

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ БИОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ ПО МЕЛКИМ МЛЕКОПИТАЮЩИМ ПЛЕЙСТОЦЕНА ЮГА ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

ALGORITHM FOR CONSTRUCTING OF BIOCHRONOLOGICAL SCALES OF THE PLEISTOCENE SMALL MAMMALS IN THE SOUTH OF EASTERN EUROPE

А.И. Крохмаль
Aleksii I. Krokmal

Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine, Gonchara str., 55-B, Kyiv, Ukraine, 01601 (krokmal1959@ukr.net)

Алгоритм построения биохронологических шкал по мелким млекопитающим плейстоцена представляет собой пошаговый или параллельный процесс накопления информативных данных с последующей их реализацией в виде графических схем. Шаг 1. Описание орто- и парастратиграфических таксонов и построение филогенетических древ на основе эволюции морфологических признаков отдельных видов. Шаг 2. На основе таксономического состава микротериофауны тафоценозов плейстоцена описываются фаунистические комплексы, териоассоциации и фазы развития последних. Шаг 3. Определение характеристик палеофаунистических опорных разрезов (ПОР) и индекс-разрезов (ИР). Шаг 4. Построение макроэволюционных биохронологических шкал (БХШ) таксономического обоснования на основе биохронозон одного (монозональные шкалы) или нескольких (полизональные шкалы) типов. Шаг 5. Построение микроэволюционных БХШ морфометрического обоснования на основе фенохронозон. Шаг 6. Аргументация необходимости использования любого из трех вариантов БХШ как таксономического, так и морфометрического обоснования в зависимости от тафономических условий захоронения остатков, их количества, разнообразия таксонов, целей исследования и т.д. Данные БХШ могут использоваться для расчленения четвертичных отложений путем выделения биостратиграфических подразделений (биозон) в конкретных разрезах, колонках буровых скважин и корреляции их в местных и региональных масштабах.

Ключевые слова: плейстоцен, мелкие млекопитающие, филогенез, фаунистический комплекс, териоассоциация, палеофаунистический опорный разрез, индекс-разрез, биохронологическая шкала.

The algorithm for constructing of biochronological scales for small mammals of the Pleistocene is a step-by-step or parallel process of accumulation of informative data with subsequent implementation in the form of graphic schemes. Step 1. Description of ortho- and parastratigraphic taxa and the construction of phylogenetic trees based on the evolution of morphological features of individual species. Step 2., The faunistic complexes, therioassociations and the phases of development of associations based on the taxonomic composition of the microtheriofauna of the Pleistocene taphocenoses are described. Step 3. Determination of the characteristics of paleofaunal reference sections (PRS) and index-sections (IS). Step 4. Construction of macroevolutionary biochronological scales (BHS) of taxonomic rationale based on biochronozones only one (monozonal scales) or several (polyzonal scales) types. Step 5. Construction of microevolutionary biochronological scales of morphometric rationale based on phenochronozones. Step 6. The need to use any of the three variants of the BHS as a taxonomic and morphometric rationale, depending on the taphonomic conditions of the burial of the remains, their quantity, the variety of taxa, the research objectives, etc. These biochronological scales can be used for the dismemberment of quaternary deposits by isolating biostratigraphic units (biozones) in specific sections, columns of boreholes and correlating them at local and regional scales.

Key words: Pleistocene, small mammals, phylogeny, faunal complex, therioassociation, paleofaunal reference section, index-section, biochronologic scale.

ВВЕДЕНИЕ

Историю развития палеотериологии и биостратиграфии плейстоцена юга Восточной Европы можно условно разделить на несколько периодов. Первый (начальный) этап – этап *грубой биостратиграфии* – характеризуется описанием родов и видов ископаемых млекопитающих (главным образом крупных), описанием фаун из разновозрастных отложений с выделением фаунистических комплексов и обоснованием их состава (одесский, таманский, тираспольский, сингильский, хазарский, верхнепалеоли-

