленки из микрокристаллического кальцита (микрита) на стенках поры, горизонт ВСА, срединная почва, николи +; в – карбонатные частицы: обломок известняка (слева), раковина наземного моллюска (справа), горизонт АУ2, срединная почва, николи +; г – признаки коррозии и фрагментации на краю фрагмента крупнокристаллического известняка, горизонт АУ1, срединная почва, николи +; д – фрагмент обожженной кости, окруженный оструктуренным, губчатым почвенным материалом, горизонт АУ1, срединная почва, без анализатора; е – сочетание компактной (слева) и пористой оструктуренной (справа) микрозон; вверху – аллохтонное концентрическое карбонатное стяжение, горизонт АУ, нижняя почва, без анализатора; ж – зернистая и сглажено-угловатая микроструктура, рыхлое сложение, горизонт АВ, нижняя почва, без анализатора; з – микрокристаллический кальцит (микрит) в тонкодисперсном материале основной массы, горизонт ВСА, нижняя почва, николи +. Культурные слои: и – однородное скопление микрокристаллического кальцита (микрита) с включениями мелких углистых частиц, строительная известь, без анализатора; к – компактный фрагмент техногенного глинистого материала (слева вверху), без анализатора; л – слабовыветренный обломок кости, без анализатора; м – пора-камера с рыхлым заполнением из копрогенных зернистых агрегатов, без анализатора; н – крупный дезинтегрированный фрагмент микрокристаллического известняка (справа); в промежутки между микритовыми блоками проникает почвенный глинистый материал, без анализатора; о – то же, что н, николи +; замечен контраст между интерференционными окрасками микритовых блоков и глинистого заполнения между ними; п – заполнение из крупных зерен новообразованного кальцита (спарита) в поре, без анализатора; р – то же, что п, николи +; видна характерная перламутровая интерференционная окраска кальцита.

катных материалов “разбавляет” карбонатную составляющую и обеспечивает минимумы концентрации. С количеством костных включений связано варьирование в содержании фосфора.

Тем не менее, важно отметить, что во многих КС присутствуют явные микропризнаки педогенетических процессов. Микроморфологические исследования показали, что следы биогенного оструктурирования за счет проработки почвенной мезофауной не ограничиваются гумусовыми горизонтами палеопочв, но обнаруживаются и в некоторых горизонтах культурного слоя (рис. 4л). В этих же слоях обнаружили признаки фрагментации первичных карбонатов и проникновения в них тонкодисперсного железисто-глинистого материала (рис. 4м и 4н).

Помимо литогенных и техногенных карбонатов, наблюдали присутствие в некоторых КС новообразованного кальцита. В ряде слоев это были рыхлые микритовые скопления, подобные уже описанным в палеопочвах. В одном случае были обнаружены гораздо более крупные и компактные спаритовые заполнения пор (рис. 4о и 4п).

Таким образом, микроморфологические наблюдения фиксируют процессы педогенного перераспределения карбонатов в толще культурных слоев: растворения в одних и осаждения новообразованных форм в других. Именно этими процессами выше мы объясняли плавные изменения в профиле распределения содержания карбонатов. Однако мы не можем во всех случаях с полной уверенностью утверждать, что данные педогенные признаки образовались именно в толще телля, а не связаны с окружающими естественными почвами, из которых мог браться материал для строительства.

