

*Ecology, Environment and Conservation* (0971765X-India-Scopus), 03, 385758. ISSN 0971-765X. (0971765 X-India-Scopus), 03, 385758. 2018, vol. 24 (3), pp. 1065-1068.

10. Abdel-Saheb J. A., Schwab A. R., Banks M. K., Hetrick B. Chemical characterization of heavy metal contaminated soil transektoin South east Kansas. *Water, Air and Soil Pollution*, 1994, no. 78, pp. 73-82.

11. Parmesan, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Ann. Rev. Ecol. Evol. S.*, 2016, vol. 37, no. 12, pp. 637-669.

12. Dabkowska-Naskrt H., Jaworska H., Długosz J. Assessment of the Total Nickel Content and its Available Forms in the Soils Around Cement Plant Lafarge Poland. *Int. J. Environ. Res.*, 2014, vol. 8 (1), pp. 231-236.

13. El-Bady M. S. M. Spatial Distribution of some Important Heavy Metals in the Soils South of Manzala Lake in Bahr El-Baqar Region, Egypt. *Nova J. Eng Appl Sci.*, 2014, vol. 2 (3), pp. 1-15.

14. Eisa, Solgi, Hadi Khodabandelo. Cadmium and Lead Disruption in Soils Around the Hegmatan Cement Factory, Iran. *Health Scope*, 2016 May, vol. 5 (2), e34184. DOI: 10.17795/jhealthscope-34184.

## МЕТОДЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПАЛЕОСРЕДЫ ЭТНОСОВ

**Спиридонова Ирина Николаевна**, ассистент, Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Российская Федерация, 440028, г. Пенза, ул. Титова, 28, e-mail: Irunekspir@yandex.ru

Представлены данные по анализу почв поселений и почв Маклашеевского II городища. Почвенные исследования (морфологические признаки, физические, физико-химические и химические данные) совместно с геохимическими показателями позволили нам выявить особенности развития почв поселений и геоэкологическую преобразованность почвенного покрова изучаемых ареалов. Разработан подход к реконструкции палеосреды обитания этносов ананьинской и именьковской археологических культур. Однотипность географических и геоморфологических позиций и хронологическая последовательность в развитии носителей ананьинской и именьковской археологических культур позволяют провести сравнительную характеристику почвенных свойств и признаков, а также реконструкцию палеоклиматических условий расселения и жизни в изучаемом регионе отмеченных этносов. При исследовании почв поселений и почв Маклашеевского II городища были разработаны подходы к реконструкции палеосреды обитания этносов ананьинской и именьковской археологических культур с помощью сопряжённого анализа почвенно-археологических, геоэкологических и геохимических данных почв поселений.

**Ключевые слова:** ананьинская археологическая культура, именьковская археологическая культура, геоэкологические исследования, геохимический коэффициент CIA, валовой химический состав, реконструкция палеосреды

## RESULTS OF GEOCHEMICAL RESEARCH PALEOSREDA OF ETHNOSES

**Spiridonova Irina N.**, Assistant, Penza State University of Architecture and Construction, 28 Titova St., Penza, 440028, Russian Federation, e-mail: Irunekspir@yandex.ru

The article presents data on the analysis of soil settlement and soil Miklashevskaja II settlement. The relevance of the work is that soil studies (morphological features, physical, physico-chemical and chemical data), together with geochemical indicators, allow to

identify the features of the development of soil settlements and geoecological transformation of the soil cover of the studied areas. The novelty of this work is to develop approaches to the reconstruction of the paleoenvironmental conditions of ethnic groups Ananyino archaeological and imenkov cultures. The uniformity of geographical and geomorphological positions and chronological sequence in the development of carriers of Ananin and imenkov archaeological cultures allow the comparative characteristics of soil properties and features, as well as the reconstruction of paleoclimatic conditions of settlement and life in the study region of the noted ethnic groups. Conclusions: in the study of soil settlement and soil Miklashevskaja II settlement was developed approaches to the reconstruction of the paleoenvironmental conditions of ethnic groups Ananyino archaeological and imenkov cultures using a paired analysis of soil-archaeological, geoecological and geochemical data of the soils of the settlements.

**Keywords:** Ananyino archaeological culture, imenkov archeological culture, geoecological survey, geochemical factor CIA, the gross chemical composition, reconstruction of the paleoenvironmental

Строительство Волжско-Камского каскада водохранилищ в середине XX в. привело к развитию процессов абразии и исчезновению памятников археологического и культурного наследия. Так, на поверхности второй надпойменной террасы р. Камы изучены остатки Маклашеевского II городища с культурным слоем носителей ананьинской культурно-исторической общности (КИО), датирующиеся IX–III вв. до н. э., и вторым культурным слоем именьковской КИО, датирующиеся IV и VII вв. н. э. [5].

В современных научных работах используются почвенно-археологический метод (Дергачева и др., 2006), геоэкологический анализ почв поселений и культурного слоя городища, а также исследования, связанные с анализом различных геохимических коэффициентов, – отношений макро- и микроэлементов [1; 2; 13; 14].