тический) (Громов, 1948). Второй этап – *детальной биостратиграфии* – отмечен изучением эволюционных трендов в филогенетических линиях ископаемых мелких млекопитающих (*Borsodia-Lagurus*, *Mimomys-Arvicola*, *Allophaiomys-Microtus* и др.), выделением фаунистических комплексов по мелким млекопитающим и подразделением их на ассоциации, подкомплексы, фазы и этапы развития, обоснованием границ стратиграфических подразделений по териофауне (раздел, звено). Третий этап – *тонкой биостратиграфии* – опре-

деляется изучением морфологии костных остатков (морфометрические показатели строения зубов, дифференциация и инверсия эмали; микроструктура эмали, выделение морфотипов и т.д.), палеогеографические реконструкции (событийность), зональная биостратиграфия (биозоны), обоснование границ стратиграфических подразделений (климатолит, стадиал). В настоящее время разработка проблематики второго и третьего этапов проходит в параллельном режиме.

Накопленный за последние десятилетия материал позволяет проводить биозональную стратиграфию плейстоцена по мелким млекопитающим (Kordos, 1994; Вангенгейм и др., 2001; Вангенгейм, Тесаков, 2008; Надаховски и др., 2003). Решение биостратиграфических задач, основанное на применении биохронологических шкал (БХШ), является следующим этапом таких исследований. Выделение биохронозон различных типов дает возможность наиболее детального расчленения осадочных толщ квартера. Представленная вашему вниманию разработка алгоритма построения зональных биохронологических шкал по мелким млекопитающим плейстоцена является логическим продолжением исследований в этой области.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Зональные БХШ строятся на основе биохронозон различных типов. Биохронозоны материализованы (овеществлены) в эволюции биологических объектов и выделяются по появлению, существованию и исчезновению (вымиранию) таксонов видового или родового ранга. Биохронозона может также фиксировать этап последовательного изменения эволюционирующего морфологического признака или ряда признаков в палеопопуляциях одного или нескольких видов на протяжении определенного промежутка геологического времени. При построении БХШ основные исследования были проведены микротериологическим методом с использованием результатов исследования геологическим, палеопедологическим, малакологическим, палинологическим методами, методом палеогеографических реконструкций и физическими методами датирования горных пород. Были изучены и проанализированы оригинальные данные и все доступные источники, включая публикации, коллекции палеонтологического музея и сотни диагностических

зубов ископаемых микромаммалий из 116 местонахождений (92 разреза) юга Восточной Европы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На основании детального анализа стратиграфического и географического распространения плейстоценовых таксонов микротериофауны, а также по итогам изучения эволюции морфологических признаков отдельных видов выделены орто- и парастратиграфические филогенетические линии (рис. 1). К ортостратиграфическим филогенетическим линиям относятся таксоны с относительно быстрыми темпами эволюционного процесса и достаточно широким страто-географическим распространением. Это линии *Mimomys-Allophaiomys* (показатели эволюционной продвинутости – коэффициенты A/L, B/W, SDQ), *Allophaiomys-Stenocranius* (A/L, C/W), *Allophaiomys-Microtus* (A/L, D/E), *Mimomys-Arvicola* (L, A, SDQ), *Villanyia (Borsodia)-Prolagurus-Lagurus* (A/L, B/W, C/W). К парастратиграфическим филогенетическим линиям (ограничения по темпам эволюции и типам распространения) относятся следующие: *Allophaiomys-Pallasiinus* (A/L), *Allophaiomys-Terricola*, *Villanyia (Kulundomys)-Lagurodon* (A/L), линия рода *Eolagurus* (L, C, C/L), рода *Clethrionomys* (L) (Крохмаль, 2016в, г.д; Krokhmal, 2010).

Филогенетическая линия *Mimomys-Allophaiomys* представлена двумя видами – *A. deucalion* и *A. pliocaenicus*. При этом для каждого из них выделены по три этапа эволюционных морфологических преобразований на внутривидовом уровне. Линия *Allophaiomys-Stenocranius* охарактеризована четырьмя видами – *M. (S.) hintoni*, *M. (S.) hintoni-gregaloides*, *M. (S.) gregaloides* и *M. (S.) gregalis*, которые выделены на основе морфологических признаков. В линии *Allophaiomys-Microtus* описано два вида – *M. (M.) arvalinus* и *M. (M.) arvalis*. Для первого из них характерны два периода эволюционных преобразований. В филогенетической линии *Mimomys-Arvicola* зафиксировано три вида – *A. mosbachensis*, *A. chosaricus* и *A. terrestris* (рис. 1). У *A. mosbachensis* присутствуют три этапа эволюционных морфологических преобразований, у двух других видов – по два. *Villanyia (Borsodia)-Prolagurus-Lagurus* – единственная ортостратиграфическая филогенетическая линия, которая полностью охватывает стратиграфический