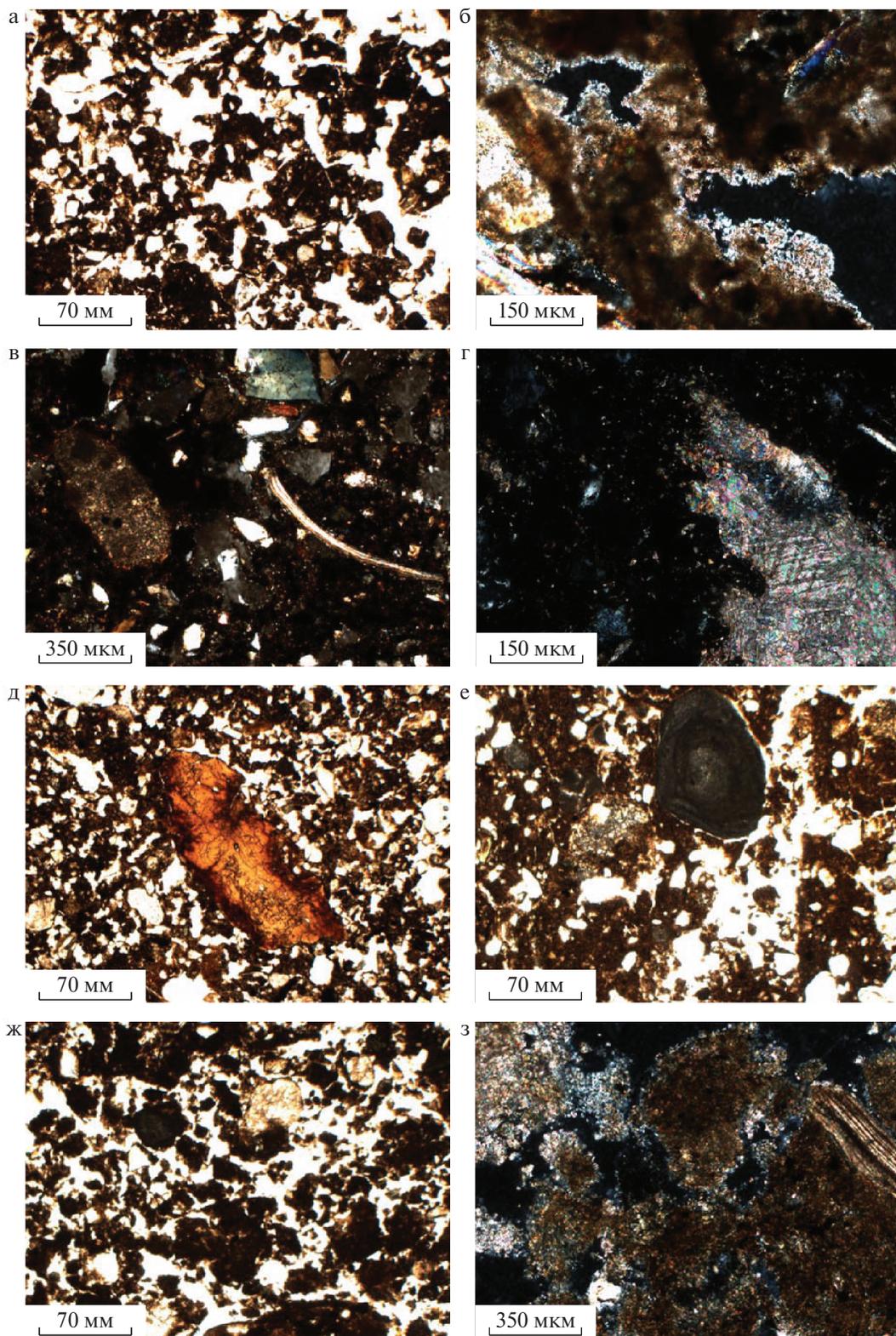
Ценную информацию об изменениях природной среды дали определения пород деревьев по уголькам. Изучено 514 фрагментов древесного угля. Наибольший интерес представляет соотноше-

ние количество углей дуба и бука. Бук является влаголюбивой породой, дуб выдерживает более засушливые условия. Другие породы характеризуются менее выраженным отношением к условиям увлажнения в автономных ландшафтных позициях. По всей колонке доминирует дуб, но на глубине 7.2 и 4.9 м выделяются два пика в содержании бука (рис. 3. IX, 3. X). Нижний пик (4500 кал. лет до н.э.) выделяется очень четко, верхний (2800 кал. лет до н.э.) – слабо. Нижнему пику бука соответствует такой же ярко выраженный пик увлажнения по данным изучения пыльцы и почв [14, 18]. Так, по пыльцевым данным установлены периоды влажного и прохладного климата по образцам с глубины 8.45–8.0 и 5.0–4.0 м и аридного климата – с глубины 6.2–5.8 и 3.0–2.6 м [8]. Сходны и результаты определения индекса сухости [17], сделанные на основе фитолитных исследований (рис. 3.VIII).