Реконструкция палеосреды обитания этносов ананьинской и именьковской КИО базируется на комплексных междисциплинарных исследованиях. В первую очередь, это палеогеографические данные, полученные ранее или скорректированные впоследствии в плане геологического и геоморфологического строения археологических объектов. Палеогеоботанические проработки конкретных временных срезов с учётом палинологических данных, а также динамика палеоклиматических событий, являющихся основой жизни и развития древних племён; собственно археологическое изучение с тщательным подробным просмотром всех культурных отложений памятников и использованием специфических датировок, связанных с технологией изготовления орудий труда, бытовых изделий и украшений, характерных для определенных этносов временных срезов, и, наконец, почвенных и палеопочвенных исследований с анализом морфологического строения, гранулометрического и агрегатного состава, физико-химических и химических показателей почв. Для количественной оценки реконструкции на основе валового химического состава определены коэффициенты: выветривания, соленакопления, динамики карбонатных минералов, однотипности геохимической обстановки, степени окисления и биологической активности почв [6].

Образование почв, по мнению геохимиков [1], – не только биологическое и физическое преобразование пород, но и медленные химические изменения, сопровождающиеся основными типами реакций. Наиболее важной реакцией в почвах является гидролиз – растворение минералов, например

полевых шпатов, сопровождающихся образованием глин и выносом щелочных и щелочноземельных катионов в почвенный раствор. Информационным показателем хода этой реакции в почвах является молярное отношение оксида алюминия к сумме кальция, магния, натрия и калия [2].

Таким образом, были получены коэффициенты на основе валового химического состава генетических горизонтов (рентгенфлюорисцентный метод). Его результаты были пересчитаны на прокаленную и бескарбонатную навески, и на этой основе в расчёте на молярную массу получены отношения  $TiO_2 / Al_2O_3$ ,  $MnO / Fe_2O_3, Al_2O_3 / (Al_2O_3 + MgO + Na_2O + K_2O)$ , коэффициент CIA (The Chemical Index of Alteration) по N. W. Nesbitt, приведённый по последней пропорции, но в процентах [1; 2; 13]. CIA отражает условия преобразования первичных минералов и имеет тесную взаимосвязь со среднегодовым количеством осадков, которая была описана рядом авторов [2; 14]. На основе литературных источников, сведений, полученных по другим объектам Среднего Поволжья и объектов Спасского района Республики Татарстан [12], был сформирован ряд значений CIA верхних генетических горизонтов почв и соответствующих им значений среднегодового количества осадков.

Реконструкция палеосреды обитания изучаемых этносов основана на связи коэффициентов химического выветривания современных почв с атмосферными осадками. Была получена функция линейной зависимости показателя CIA от среднегодового количества осадков –

$$СГКО = 9,3 \cdot CIA - 179$$

с величиной  $R^2 = 0,96$ , где СГКО – величина среднегодового количества осадков; CIA – химический индекс выветривания первичных минералов;  $R^2$  – коэффициент достоверности аппроксимации [5].

Городище Маклашеевка II – сложный археологический объект, так как включает поселения раннего железного века и раннего Средневековья, разделённых более чем шестисотлетним периодом естественно-природного развития и преобразования антропогенных сооружений (рис. 1).

Весь период освоения Маклашеевского II городища подразделяется на четыре этапа. Первый связан с существованием догородищенского неукреплённого поселения с VII в. до н. э. [11].

Второй этап существования городища связан со строительством вала на месте догородищенского поселения и носителями ананьинской КИО. Затем, в конце V в. до н. э., начался третий этап естественно-природного развития средней части Маклашеевского II городища, характеризующийся прерывистым разрушением вершинной части первичного шишковидного вала под воздействием процессов выветривания, склоновой денудации в восточной части раскопа. Последний (четвёртый) этап строительства городища связан с носителями именьковской культуры. В начале IV в. н. э. «именьковцы» приступили к восстановлению укреплений фортификационных сооружений и возрождения функционирования городища Маклашеевки II [11].

Городище представляет собой останец террасы, высотой 10 м над уровнем водохранилища и сохранившимися на нём оборонительными сооружениями (3,0 м высотой) раннего железного века и раннего Средневековья.

Культурный слой носителей ананьинской КИО, погребённые почвы средней части городища Маклашеевки II постананьинского развития, культурный слой именьковской КИО изучены на примере полевого описания разреза 2М (восточная экспозиция). Почвы поселений вокруг Маклашеевского II городища изучены на примере полевого описания разреза 1М.