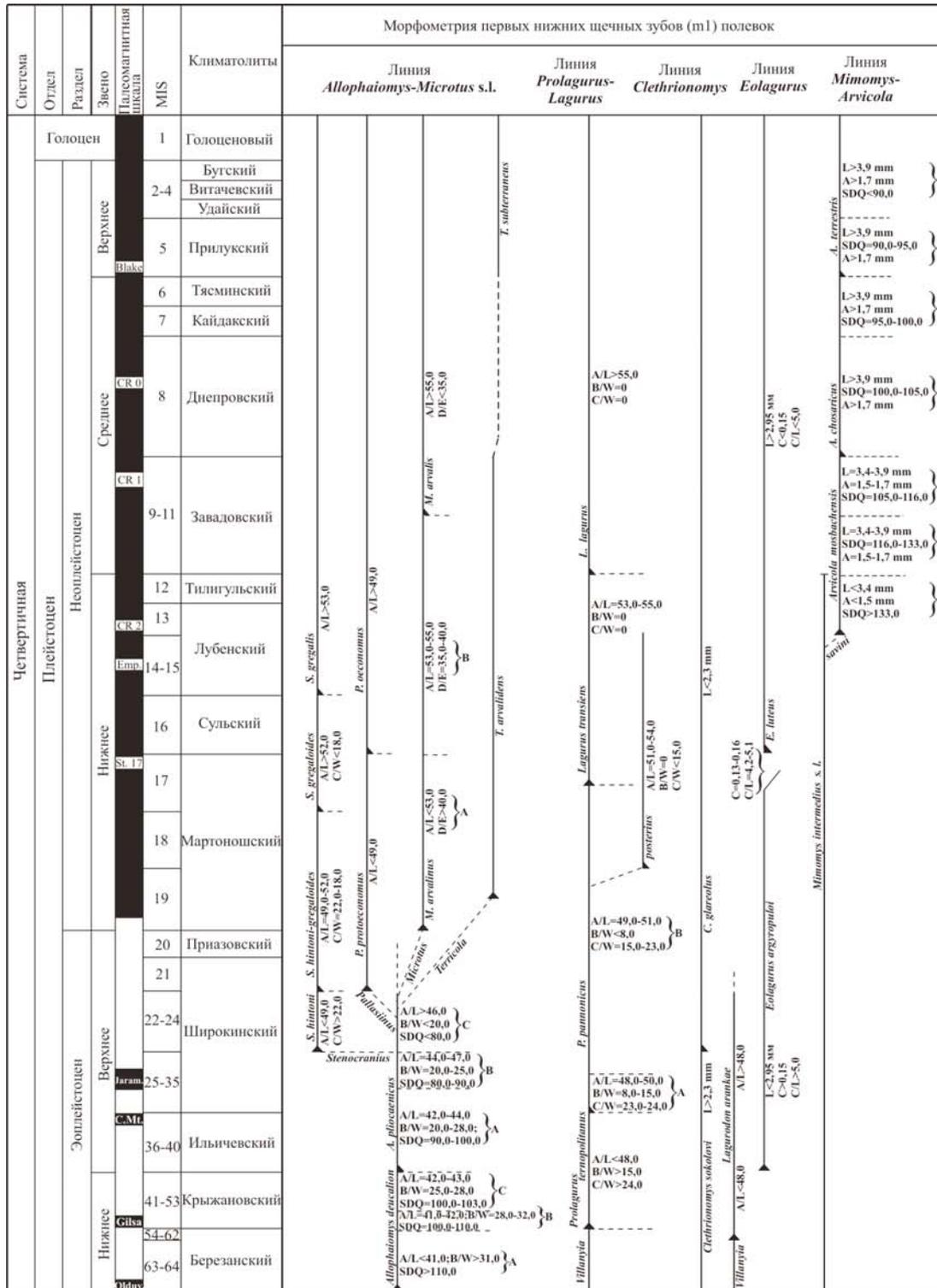


Рис. 1. Схема эволюции полевковых в филогенетических линиях *Allophaiomys-Microtus* (*Stenocranius*), *Allophaiomys-Microtus* (*Pallasiinus*), *Allophaiomys-Microtus* (*Microtus*), *Allophaiomys-Microtus* (*Terricola*), *Villanyia-Prolagurus-Lagurus*, *Mimomys-Arvicola*, *Pliomys-Clethrionomys*, *Villanyia-Lagurodon* и *Villanyia* (?) - *Eolagurus* в квартере юга Восточной Европы

Fig. 1. Scheme of voles evolution in the phylogenetic lines *Allophaiomys-Microtus* (*Stenocranius*), *Allophaiomys-Microtus* (*Pallasiinus*), *Allophaiomys-Microtus* (*Microtus*), *Allophaiomys-Microtus* (*Terricola*), *Villanyia-Prolagurus-Lagurus*, *Mimomys-Arvicola*, *Pliomys-Clethrionomys*, *Villanyia-Lagurodon* and *Villanyia* (?) - *Eolagurus* at Quaternary in the South of Eastern Europe

объем плейстоцена. Она представлена четырьмя видами – *Prolagurus ternopolitanus*, *P. pannonicus*, *L. transiens* и *L. lagurus*. Виды выделены на основе морфологических и морфотипических признаков. Для *P. pannonicus* описаны два этапа морфологических преобразований.

В парастратиграфических филогенетических линиях мелких млекопитающих фиксируются не более двух видов, биохронологическое значение которых довольно ограничено.

На основе таксономического состава микротериофауны тафоценозов плейстоцена описаны фаунистические комплексы и териоассоциации. По уровню эволюционной прогрессивности (продвинутой) некоторых видов в филогенетических линиях выделяются фазы развития для ряда ассоциаций. Определены и микротериологически охарактеризованы шесть фаунистических комплексов, 19 териоассоциаций и пять фаз развития двух из них (рис. 2).

В раннем эоплейстоцене описан одесский фаунистический комплекс, для которого характерно присутствие видов *A. deucalion*, *P. ternopolitanus* и *L. arankae*. В составе комплекса выделено две ассоциации. Признаком тилигульской ассоциации считается наличие *A. deucalion*, многочисленных *Villanyia* и отсутствие представителей *Prolagurus* и *Lagurodon*. В верхнежеваховской териоассоциации появляются *P. ternopolitanus* и *L. arankae*. Ассоциация представлена двумя последовательными фазами, которые отражают эволюцию морфоструктур зубов вида *A. deucalion*. Следующий, позднеэоплейстоценовый таманский комплекс включает три териоассоциации. Индикаторами комплекса являются виды *A. pliocaenicus*, а несколько позднее – *P. pannonicus*. В тарханкутской ассоциации впервые появляются *A. pliocaenicus* и *E. argyropuloi*. Для ногайской ассоциации характерно появление *P. pannonicus*. Данная териоассоциация проходит три фазы развития – при неизменном составе руководящих форм полевковых меняются лишь показатели уровня эволюционной продвинутой ортостратиграфических видов (*P. pannonicus*, *A. pliocaenicus*). Верхнечеревичанская ассоциация отмечена появлением *M. hintoni* и *C. glareolus*.

За время существования тираспольского комплекса появились и частично вымерли следующие виды полевков: *M.s.*, *M. hintoni-gregaloides*, *M. arvalinus*, *M. arvalidens*, *M. gregaloides*,