Этапы формирования почв и отложений телля и изменения среды³

Хронология реконструируемых событий достаточно точно обоснована археологическими данными и большим количеством радиоуглеродных дат (табл. 1, рис. 2). При этом длительность хиатуса между накоплением отложений энеолита и РБВ и, соответственно, продолжительность формирования срединной почвы составляет около 1500 лет. До недавнего времени наличие длительного хиатуса между энеолитом и РБВ было установлено только для телля Юнаците [5, 8]. Затем подобный хиатус и сходная почва были обнаружены и для телля Каранова [22, 37]. Здесь даты начала хиатуса близки к полученным в Юнаците, средняя дата, та же – 4350 кал. до н.э. но его дли-

³ Следует отметить, что почвы изучаемого региона, как и большинство почв степных и лесостепных регионов, в первую очередь характеризуют изменения увлажненности климата, и слабее – изменения температур.



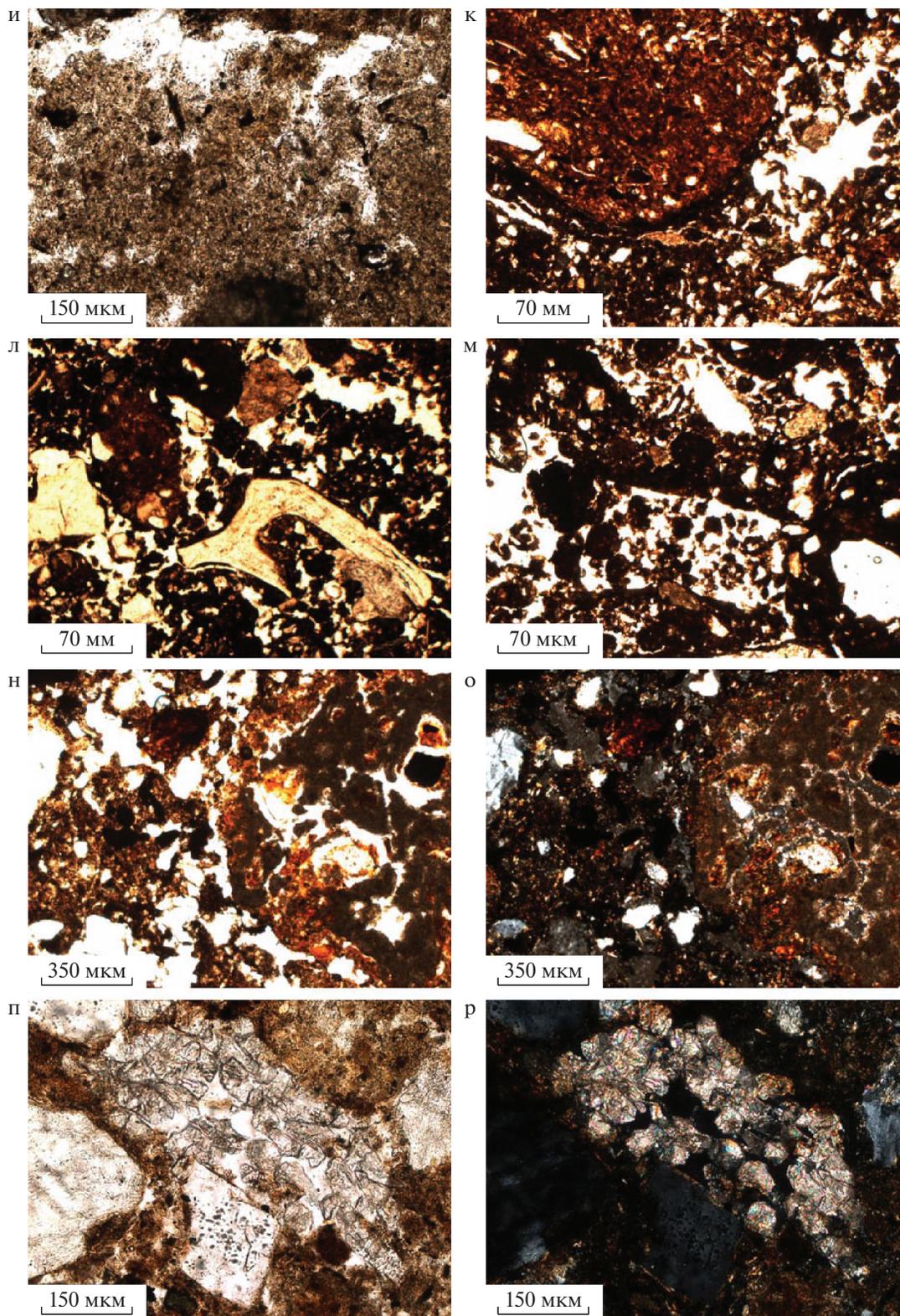


Рис. 4. Окончание

тельность меньше — 1040 лет. По данным датирования почвы телля, и нижняя, и срединная, хотя и маломощные, но характеризуют более продолжительные промежутки времени, чем КС телля (рис. 2).