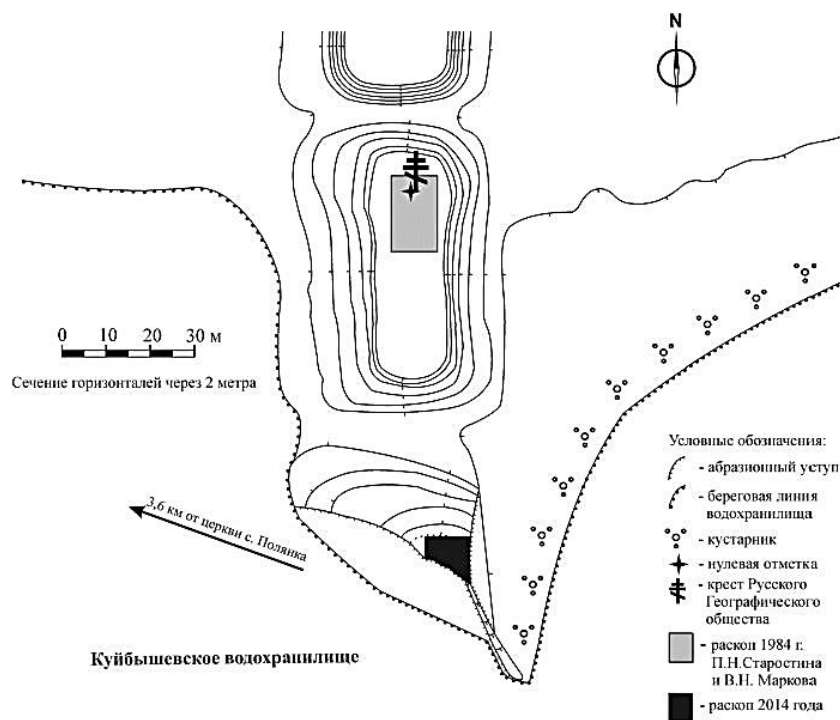


Рис. 1. Общий план городища Маклашеевки II при комплексном изучении в 2014 г.

*Валовой химический состав культурных слоёв* Маклашеевского II городища характеризуется преобладанием  $\text{SiO}_2$  (69,4–68,3 %) с заметным уменьшением  $\text{SiO}_2$  в гумусовых подгоризонтах – Ad-A-ABca дерново-слабокарбонатных почв до 66,23–63,36 %. Содержание оксида алюминия во всех культурных слоях городища равномерное от 14,55 до 13,37 %, за исключением верхних горизонтов Ad-A-ABca дерново-слабокарбонатных почв, где содержание  $\text{Al}_2\text{O}_3$  понижено до 12,64–11,36 %. Величины оксида железа имеют равномерное распределение (4,06–3,64 %) и характерны для всех культурных слоёв. Биофильные элементы ( $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) равномерно распределены с небольшим понижением в нижних горизонтах дерново-слабокарбонатных почв и других культурных слоях.

В пределах городища Маклашеевки II культурные слои характеризуются очень незначительным отношением  $\text{TiO}$  к  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 0,05–0,06 (табл. 1, разрез 2М). Тем не менее, показатели CIA имеют большой разброс данных – 68,46–61,20 для ананьинского культурного слоя и 66,41–56,39 для именьковского культурного слоя, при этом снижение величин CIA отмечается в дерново-слабокарбонатных почвах постименьковского развития.

Коэффициент выветривания ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  к  $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) [14] в основном больше 1,0 в ананьинском культурном слое и преимущественно < 1,0 – в именьковском культурном слое, что свидетельствует о снижении скорости выветривания во время постименьковского почвообразования.

Отношения  $\text{Na}_2\text{O}$  к  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  к  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  к  $\text{Al}_2\text{O}_3$  отражают динамику растворимых оксидов в почвах. Более расширенные величины коэффициентов в именьковском культурном горизонте свидетельствуют

о привносе субаэрального материала при строительстве оборонительных сооружений в верхней части городища Маклашеевки II.

Из всех остальных коэффициентов, слабо отражающих динамику геохимических условий в пределах городища Маклашеевки II, выделяются отношения  $Fe_2O_3 + MnO$  к  $Al_2O_3$  накоплением железа и марганца в гумусовых подгорizontах Ad, A, АВса, по сравнению с данными ананьинского и именьковского культурных слоёв. Это обстоятельство позволяет говорить об условиях преобладания окислительных процессов во время формирования дерново-слабокарбонатных почв.

Таблица 1

**Коэффициенты современных и погребенных преобразованных почв  
городища Маклашеевского II (разрез 2М)**

Горизонт	$\frac{TiO_2}{Al_2O_3}$	СI A	$Al_2O_3$	$\frac{Na_2O}{K_2O}$	$\frac{K_2O + Na_2O}{Al_2O_3}$	$\frac{Na_2O}{Al_2O_3}$	$\frac{Fe_2O_3 + MnO}{Al_2O_3}$
			$CaO + Na_2O + K_2O + MgO$				
Дерново-слабокарбонатные почвы на верхней части именьковского культурного слоя (Im <sub>3</sub> )							
Ad	0,06	56,39	0,83	0,66	0,30	0,12	0,21
A	0,07	61,43	0,95	0,92	0,30	0,15	0,22
АВса	0,05	63,44	0,97	0,84	0,29	0,13	0,20
Im <sub>3</sub>	0,06	64,46	0,97	0,80	0,28	0,13	0,19
Im <sub>1</sub>	0,05	66,41	1,02	0,64	0,24	0,09	0,19
Делювий и погребённая почва природного развития							
Делю-лювий	0,05	66,70	1,08	0,59	0,23	0,09	0,19
[A]са	0,05	66,74	1,08	0,59	0,23	0,09	0,19
Ананьинский культурный слой и фрагменты погребённых чернозёмов							
Ап <sub>2</sub>	0,06	66,26	1,02	0,73	0,25	0,11	0,19
Ап <sub>1</sub>	0,05	61,20	0,95	0,65	0,25	0,10	0,19
ВСап <sub>1</sub>	0,05	63,99	1,00	0,87	0,28	0,13	0,19
С <sub>1</sub> са	0,06	68,46	1,12	0,67	0,23	0,09	0,19

*Валовой химический состав почв поселений* в окрестностях городища Маклашеевки II характеризуется преобладанием  $SiO_2$  (69,2–68,3 %) в гумусовых подгорizontах Ad, Аса, АВса с заметным уменьшением в нижних гор. Вса, ВС с глубины 72 см до 66,8–67,9 %. Распределение оксидов алюминия характеризуется неоднородностью (11,2 %) в горизонте Ad, затем снижением (до 7,9–9,2 %) в гумусовых подгорizontах Аса, АВса и увеличением значений  $Al_2O_3$  до 14,16 % в средней части профиля, что, вероятно, связано с антропогенной преобразованностью почв в агроценозе. Оксид железа почти равномерно распределён по всему профилю (3,34–3,49%) до глубины 72 см. В нижних горizontах с глубины 72 см заметно увеличение  $Fe_2O_3$  до 4,07–4,21 %.