M. oeconomus, *M. gregalis*, *P. posterius*, *L. transiens*, *E. luteus*, *A. mosbachensis*. Совместное нахождение в одном тафоценозе двух-трех видов полевков (иногда достаточно даже и одного вида) из этого списка указывает на принадлежность палеосообщества к тираспольскому комплексу, при условии отсутствия более молодых таксонов (например, *L. lagurus*). Семь териоассоциаций выделены по признаку появления нового вида (видов). Лузановская ассоциация – первые представители видов *M. protoeconomus* и *M. hintoni-gregaloides*. В палеосообществе второй протопоповская териоассоциация впервые появляется *M. arvalinus* (= *nivaloides*) и *M. arvalidens*. Первая протопоповская ассоциация характеризуется появлением вида *P. posterius*. На начальных этапах формирования состава колотовская териоассоциация появляется вид *M. gregaloides*, в дальнейшем появляется *L. transiens*. Присутствие видов *M. oeconomus* (результат филогенеза) и *E. luteus* (прохорез) в составе тафоценоза свидетельствует о его принадлежности к тихоновской ассоциации. Для красносельской териоассоциации характерно появление вида *M. gregalis*. В нагорнской ассоциации среди микротериев впервые зафиксировано появление нового рода (*Arvicola*) и вида – *A. mosbachensis*.

В среднем неоплейстоцене описаны сингильский и хазарский фаунистические комплексы. В составе сингильского комплекса выделено две териоассоциации. Критерием выделения бабельской ассоциации является появление вида *L. lagurus*. Нижняя биохронологическая граница гуньковской териоассоциации фиксируется по первому появлению вида *M. arvalis*. Показательным для хазарского комплекса считается появление нового вида – *A. chosaricus*. Видовой состав микротериофауны трех входящих в комплекс ассоциаций (матвеевской, халепьевской и беглицкой) практически идентичен и отличается лишь уровнем эволюционной продвинутой ортостратиграфического вида *A. chosaricus* или появлением холодолюбивых видов *D. simplicior* и *M. gregalis* в криохронах.

Позднеплейстоценовый фаунистический комплекс в составе эльтигенской и новгород-северской териоассоциаций характеризуется присутствием вида *A. terrestris* различного уровня эволюционной продвинутой. Эльтигенская ассоциация существовала в теп-