Данные палеорекоonstrukций, полученные по палеопочвам и КС телля, различаются. Почвенные данные базируются на результатах исследования большого комплекса морфологических и аналитических данных. Так как почвы телля формировались долго, в их морфологии и аналитических данных получили отражение не только процессы, быстро реагирующие на климатические воздействия (содержание карбонатов), но и более медленные (накопление $C_{орг}$). Так, выявлены признаки более влажных условий формирования срединной почвы: в ее гумусовом горизонте много $C_{орг}$ (3.4%), также он заметно выщелочен от карбонатов. В нижней почве, наоборот, $C_{орг}$ мало (1.2%), а карбонатов много. Вместе с тем данные, полученные по почвам, отражают историю среды усредненно за длительный период их формирования в условиях стабильной поверхности. Причем они характеризуют в первую очередь последние этапы формирования почв.

Почвенно-седиментационная запись среды, выявляемая в КС телля — более детальная во времени. Для реконструкции палеосреды возможно использование данных по изменению содержания почвенных карбонатов, как признака, успевающего в отличие от содержания $C_{орг}$ отреагировать на изменения климата. Однако для записи среды, представленной в КС, характерны существенные “шумы”, связанные с антропогенной слоистостью. Для выявления тенденций, определяющихся природными факторами, согласно существующей практике, были построены сглаженные кривые. В итоге почвенно-седиментационная запись характеризует два периода: 5150–4350 и 2850–2500 лет до н.э. Для этих двух отрезков времени используемые методы позволяют выявлять биоклиматические события длительностью 100–200 лет. На более короткие изменения среды геосистемы полноценно реагировать не успевают — это характерное время подобной реакции.

На основании анализа данных по содержанию $CaCO_3$ и состава углей построена кривая изменения влажности климата (рис. 3. VIII). На ней четко выявляется пик повышенной влажности, соответствующий средней части энеолитического слоя Караново VI, с датой около 5890 ± 190 л.н. (4950–4529 кал. до н.э.). Продолжительность этого события невелика, она не может быть более 200 лет, так как весь слой энеолита накапливался 600–650 лет. В это время интенсивно выщелачивались карбонаты, а в составе лесов был широко представлен влаголюбивый бук. До этого, во время существования культуры Марица, и в са-

мом начале — Караново VI, выделяется период, также не более 200 лет, с менее влажным климатом. Верхней и самой нижней части слоя энеолита соответствуют периоды иссушения, но нижний — краткий и быстро сменяется продолжительным периодом повышенной влажности.

Этим данным соответствуют результаты определения индекса аридности, полученные по материалам фитолитных исследований. Индекс определяется по соотношению разных экологических групп травянистых растений [48]. Так, фестукоиды характерны для злаков, произрастающих во влажных условиях; хлороиды — для злаков аридных зон [17]. Для времени накопления КС изменения среды представляются резкими и кратковременными, а для времени формирования палеопочв — относительно постепенными (рис. 3. VIII). Как и по результатам изучения почв, аридность климата во время формирования срединной почвы постепенно снижалась. Наоборот, во время формирования нижней почвы она увеличивалась. Данные анализа других педобиомаркеров сходны и дополняют палеопочвенные [8]. Так, палиноспектры из нижней части слоя энеолита (8.4–8.0 м), свидетельствуют как о влажности климата, так и снижении температур. Верху слоя энеолита, как и по почвенным данным, соответствует период иссушения. Началу накопления слоя РБВ отвечает период увлажнения климата (2800 кал. до н.э.). Он не такой ярко выраженный, как в энеолите, и постепенно сменяется периодом иссушения климата около 2500 кал. до н.э.

Сходные изменения педогенеза и условий среды выявляются и в других регионах Евразии. Так, нижнему пику распространения бука и выщелачивания карбонатов около 4500 кал. лет до н.э. соответствует такой же относительно недолгий, но большой по амплитуде пик увлажнения, представленный в палинологических и палеопочвенных материалах [14, 18]. Находят аналогии и признаки аридизации середины суббореала (2400–2500 кал. до н.э.), обнаруженные в верхней части колонки Д [13, 24, 49]. Причем длительность этого аридного периода была небольшой, не более 150 лет [30].