Распределение оксидов фосфора свидетельствует о биогенном накоплении их в верхних горizontах Аса и АВса (2,29–2,65 %) и резкое снижение в нижних горizontах Вса и ВС (до 0,45–0,87 %).

Распределение оксидов марганца и калия также неоднородно и подчёркивает их биогенное накопление в средних горizontах.

Анализ валового химического состава показывает на границу раздела геоэкологической преобразованности почв поселений в окрестностях городища Маклашеевки II до 72 см. Ниже 72 см почвенные горизонты Bca и BC в большей степени сохранили свои природные свойства. Они оказались богаче такими веществами, как Na<sub>2</sub>O, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, по сравнению с гумусовыми подгоризонтами Ad, Aca и ABca.

Для детализации и уточнения геоэкологической преобразованности почв поселений были рассчитаны геохимические коэффициенты на основе валового химического состава по G. Retallack, Nesbitt и др., О. А. Алексею и др. [1; 13; 14].

Соотношение оксида титана к оксиду алюминия (0,05) в почвообразующей породе отражает однотипность геохимической обстановки, унаследованной от этапа формирования лессовидных суглинков (табл. 2). Глубина изменения геохимической обстановки составляет 72 см. В генетических горизонтах, залегающих выше горизонта ABca, геохимическая обстановка изменяется, об этом свидетельствуют более расширенные отношения TiO<sub>2</sub> к Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до 0,09, т. е. уменьшение алюминия в составе глинистых минералов и относительного повышения титана, что может оказывать влияние на величину CIA.

Таблица 2

**Коэффициенты почв поселений  
в окрестностях Маклашеевского II городища, разрез 1M**

Горизонт	$\frac{TiO_2}{Al_2O_3}$	CIA	$\frac{Al_2O_3}{CaO + Na_2O + K_2O + MgO}$	$\frac{Na_2O}{K_2O}$	$\frac{K_2O + Na_2O}{Al_2O_3}$	$\frac{Na_2O}{Al_2O_3}$	$\frac{Fe_2O_3 + MnO}{Al_2O_3}$
Ad	0,07	57,24	0,85	0,62	0,32	0,12	0,20
Aca	0,09	54,34	0,73	0,56	0,35	0,13	0,29
ABca	0,07	57,04	0,78	0,40	0,33	0,09	0,26
Bca	0,06	60,74	0,94	0,61	0,34	0,13	0,26
BC	0,05	64,13	1,03	0,67	0,35	0,14	0,20
Cca	0,05	60,97	0,88	0,57	0,35	0,13	0,19

Коэффициент CIA (The Chemical Index of Alteration) был предложен N.W. Nesbitt [13], который представляет собой выражение

$$\frac{Al_2O_3}{Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O} \times 100.$$

Для почв поселений Маклашеевского II городища коэффициент CIA изменялся от 64,13 до 60,74 % в нижней части почвенного профиля (72–160 см).

В верхней части в пределах гумусовых подгоризонтов Ad, Aca, ABca коэффициент CIA понизился до 57,04–54,34 %. Таким образом, показатель CIA отражает субгумидные условия образования вторичных минералов в нижней части почв, соответствующих естественному их развитию.

В нижней части почвенного профиля (0–72 см) условия образования первичных минералов становятся менее благоприятными, при этом чередование величин CIA отражает турбационные процессы, связанные с развитием эрозионно-аккумулятивных периодов развития ландшафтов Среднего Поволжья, изученные Е. Н. Пономаренко и др. в позднем голоцене [8].

Коэффициент отношения  $Al_2O_3$  к  $CaO + Na_2O + K_2O + MgO$  был предложен G. Retallack [14] как отношение алюминия, являющегося основным компонентом глинистой составляющей к окислам растворимых оснований, поступающих в почвенный раствор в результате выветривания первичных минералов. Указанный коэффициент (0,88–1,03) показывает на повышение алюминия в нижней части почвенного профиля с глубины 72 см и отражает более гумидные условия формирования вторичных минералов. В верхней части почв (0–72 см) коэффициент понижается до 0,73, в связи с этим происходит снижение алюминия на фоне повышения первичных минералов. При этом условия выветривания вторичных минералов оказываются менее благоприятными.

Отношения  $Na_2O$  к  $K_2O$  как  $Na_2O$  к  $Al_2O_3$ , а также  $Na_2O + K_2O$  к  $Al_2O_3$  отражают динамику растворимых солей в почвах и в породах [14]. Если в почвообразующей породе коэффициент  $Na_2O$  к  $K_2O$  составил 0,57, то в переходных горизонтах  $V_{ca}$  и  $BC$  расширение отношений до 0,67 свидетельствует об увеличении  $Na_2O$  по сравнению с породой, а в верхних гумусовых подгорizontах  $A_{ca}$  и  $AB_{ca}$  можно говорить о преобладании оксида калия за счёт сужения отношений. Соотношение растворимых солей калия и натрия к алюминию (0,35) в породе слабо изменяется по почвенному профилю и только в горизонте  $Ad$  сужено до 0,32, указывающее на слабое увеличение глинистой составляющей.