Система	Отдел	Раздел	Эпоха	Палеомагнитная шкала	MIS	Климатолиты	Мелкие млекопитающие			
							Комплексы	Териоассоциации	Появление таксонов	Исчезновение таксонов
Четвертичная	Плейстоцен	Неоплейстоцен	Верхнее	Blake	1	Голоценовый	Современный	Голоценовая		
					2-4	Бугский Витачевский Удайский	Подпалеоценовый	Новгород-Северская: <i>A. terrestris</i> , <i>L. lagurus</i> , <i>M. gregalis</i> , <i>M. oeconomus</i> , <i>E. luteus</i> , <i>Citellus citelloides</i> , <i>C. severskensis</i> , <i>D. guillemi</i> , <i>Lemmus sibiricus</i> , <i>Ochotona pusilla</i> и др. Эльгинская: <i>Arvicola terrestris</i> , <i>C. glareolus</i> , <i>M. gregalis</i> , <i>M. oeconomus</i> , <i>M. arvalis</i> , <i>E. luteus</i> , <i>Lagurus lagurus</i> и др.	<i>A. terrestris</i>	
					5	Прилукский	Хазарский	Белдицкая: <i>Arvicola chosaricus-terrestris</i> , <i>C. glareolus</i> , <i>M. gregalis</i> , <i>E. luteus</i> , <i>M. oeconomus</i> , <i>M. arvalis</i> , <i>L. lagurus</i> и др. Халезьевская: <i>Dicrostonyx</i> sp., <i>A. chosaricus</i> , <i>M. gregalis</i> , <i>E. luteus</i> , <i>L. lagurus</i> , <i>M. arvalis</i> , <i>M. oeconomus</i> и др. Матвеевская: <i>Arvicola chosaricus</i> , <i>M. gregalis</i> , <i>E. luteus</i> , <i>M. arvalis</i> , <i>L. lagurus</i> , <i>M. oeconomus</i> , <i>C. glareolus</i> и др.	<i>A. chosaricus</i>	<i>A. chosaricus</i>
					6	Тяминский		<i>Dicrostonyx</i> sp.		
					7	Кайдакский		<i>A. chosaricus</i>		
					8	Днепровский	Сингильский	Гульковская: <i>M. arvalis</i> , <i>A. mosbachensis</i> , <i>M. gregalis</i> , <i>L. lagurus</i> , <i>M. arvalidens</i> , <i>E. luteus</i> , <i>M. oeconomus</i> и др. Бабельская: <i>Lagurus lagurus</i> , <i>Arvicola mosbachensis</i> , <i>M. gregalis</i> , <i>E. luteus</i> , <i>M. oeconomus</i> , <i>M. arvalinus</i> , <i>M. arvalidens</i> и др.	<i>M. arvalis</i>	<i>A. mosbachensis</i> <i>M. arvalidens</i>
					9-11	Завадовский		<i>M. arvalis</i>	<i>M. arvalinus</i>	
					12	Тилигульский	Тираспольский	Нагорнская: <i>Arvicola mosbachensis</i> , <i>M. intermedius</i> , <i>C. glareolus</i> , <i>M. gregalis</i> , <i>E. luteus</i> , <i>M. oeconomus</i> , <i>M. arvalinus</i> , <i>M. arvalidens</i> , <i>Lagurus transiens</i> и др. Красносельская: <i>Microtus gregalis</i> , <i>E. luteus</i> , <i>M. oeconomus</i> , <i>M. arvalinus</i> , <i>M. arvalidens</i> , <i>P. posterius</i> , <i>Lagurus transiens</i> , <i>M. intermedius</i> и др. Тихоновская: <i>Microtus oeconomus</i> , <i>Eolagurus luteus</i> , <i>M. arvalinus</i> , <i>M. gregaloides</i> , <i>C. glareolus</i> , <i>M. arvalidens</i> , <i>P. posterius</i> , <i>M. intermedius</i> и др.	<i>A. mosbachensis</i>	<i>L. transiens</i> <i>M. intermedius</i>