Таким образом, появление человека и начало накопления энеолитического слоя на телле Юнаците относится к периоду с климатическими условиями переходными от засушливых к нормальной увлажненности (5150–5000 кал. до н.э.). Затем, в период Караново VI климат стал влажным, но в последней трети интервала этого периода, он снова становится аридным. К этому периоду аридизации относится разрушение поселка и начало формирования почвы. Вновь появление человека на телле, уже в РБВ, произошло в условиях повышенной влажности климата, хотя и не такой высокой, как в период Караново VI.

Педогенез, и во время накопления КС телля, и во время формирования почв, проходил в экстремальных условиях среды. Так, климат первых этапов образования срединной почвы, и последних — нижней почвы, был аридным, с чем связано высокое содержание карбонатов, особенно в нижней почве. В условиях постоянного накопления отложений КС и угнетенного состояния биоты происходило снижение интенсивности почвообразования. Еще ярче выражены антропогенные воздействия: накопление в КС и, отчасти, в почвах, антропогенных карбонатов (золы и др.), органического вещества, фосфора (кости животных). Подобные условия экстремальности, климатической и антропогенной, влияли на проявления педогенеза, но степень их проявления не была максимальной, их можно отнести к параэкстремальным [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагается метод реконструкции палеосреды голоцена на основе анализа отложений теллей. Большая мощность этих отложений и применение комплекса различных почвенных и палеоботанических методов позволяет проводить реконструкции с высоким разрешением во времени. Среди почвенных методов выделяется анализ содержания карбонатов, среди палеоботанических — анализы угольков (антракология), фитолитов и пыльцы.

При изучении многометровой колонки (7.5 м, 75 образцов) на стратифицированном археологическом профиле Юнаците, включающем 2 почвы и 2 культурных слоя, выявлена динамика изменения увлажненности климата. По данным ^{14}C датирования, а также археологии, установлен возраст почв телля: нижняя была погребена около 7 тыс. лет назад. Она формировалась несколько тысяч лет, вероятно, начиная с начала голоцена. Накопление слоев энеолита и РБВ разделяется хиатусом, в течение которого сформировалась срединная почва. Время ее образования по данным ^{14}C датирования: 4350–2850 кал. лет до н.э., длительность — 1500 лет.

Почвенно-седиментационная запись среды, заключенная в мощных слоях энеолита (3.5 м) и РБВ (2.5 м), формировавшихся 600 и 350 лет, соответственно, характеризуется высоким разрешением во времени, но осложнена “шумами”, связанными с антропогенной неоднородностью культурного слоя. Установлено, что по мере нарастания культурных отложений телля, в сухие периоды карбонаты относительно накапливаются, во влажные периоды их содержание убывает.

Почвенная запись позволила получить обоснованные реконструкции на основе палеопедологического анализа. Но в отличие от седиментационной эта запись получена по относительно мало-

мощным профилям почв (срединной и нижней), поэтому она усредненная во времени и характеризует в основном последние этапы формирования почвенного профиля. Обнаруживается хорошая корреляция между данными определения химических свойств, микроморфологии, антракологии (определение пород деревьев по уголькам), пыльцы и фитолитов. Применение этих методов показало, что нижняя почва формировалась в аридных условиях климата, срединная — в более влажных, близких к современным. Более детально изменения среды установлены для этапов накопления КС и наиболее яркими событиями этих изменений были: повышенная влажность около 4600–4500 и 3800 кал. до н.э., и аридизация около 5150(5000), 4400 и 2500 кал. до н.э.