Соотношение  $Na_2O$  к  $Al_2O_3$  в почвообразующей породе составило 0,13, существенно уменьшилось до 0,09 в горизонте  $AB_{ca}$ , а в горизонте  $Ad$  – всего до 0,12, что указывает на преобладание глинистой составляющей (табл. 2).

Соотношение оксидов железа и марганца к алюминию в почвообразующей породе узкое – 0,19, почти такое же в переходном горизонте  $BC$  и в горизонте  $Ad$  – 0,20, существенно расширяется до 0,26–0,29 в гумусовых подгорizontах  $A_{ca}$ ,  $AB_{ca}$ , а также в переходном горизонте  $V_{ca}$ . Подобное распределение коэффициента  $Fe_2O_3 + MnO$  к  $Al_2O_3$  свидетельствует о нарушении естественного развития почв (табл. 2).

В заключение необходимо отметить, что геохимические коэффициенты свидетельствуют об изменении геоэкологической обстановки в преобразованной части почвенного профиля 0–72 см, т. е. указывают на снижение величин алюминия в составе глинистых минералов. Коэффициент  $ClA$  отражает более субгумидные условия выветривания (64,13–60,74 %) в нижней части почвенного профиля (72–160 см) по сравнению с гумусовыми подгорizontами  $Ad$ ,  $A_{ca}$  и  $AB_{ca}$  – 57,04–54,34 % [5].

Информационным показателем реконструкции среды обитания этносов раннего железного века и раннего Средневековья могут быть данные коэффициента  $ClA$  культурных слоёв ананьинской и именьковской КИО. Это обусловлено наличием археологических датировок общих пределов развития носителей рассматриваемых культур.

Таким образом, нами был получен ряд данных по осадкам в период развития этносов ананьинской КИО: для раннего уровня  $an1$  – 420 и 390 мм/год, а также 440 мм/год для среднего уровня  $an2$  (рис. 2). Максимальное количество осадков приходится на период природного развития средней части городища Маклашеевки II – 445 и 445 мм/год. На время развития этносов именьковской КИО в ранний период ( $Im1$ ) количество осадков составило 440 мм/год, затем

в среднем периоде (Im2) осадки уменьшились до 425 мм/год, а в позднем периоде (Im3) они понизились до 415 мм/год (рис. 2).

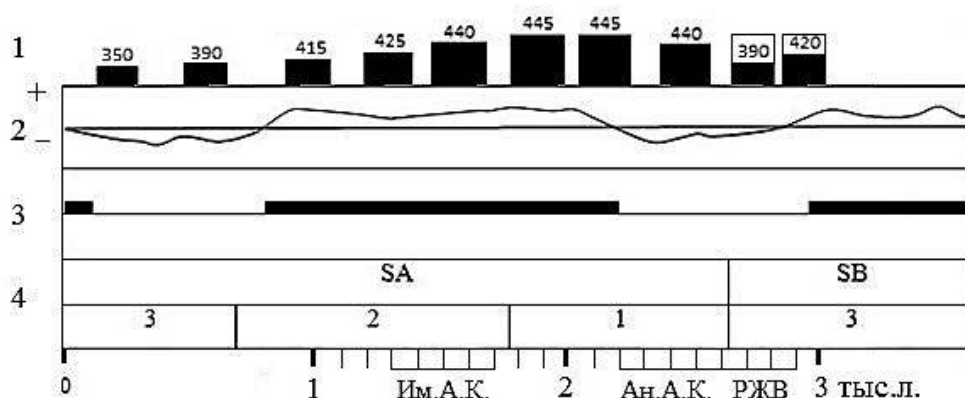


Рис. 2. Количество осадков и ритмы почвообразования в позднем голоцене: 1 – осадки (реконструированы по коэффициентам химического выветривания и другим показателям); 2 – среднегодовая температура для южной лесной зоны [9]; 3 – ритмы почвообразования по С. А. Сычевой [10] (тёмные полосы – стадии почвообразования, светлые промежутки – стадии литогенеза); 4 – подразделения голоцена даны в модификации Н. А. Хотинского [9].

Анализ реконструированных величин осадков в пределах культурных слоёв ананьинской и именьковской КИО свидетельствует о неоднородности их показателей, например 420 мм/год – в раннем периоде an1 и 390 мм/год – в пределах этого же периода. При этом следует обратить внимание на величину коэффициента CIA (68,46 %), характерного для почвообразующей породы – лёссовидных суглинков незатронутых антропогенным воздействием при поселении и строительстве фортификационных сооружений городища Маклашеевки II (табл. 1). Расчёт осадков на время формирования лёссовидных суглинков показал величину 457 мм/год. Таким образом, если величину осадков (457 мм/год) принять за контроль, то при сравнении полученных данных по осадкам в пределах ананьинской и именьковской КИО, кроме неоднородности, наблюдается также и снижение осадков в разной пропорции в зависимости от времени формирования культурных слоёв (рис. 2).