					13	Лубенский		<i>A. mosbachensis</i>	<i>P. posterius</i>	
					14-15			<i>M. gregalis</i>	<i>M. gregaloides</i>	
					16	Сульский	Таманский	Колкотовская: <i>Lagurus transiens</i> , <i>Microtus gregaloides</i> , <i>M. arvalinus</i> , <i>M. arvalidens</i> , <i>P. posterius</i> , <i>M. protoeconomus</i> , <i>P. pannonicus</i> , <i>C. glareolus</i> , <i>E. argyropuloi</i> , <i>M. intermedius</i> , и др. 1-я протоноповская: <i>Prolagurus posterius</i> , <i>M. arvalinus</i> , <i>M. arvalidens</i> , <i>M. hintoni-gregaloides</i> , <i>M. protoeconomus</i> , <i>P. pannonicus</i> , <i>C. glareolus</i> , <i>E. argyropuloi</i> и др. 2-я протоноповская: <i>Microtus arvalinus</i> , <i>M. arvalidens</i> , <i>M. hintoni-gregaloides</i> , <i>M. protoeconomus</i> , <i>P. pannonicus</i> , <i>C. glareolus</i> , <i>E. argyropuloi</i>	<i>M. gregaloides</i>	<i>M. protoeconomus</i> <i>E. argyropuloi</i> <i>P. pannonicus</i>
					17	Мартоношский		<i>L. transiens</i>	<i>M. hintoni-gregaloides</i> <i>Mimomys pusillus</i>	
					18			<i>P. posterius</i>		
					19	Приазовский	<i>M. arvalidens</i>			
					20		<i>M. arvalinus</i>			
					21		<i>M. protoeconomus</i> <i>M. hintoni-gregaloides</i>			
					22-24	Широкинский	Одесский	Верхнечеревичанская: <i>Microtus hintoni</i> , <i>Clethrionomys glareolus</i> , <i>A. pliocaenicus</i> , <i>Prolagurus pannonicus</i> , <i>M. pusillus</i> , <i>M. reidi</i> , <i>A. pliocaenicus</i> , <i>P. arankaе</i> , <i>E. argyropuloi</i> и др. Потайская: <i>Prolagurus pannonicus</i> , <i>Ellobius palaeotalpimus</i> , <i>M. pusillus</i> , <i>M. reidi</i> , <i>A. pliocaenicus</i> , <i>P. arankaе</i> , <i>M. intermedius</i> , <i>E. argyropuloi</i> и др. Тарханкутская: <i>Allophaiomys pliocaenicus</i> , <i>Eolagurus argyropuloi</i> , <i>Prolagurus ternopolitanus</i> , <i>Mimomys intermedius</i> , <i>P. arankaе</i> , <i>Clethrionomys sokolovi</i> и др.	<i>M. hintoni</i> <i>C. glareolus</i>	<i>M. hintoni</i> <i>A. pliocaenicus</i> <i>L. arankaе</i>
					25-35	Крыжановский		<i>P. pannonicus</i>	<i>P. ternopolitanus</i>	
					36-40		Ильичевский	<i>E. argyropuloi</i> <i>A. pliocaenicus</i>		
					41-53		Березанский	Верхнежеваховская: <i>Prolagurus ternopolitanus</i> , <i>L. arankaе</i> , <i>Allophaiomys deucalion</i> , <i>M. intermedius</i> , <i>Villanyia petenyi</i> , <i>V. fejevaryi</i> , <i>Mimomys reidi</i> , <i>C. sokolovi</i> , <i>M. pusillus</i> и др. Тилигульская: <i>Allophaiomys deucalion</i> , <i>Villanyia petenyi</i> , <i>V. fejevaryi</i> , <i>V. hungaricus</i> , <i>Mimomys hintoni</i> , <i>M. reidi</i> , <i>M. pliocaenicus</i> , <i>M. pusillus</i>	<i>A. deucalion</i>	<i>Villanyia</i>
					54-62	<i>P. ternopolitanus</i> <i>L. arankaе</i>				
					63-64			<i>A. deucalion</i>		