По результатам изучения телля Юнаците для среднего голоцена выявляются периоды изменения климата продолжительностью 100–200 лет. Это характерное время разрешения седиментационной записи на подобных объектах с помощью методов палеопочвоведения и палеоботаники. Быстрее ландшафты лесостепи и особенно такие инерционные системы, как почвы, реагировать на изменения среды не успевают.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы признательны А.В. Куликову и В. Мачановой за помощь в проведении полевых исследований.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Статья подготовлена при поддержке гранта РФФ 14-27-00133, палеоботанические анализы выполнены в рамках гранта РФФИ 19-04-01246, почвенные анализы — в рамках темы по Государственному заданию № 0148-2019-0006.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Авилова Л.* Радиоуглеродные датировки и хронология перехода от энеолита к раннему бронзовому веку // Добруджа. Варна. 2004. № 21. С. 239–247.
2. *Александровский А.Л.* Естественнонаучные исследования отложений и почв теллей // Археология Казахстана в эпоху независимости: итоги, перспективы. Мат-лы междунар. науч. конф. Алматы, 2011. Т. III. С. 245–253.
3. *Александровский А.Л., Александровская Е.И.* Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 223 с.
4. *Александровский А.Л., Александровская Е.И., Долгих А.В., Заматаев И.В., Курбатова А.Н.* Почвы и культурные слои древних городов юга европейской

- России // Почвоведение. 2015. № 11. С. 1201–1301. <https://doi.org/10.7868/S0032180X15110027>
5. Александровский А., Балабина В., Мишина Т. Материалы к истории палеоландшафта верхнего течения реки Марицы в среднем голоцене // Добруджа. Варна. 2004. № 21. С. 288–304.
 6. Александровский А.Л., Балабина В.И., Мишина Т.Н. Телль Юнаците и палеоландшафты западной Фракии в среднем голоцене // II Городцовские чтения. М.: ГИМ, 2005. С. 87–95.
 7. Александровский А.Л., Балабина В.И., Мишина Т.Н., Седов С.Н. Телль Юнаците и поселение рядом с ним: сравнительный педологический анализ в контексте археологической стратиграфии // Краткие сообщения Института археологии. 2011. Вып. 225. С. 189–206.
 8. Балабина В.И., Мацанова В., Мерперт Н.Я., Мишина Т.Н., Спиридонова Е.А. Стратиграфия и палинология телля Плоская Могила во Фракии // Естественнонаучные методы в полевой археологии. 2000. Вып. 3. С. 17–24.
 9. Бояджиев Я. Телль Юнаците – абсолютная хронология горизонтов эпохи ранней бронзы // Телль Юнаците. Эпоха бронзы. Т. II. Ч. 1. М.: Восточная литература, 2007. С. 217–221.
 10. Бояджиев Я.Д. Телль Юнаците и проблема перехода от энеолита к эпохе бронзы на территории Болгарии // Древние культуры Юго-Восточной Европы и Западной Азии. М.: Ин-т археологии РАН, 2014. С. 203–211.
 11. География на България. Физическа география. Природные условия и ресурсы. Т. 1. София: Изд-во Българската АН, 1982. 514 с.
 12. Горячкин С.В., Мергелов Н.С., Таргульян В.О. География и генезис почв экстремальных условий // Почвоведение 2019. № 1. С. 5–19. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17040098>
 13. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология. Пушкино, 1997. 213 с.
 14. Демкина Т.С., Борисов А.В., Демкин В.А. Палеопочвы и природная среда Северных Ергеней в эпохи энеолита и бронзы (IV–II тыс. до н.э.) // Почвоведение. 2003. № 6. С. 655–669.
 15. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука, 1992. 144 с.
 16. Катинчаров Р., Мерперт Н.Я., Титов В.В., Мацанова В., Авилова Л.И. Селищна могила при село Юнаците (Пазарджишко). София, 1995. Т. 1. 156 с.
 17. Киселева Н.К., Балабина В.И., Мишина Т.Н., Переладов А.М. Особенности формирования фитолитного и диатомового спектров культурного слоя телля “Плоская могила” // Orus, 4. Москва, 2005. С. 114–145.
 18. Климанов В.А. Климат Северной Евразии в позднеледниковье и голоцене: Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. М., 1996. 46 с.
 19. Ковачева М., Бояджиев Я. Археомангнитные исследования горизонтов эпохи бронзы на телле Юнаците // Телль Юнаците. Эпоха бронзы. Т. II. Ч. 1. М.: Восточная литература, 2007. С. 222–231.
 20. Мацанова В. История на проучването на селищна могила Юнаците, Пазарджишко // Златното пето хилядолетие. Тракия и съседните райони през каменно-медната епоха. София, 2011. С. 9–23.
 21. Миков В. Селищна могила при с. Юнаците (Пазарджишко) // Годишник на Пловдивската народна библиотека и музей, 1937–1939. Пловдив, 1940. С. 55–84.
 22. Николов В., Петрова В. Проучвания на тел Караново в контекста на проблема за продължителността на хиатуса между късния халколит и ранната бронзова епоха в Тракия // Археология. София, 2013. Кн. LIV. С. 7–24.
 23. Седов С.Н., Александровский А.Л., Бенц М., Балабина В.И., Мишина Т.Н., Шишков В.А., Сахин Ф., Озкая В. Антропогенные отложения и почвы теллей Анатолии и Балкан: состав, генезис, связь с историей ландшафта и заселения // Почвоведение 2017. № 4. С. 387–400. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17040098>
 24. Спиридонова Е.А. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене-голоцене. М.: Наука, 1991. 221 с.
 25. Телль Юнаците. Эпоха бронзы. М.: Восточная литература, 2007. Т. II. Ч. 1. 247 с.
 26. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. М.: ГЕОС, 2008. 212 с.
 27. Черных Е.Н., Орловская Л.Б. Проблемы радиоуглеродной хронологии энеолитических культур Юго-Восточной Европы // Добруджа. Варна, 2004. № 21. С. 176–195.
 28. Чичагова О.А., Александровский А.Н., Балабина В.И., Мишина Т.Н., Зазовская Э.П. Новая серия ¹⁴C дат для Телля Юнаците // Телль Юнаците. Т. 2. Ч. 1. Москва, 2007. С. 232–238.
 29. Akkermans P., Schwartz G. The Archaeology of Syria: From Complex Hunter-Gatherers to Early Urban Societies (c. 16, 000–300 BC). Cambridge University Press, 2004. 486 p.
 30. Alexandrovskiy A.L., van der Plicht J., Belinskiy A.B., Khokhlova O.S. Chronology of soil evolution and climatic changes in the dry steppe zone of the Northern Caucasus, Russia, during the 3rd millennium BC // Radiocarbon. 2001. V. 43. P. 629–635.
 31. Balabina V., Mishina T. Considering the Destruction of the Latest Eneolithic Village at Tell Yunatsite // Златното пето хилядолетие. Тракия и съседните райони през каменно-медната епоха. София, 2011. С. 39–48.
 32. Benz M., Deckers K., Rössner C., Alexandrovskiy A., Pustovoytov K., Scheeres M., Fecher M., Coşkun A., Riehl S., Alt K.W., Özkaya V. Prelude to village life. Environmental data and building traditions of the Epipalaeolithic settlement at Körtik Tepe, Southeastern Turkey // Paléorient. 2015. V. 41. P. 9–30.
 33. Boyer P., Roberts N., Baird D. Holocene Environment and Settlement on the Çarsamba Alluvial Fan, South-Central Turkey: Integrating Geoarchaeology and Archaeological Field Survey // Geoarchaeology. 2006. V. 21. P. 675–698.
 34. Füleký G., Vicze M. Soil and archaeological evidence of the periods of tell development of Száshalombatta-Földvár // Second Int. Conf. on Soils and Archaeology (Pisa, 12–15 May, 2003). Pisa, 2003. P. 34–37.
 35. Görsdorf J., Bojadziev J. Zur absoluten Chronologie der bulgarischen Urgeschichte // Eurasia Antiqua. 1996. V. 2. P. 105–173.