Причина подобного несоответствия в настоящей реконструкции осадков кроется в антропогенном воздействии на минерально-органические компоненты, почвенной массы, главным образом это пожары и связанные с ними прокалы, скопления угля и золы, рассмотренных при анализе морфологического строения культурных слоёв этносов ананьинской и именьковской КИО.

Высокая температура от пожаров обусловила преобразование (стирание) в естественных охрано-минеральных коллоидах «природной памяти» условий выветривания первичных и образование вторичных минералов. Чем больше прокала в культурном слое, тем меньше информации о «природной памяти» условий выветривания первичных минералов, определяющих достоверную реконструкцию природных условий.

Расчёт амплитуды снижения величин осадков в пределах каждого уровня культурного слоя по сравнению с контролем составляет 76,5–97,4 %. Минимальный уровень снижения количества осадков приходится на период



природного развития средней части городища Маклашеевки II – всего 97,4 %. В это время не было крупных пожаров и связанных с ними прокалов, процессы выветривания и почвообразования развивались на антропогенных отложениях, имеющих свидетельства создания укреплений, а в последствии – их разрушения и переотложения мелкозема в виде делювия. Шестисотлетний период денудационных процессов и затем формирования почв на делювиальных отложениях predetermined преобразование обломков прокала за счёт процессов выветривания и способствовал повышению величин геохимических коэффициентов, определяющих климатические условия преобразования первичных минералов.

Максимальный уровень снижения количества реконструированных осадков (76,5 %) приходится как на ранний период расцвета ананьинской культуры (an1), так и на поздний период развития этносов именьковской культуры (Im1 и особенно Im2, Im3). В первом случае (ранний период an1) – это пожары деревянных строений и обилие прокалов, хорошо выделяющихся морфологически по окраске. Величина реконструированных осадков по сравнению с контролем составила 85,3 %, т. е. примерно на 10–15 % произошло снижение количества осадков из-за «стирания природной памяти» естественного развития органо-минерального комплекса почв при воздействии на него высоких температур от пожара.

В период развития этносов именьковской культуры величины реконструированных осадков изменялись последовательно. В раннем периоде (Im1) реконструкция величины осадков составила 440 мм/год, т. е. 96,3 % по сравнению с контролем. В средний период развития именьковской культуры (Im2) величина реконструкции осадков составила 425 мм/год и, таким образом, уменьшилась на 7,0 % (93,0 %) по сравнению с контролем. В последний период жизнедеятельности этносов именьковской культуры (Im3) величина осадков составила 415 мм/год, т. е. её понижение достигло 9,2 % по сравнению с контролем. Причины снижения величины осадков связаны с использованием прокалённого почвенного материала при строительстве жилых и фортификационных сооружений городища Маклашеевки II. Возможно, что эти же причины (снижение величин осадков) принимают участие в период развитого Средневековья, т. к. формирование постименьковской почвы базируется на именьковских отложениях, насыщенных прокалом, прослойками угля и золы (рис. 2). Однако для Среднего Поволжья был получен тренд понижения осадков в позднем голоцене, составляющий 2,5 % [12].

Сейчас количество осадков в Татарстане составляет 460–540 мм/год, т. е. превышает рассчитанные (рис. 2) на 50–80 мм. Если учесть, что за последние 100 лет произошло увеличение осадков в Среднем Поволжье на 100–140 мм/год [3], то можно говорить о достоверности проведённых реконструкций.

Анализ величин реконструированных осадков в периоды стадий почвообразования и стадий литогенеза [9], показанных на рисунке, соответственно, тёмной и светлой полосами, свидетельствует о равных количествах осадков, характерных для той или иной стадии (рис. 2), изменяется только среднегодовая температура, представленная по данным Н. А. Хотинского [10] для южной лесной зоны. Для стадий педогенеза преобладают положительные температуры, а для стадий литогенеза – отрицательные. Значительное количество осадков и положительные температуры в период стадии педогенеза

определяют стабилизацию природного развития, снижение эрозионных процессов и преобладание процессов почвообразования для формирования зональных и интразональных вариантов почв, а также погребённых почв в поймах [4; 7]. Подобные благоприятные (влажные и теплые) климатические условия совпадали с развитием и расцветом этносов раннего железного века и особенно раннего Средневековья.

В результате междисциплинарных исследований возможна реконструкция палеогеографических, геоботанических и палеоклиматических событий обитания изучаемых этносов раннего железного века и раннего Средневековья. В качестве количественных показателей реконструкции климатических событий были использованы геохимические параметры, в частности коэффициент CIA.

В результате реконструкции количества осадков в культурных слоях ананьинского и именьковского КИО был получен ряд величин, имеющих значительную неоднородность. Для раннего уровня (an1) – 420 и 390 мм/год, для среднего уровня (an2) – 440 мм/год. На время развития этноса именьковской КИО в ранний период (Im1) количество осадков составило 440 мм/год, в среднем периоде (Im2) осадки уменьшились до 425 мм/год, а в позднем периоде (Im3) они понизились до 415 мм/год.

Анализ полученных данных свидетельствует о неоднородности их показателей: в ранний период an1 – 420 мм/год и 390 мм/год в пределах этого же периода. При этом следует обратить внимание на величину коэффициента CIA (68,46 %), характерного для почвообразующей породы – лёссовидных суглинков, не затронутых антропогенным воздействием при поселениях и строительстве оборонительных сооружений Маклашеевского II городища.