Рис. 2. Первое появление и (или) исчезновение родовых и видовых таксонов полевковых в составе плейстоценовых фаунистических комплексов и ассоциаций юга Восточной Европы

Fig. 2. First appearance and (or) disappearance of genus and species of voles in the composition of Pleistocene faunistic complexes and associations in the South of Eastern Europe

лую эпоху последнего межледникового, а новгород-северская – на протяжении последнего оледенения (отмечены *D. guillemi* и *L. sibiricus*).

Выделение в континентальных осадках плейстоцена биостратиграфических подразделений по наземной или субаквальной фауне, причем с указанием опорного разреза для таких подразделений, вызывает определенные трудности, на которых я хочу остановиться.

Во-первых, выделение биостратиграфических зон и подзон в квартере затруднительно по чисто формальным причинам. Так, Кодекс запрещает выделение данных подразделений в нерасчлененных на зоны осадках (Стратиграфічний..., 2012, п. 3.7.5, с. 25). А разрезов континентальных четвертичных отложений, в которых горизонты с фауной залегали бы в суперпозиции, последовательно без видимых перерывов и без присутствия немых толщ, т.е. пригодных для расчленения на зоны, в большинстве случаев не существует в силу специфики осадконакопления пород в плейстоцене. Во-вторых, выделение в разрезах только слоев с фауной не отвечает современным требованиям стратиграфии и корреляции осадочных пород квартера.

Вероятно, правильным решением будет построение БХШ на основе детального пространственно-временного анализа первого появления, существования и исчезновения (вымирания) определенных таксонов в конкретных геологических разрезах четвертичных отложений. Таким образом, выделение и описание палеофаунистических опорных разрезов (ПОР) для историко-фаунистических подразделений (комплекс, ассоциация) будет приемлемой альтернативой выделению опорных разрезов для биостратиграфических подразделений (Крохмаль, 2014, 2015; Krokhmal', 2014).

Всего выделено пять ПОР для фаунистических комплексов и 19 ПОР для териоассоциаций. Определены ПОР для одесского (11-13 горизонты разреза у с. Крыжановка) и таманского (горизонты 6-13 разреза Ногайск) комплексов мелких млекопитающих эоплейстоцена. Описаны палеофаунистические опорных разрезы для тилигульской (горизонты 2-5 обнажения на южной окраине хут. Морской), верхнежеваховской (слои 9-16 обнажения Жевахова гора), тарханкутской (горизонты 1-10 разреза Чишмикиой), ногайской (горизонты 6-9 разреза Ногайск) и верхнечеревичанской

(разрез Черевичное) териоассоциаций (Крохмаль, 2014).