36. Hiller S., Nikolov V. Tell Karanovo 2000–2001: Vorläufiger Bericht. Salzburg: Paris Lodron Universität, 2002. P. 22–31.
37. Hiller S., Nikolov V., Lang F. Tell Karanovo 2002–2004: Vorläufiger Bericht. Salzburg: Paris Lodron Universität, 2005. P. 45–52.
38. Limbray S. Soil science and archaeology. London: Academic Press, 1975. 384 p.
39. Macphail R.I., Goldberg P. Applied Soils and Micromorphology in Archaeology. Cambridge University Press, 2017.
40. Maghsoudi M., Simpson I., Kourampas N., Nashli H.F. Archaeological sediments from settlement mounds of the Sagzabad Cluster, central Iran: Human-induced deposition on an arid alluvial plain // *Quaternary Int.* 2014. V. 324. P. 67–83. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.10.057>
41. Michczynski A., Pazdur A. The method of Combining radiocarbon dates and other information in application to study the chronologies of archaeological sites // *Geochronometria.* 2003. V. 22. P. 41–46.
42. Nicosia C., Stoops G. (Eds.). Archaeological soil and sediment micromorphology. Wiley, Hoboken, 2017.
43. Popova Tz. Palaeoethnobotanical study of the Yunatsite bronze age settlement – Pazardzik area, South Bulgaria // Palaeovegetational Development in Europe. Proceedings of the Pan-European Palaeobotanical Conference. Vienna, 1991. P. 69–72.
44. Popova Tz., Pavlova P. Paleoethnobotanical study of the Yunatsite bronze age settlement, Pazardzik district // *Годишник на Софийския университет “Св. Климент Охридски”.* 1994. Кн. 2. Ботаника. Т. 84. С. 71–101.
45. Reimer P.J., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hajdas I., Hatté C., Heaton T.J., Hafliadason H. et al. Turney CSM, van der Plicht J. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50 000 years cal BP // *Radiocarbon* 2013. V. 55. P. 1869–1887. https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.55.16947
46. Stoops G., Marcelino V., Mees F. (Eds.). Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths. Amsterdam: Elsevier, 2010. 720 p.
47. Stoops G., Nijs R. Micromorphological characteristics of some tell materials from Mesopotamia // *Pedologie.* 1986. V. 36. P. 329–336.
48. Twiss P.C. A curmudgeon’s view of grass Phytolithology. Phytolith: Applications in Earth Sciences and Human History // *Proceedings of the Second International Phytolith Conference. Fix Tn Provence, 2001.* P. 7–25.
49. Weiss H., Courty M.-A., Wetterstrom W., Guichard F., Senior L., Meadow R., Curnow A. The Genesis and Collapse of Third Millennium North Mesopotamian Civilization // *Science.* 1993. V. 261. P. 995–1004.
50. Wilkinson T.J. Archaeological Landscapes of the Near East. The Arizona Board of Regents. The University of Arizona Press, 2003. 260 p.