Расчёт осадков на время формирования лёссовидных суглинков показал их величину 457 мм/год, которую можно принять за контроль. Максимум количества осадков (445 мм/год), близких к контролю, приходится на период природного развития средней части Маклашеевского II городища.

Причина уменьшения реконструированных осадков кроется в антропогенном воздействии на органо-минеральные компоненты почвы – это пожары и связанные с ними прокалы, скопления угля и золы. Высокая температура от пожаров обусловила преобразование (стирание) в естественных органо-минеральных комплексах «природной памяти» условий выветривания первичных минералов. Чем больше прокала в культурном слое, тем меньше информации о «природной памяти» условий выветривания первичных минералов, определяющих достоверную реконструкцию природных условий.

Расчёт амплитуды снижения величин осадков в пределах каждого уровня культурного слоя по сравнению с контролем составляет 76,5–97,4 %. Минимальный уровень снижения количества осадков (97,4 %) приходится на период природного развития средней части городища Маклашеевки II. Максимальный уровень снижения количества реконструированных осадков (85,3 %) падает на культурные слои как в ананьинском (an1, 390 мм/год), так и в именьковском (Im3, 415 мм/год) КИО, что обусловлено наличием морфологических заметного количества прокалов, прослоек угля и золы. Эти же причины снижения осадков возможно характерны и для развитого Средневековья (76,5 %). Однако для Среднего Поволжья был получен тренд снижения осадков в позднем голоцене, составивших 2,5 % [12]. Следовательно, процент снижения количества осадков в период развития этносов именьковской культуры и развитого Средневековья суммируется из составляющих – балласта

в почве (прокала, прослоек угля и золы), а также понижения осадков в позднем голоцене, которые в сумме составляют следующие ряды чисел: 3,7 % (Im1); 7,0 % (Im2); 9,2 % (Im3); 14,7 % (развитое Средневековье).

#### Список литературы

1. Алексеев, А. О. Оксидогенез железа в почвах степной зоны / А. О. Алексеев, Т. В. Алексеева. – Москва : ГЕОС, 2012. – 202 с.
2. Калинин, П. И. Геохимические характеристики погребенных голоценовых почв степей Приволжской возвышенности / П. И. Калинин, А. О. Алексеев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География, Геоэкология. – 2008. – № 1. – С. 9–15.
3. Ломов, С. П. Почвы и климат Пензенской области / С. П. Ломов. – Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2012. – 290 с.
4. Ломов, С. П. Почвы эоловых геосистем (памятники неолита) и погребенные почвы в поймах бассейна р. Сура в голоцене / С. П. Ломов, Н. Н. Солодков. – Пенза : Пензенский гос. ун-т архитектуры и строительства, 2014. – 200 с.
5. Ломов, С. П. Почвы поселений (черноземы) раннего средневековья лесостепной зоны Среднего Поволжья (на примере городища Маклашеевка II) / С. П. Ломов, Н. Н. Солодков // Черноземы центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. – Воронеж, 2017. – С. 43–46.
6. Ломов, С. П. Геоэкологический анализ почв поселений поздней бронзы, раннего железа и раннего средневековья (лесостепь Среднего Поволжья) / С. П. Ломов, И. Н. Спиридонова, Н. Н. Солодков // Тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В. В. Докучаева. – Белгород, 2016. – С. 225–226.
7. Мозжерин, В. И. Деятельность человека и эрозионно-русловые системы Среднего Поволжья / В. И. Мозжерин, С. Г. Курбанова. – Казань, 2004. – 126 с.
8. Пономаренко, Е. В. Подходы к реконструкции динамики заселения территории по почвенным признакам / Е. В. Пономаренко, Д. С. Пономаренко, Д. А. Сташенок, А. Ф. Кочкина // Поволжская археология. – 2015. – № 1. – С. 126–160.
9. Сычева, С. А. Главный (2000-летний) ритм голоцена и его проявления в почвах и отложениях пойм русской равнины / С. А. Сычева // География: проблемы науки и образования. – Санкт-Петербург : Русское географическое общество, 2010. – С. 324–329.
10. Хотинский, Н. А. Голоцен Северной Евразии / Н. А. Хотинский. – Москва, 1987. – 200 с.
11. Чижевский, А. А. Исследование оборонительных сооружений Маклашеевского II городища в 2014 г. / А. А. Чижевский, А. А. Хисяметдинова, Л. А. Вязов, А. В. Лыганов, Э. А. Хуснутдинов // XV Бадеровские чтения по археологии Урала и Поволжья. – Пермь, 2016. – С. 119–124.
12. Lomov, S. P. Modern and buried soils of Kurgans in the Forest-Steppe Zone of the Middle Volga Region (by the Example of Komintern I Kurgan) / S. P. Lomov, A. V. Lyganov, A. A. Khisyamidinova, I. N. Spiridonova, N. N. Solodkov // Eurasian Soil Science. – 2017. – Vol. 50, № 5. – P. 539–548.
13. Nesbitt, H. W. Early Proterozoic climate of sand stone and munstone suites using SiO<sub>2</sub> content and K<sub>2</sub>O / Na<sub>2</sub>O ratio / H. W. Nesbitt, G. M. Young // Journal of Geology. – 1997. – Vol. 105. – P. 173–191.
14. Retallack, G. Soils and Global Change in the Carbon Cycle over Geological Time / G. Retallack // Treatise On Geochemistry. – 2003. – Vol. 5. – P. 581–605.