Soil-Sedimentation Record of the Natural Environment Evolution during the Holocene: Tell Yunatsite, Bulgaria

A. L. Alexandrovskiy^{1,*}, V. I. Balabina², T. N. Mishina², and S. N. Sedov^{3,4,5}

¹*Institute of Geography Russian Academy of Sciences, Moscow, 119017 Russia*

²*Institute of Archeology RAS, Moscow, 117036 Russia*

³*Institute of Geology, National Autonomous University of Mexico, Mexico City, 04510 Mexico*

⁴*Tyumen Industrial University, Tyumen, 625000 Russia*

⁵*Institute of the Earth Cryosphere, Tyumen SO RAS, Tyumen, 625026 Russia*

*e-mail: alexandrovski@igras.ru

A method of the Holocene paleoenvironment reconstruction based on the analysis of pedobiomarkers in tell deposits is suggested. On the Yunatsite tell such reconstruction was accomplished applying two types of environmental records: a) soil recording, documented in the profiles of two soils within the tell thickness: in its middle and lower parts; it reflects a change in the pedogenesis conditions averaged over relatively long periods of time; b) soil-sedimentological records in the cultural deposits of the Chalcolithic and the Early Bronze Age, 3.5 and 2.5 m thick, respectively. The lower soil, identified at the depth of 9.2–10.0 m, was buried about 5000 cal BC (the chronology is based on calibrated ¹⁴C dates). The low humus and high carbonate content indicate arid climate conditions in the 6th Millennium BC. The middle soil at a depth of 5 m was formed, according to ¹⁴C data, during approximately 1500 years (4350–2850 cal BC). According to chemical and micromorphological analyses, it has more SOM and is stronger leached of CaCO₃, as it was formed in more humid climate conditions. A detailed time record of CaCO₃ leaching processes was revealed in the sediments of the Chalcolithic and the Bronze Age that were accumulating for about 600 years in the 5th millennium BC and for about 350 years in the 3rd millennium BC. Due to the increase in climate humidity, the leaching process was intensified twice: about 4500 and 2800 cal BC. In the same two periods, especially in the former, the proportion of residues of hydrophilic beech increases significantly, and the proportion of oak residues decreases. Similar data were obtained by the analysis of phytoliths and pollen.

Keywords: paleosols, palaeobotany, paleoenvironment in the Holocene, the Balkans, Chalcolithic, chernozems