#### References

1. Alekseev A. O., Alekseeva T. V. *Oksidogenez zheleza v pochvakh stepnoy zony* [Oxidogenesis of iron in the soils of the steppe zone]. Moscow, GYeOS Publ., 2012, 202 p.
2. Kalinin P. I., Alekseev A. O. *Geokhimicheskie kharakteristiki pogrebennykh golotsenovykh pochv stepy Privolzhskoy vozvyshennosti* [Geochemical characteristics

of the buried Holocene soils of the steppes of the Volga Upland]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya, Geoekologiya* [Bulletin of Voronezh State University. Series: Geography, Geoecology], 2008, no. 1, pp. 9–15.

3. Lomov S. P. *Pochvy i klimat Penzenskoy oblasti* [Soils and climate of the Penza region]. Penza, Penza State University of Architecture and Construction Publ., 2012, 290 p.

4. Lomov S. P., Solodkov N. N. *Pochvy eolovykh geosistem (pamyatniki neolita) i pogrebennyye pochvy v poymakh basseyna r. Sura v golotsene* [Soils of eolian geosystems (Neolithic monuments) and buried soils in the floodplains of the river basin. Sura in the Holocene]. Penza, Penza State University of Architecture and Construction Publ., 2014, 200 p.

5. Lomov S. P., Solodkov N. N. *Pochvy poseleniy (chernozemy) rannego srednevekovyaya lesostepnoy zony Srednego Povolzhya (na primere gorodishcha Maklasheevka II)* [Soils of settlements (chernozems) of the early Middle Ages in the forest-steppe zone of the Middle Volga (on the example of the ancient settlement Maklasheevka II)]. *Chernozemy tsentralnoy Rossii: genezis, evolyutsiya i problemy ratsionalnogo ispolzovaniya* [Chernozems of central Russia: genesis, evolution and problems of rational use]. Voronezh, 2017, pp. 43–46.

6. Lomov S. P., Spiridonova I. N., Solodkov N. N. *Geoekologicheskiy analiz pochv poseleniy pozdney bronzy, rannego zheleza i rannego srednevekovyaya (lesostep Srednego Povolzhya)* [Geoecological analysis of the soils of the Late Bronze, Early Iron and Early Middle Ages settlements (forest-steppe of the Middle Volga region)]. *Tezisy dokladov VII sezda Obshchestva pochvovedov im. V. V. Dokuchaeva* [Abstracts VII Congress of the Society of Soil Veda them. V.V. Dokuchaev]. Belgorod, 2016, pp. 225–226.

7. Mozzherin V. I., Kurbanova S. G. *Deyatel'nost' cheloveka i erozionno-ruslovyye sistemy Srednego Povolzhya* [Human activity and erosion-bed systems of the Middle Volga]. Kazan, 2004, 126 p.

8. Ponomarenko Ye. V., Ponomarenko D. S., Stashenkov D. A., Kochkina A. F. *Podkhody k rekonstruktsii dinamiki zaseleniya territorii po pochvennyim priznakam* [Approaches to reconstruction of the dynamics of population of a territory by soil characteristics]. *Povolzhskaya arkheologiya* [Volga Archeology], 2015, no. 1, pp. 126–160.

9. Sycheva S. A. *Glavnyy (2000-letniy) ritm golotsena i ego proyavleniya v pochvakh i otlozheniyakh poym russkoy ravniny* [The main (2000-year-old) Holocene rhythm and its manifestations in soils and sediments of the floodplains of the Russian plain]. *Geografiya: problemy nauki i obrazovaniya* [Geography: problems of science and education]. St. Petersburg, Russian Geographical Society Publ., 2010, pp. 324–329.

10. Khotinskiy N. A. *Golotsen Severnoy Yevrazii* [Holocene of Northern Eurasia]. Moscow, 1987, 200 p.

11. Chizhevskiy A. A., Khisyametdinova A. A., Vyazov L. A., Lyganov A. V., Khusnutdinov E. A. *Issledovanie oboronitelnykh sooruzheniy Maklashevskogo II gorodishcha v 2014 g.* [Study of the defensive structures of the Maklashevsky II settlement in 2014]. *XV Baderovskie chteniya po arkheologii Urala i Povolzhya* [XV Bader readings on the archeology of the Urals and Volga]. Perm, 2016, pp. 119–124.

12. Lomov S. P., Lyganov A. V., Khisyamidinova A. A., Spiridonova I. N., Solodkov N. N. *Modern and buried soils of Kurgans in the Forest-Steppe Zone of the Middle Volga Region (by the Example of Komintern I Kurgan)*. *Eurasian Soil Science*, 2017, vol. 50, no. 5, pp. 539–548.

13. Nesbitt H. W., Young G. M. *Early Proterozoic climate of sand stone and munstone suites using SiO<sub>2</sub> content and K<sub>2</sub>O / Na<sub>2</sub>O ratio*. *Journal of Geology*, 1997, vol. 105, pp. 173–191.

14. Retallack G. *Soils and Global Change in the Carbon Cycle over Geological Time*. *Treatise On Geochemistry*, 2003, vol. 5, pp. 581–605.