Выделены опорные разрезы для историко-фаунистических подразделений (комплекс, ассоциация) тираспольского фаунистического комплекса. Горизонты 2-10 сводного разреза континентальных отложений колкотовской террасы у села Ближний Хутор выделены в качестве ПОР для тираспольского комплекса мелких млекопитающих. Описаны палеофаунистические опорные разрезы для лузановской (горизонты 3-7 разреза Карай-Дубина), 2-й (слои 7-10) и 1-й протопоповской (слои 11-13 разреза Протопоповка), колкотовской (горизонты 5-9 разреза Колкотова балка), тихоновской (слои 2-4 разреза Утконосовка), красносельской (разрез Красноселка 1) и нагорнской (слои 7-8 разреза Нагорное 1) териоассоциаций (Krokhmal', 2014).

Горизонты 2-4 разреза Озерное (местонахождение Озерное II) выделены в качестве ПОР для сингильского фаунистического комплекса мелких млекопитающих. ПОР хазарского комплекса представлен горизонтами 5-7 разреза Озерное (местонахождение Озерное I). Описаны ПОР для бабельской (местонахождение Озерне II), гуньковской (3-5 горизонты разреза Гуньки), матвеевской (слои 4-5 разреза Матвеевка), халепьевской (слои 4-6 разреза Халепье) и беглицкой (горизонты 1-3 разреза Беглица) териоассоциаций (Крохмаль, 2015).

В позднем плейстоцене выделены две ассоциации микротериев: эльтигенская (2-8 слои обнажения Эльтиген) и новгород-северская (разрез Новгород-Северский).

При построении БХШ по мелким млекопитающим большое значение также имеет описание индекс-разрезов (ИР). Это разрезы (одинарные или спаренные), в которых условия и время формирования горных пород, содержащих диагностические остатки ортостратиграфических таксонов фауны, отвечают знаковым геологическим событиям в истории региона. Для юга Восточной Европы описаны ИР отложений лессовой формации (13 обнажений) – привязка к витачевскому, прилукскому, завадовскому, лубенскому, мартоношскому, широкинскому педогорizontам. Для лиманно-морских осадков выделены шесть ИР, в которых совместно с микротериофауной обнаружены моллюски позднего куяльника, позднечаудинской трансгрессии, двух древнеэвксинских

трансгрессий, узунларского и карангатского бассейнов. Для отложений ледниковой формации пока выделен один ИР. Определено шесть ИР горных пород с магнитной характеристикой, в которых фиксируется субзона Харамильо или граница Брюнес-Матуяма (Krokhmal', 2015). Необходимо помнить, что для многих плейстоценовых разрезов, содержащих микротериюфауну, проведены палеомагнитные исследования, главным образом, по идентификации положения границы ортозон Брюнес и Матуяма или положению субзоны Харамильо. Поэтому, например, для разрезов Хаджимус 1, Маргаритово 1, Каиры, Ушкалка, Карай-Дубина и др., мы можем говорить лишь о расположении фаун ниже или выше этих палеомагнитных реперов, а возможно, и каких-либо других (субзон Камикатсура, Кобб-Маунтин и т.п.).

Исходя из приведенных выше данных построены макроэволюционные зональные БХШ таксономического обоснования на основе биохронозон одного (монозональные шкалы) или нескольких (полизональные шкалы) типов. Они представлены тремя вариантами (рис. 3): 1. БХШ (монозональная) построена на основе одной филогенетической линии (последовательность филозон). 2. БХШ (монозональная) построена на основе двух и более филогенетических линий по признаку появления нового таксона – индекс-вида (последовательность интервал-зон). 3. БХШ (полизональная) построена на основе двух и более филогенетических линий по признаку появления и исчезновения (вымирания) таксонов – индекс-видов (зоны разных типов: интервал-зона, конкурентная зона распространения, зона частичного распространения, зона распространения) (Крохмаль, 2016а).

С учетом фенохронозон построены микроэволюционные зональные БХШ морфометрического обоснования. Они также представлены тремя вариантами (рис. 4). 1. БХШ построена на основе одной филогенетической линии. 2. БХШ построена на основе двух и более филогенетических линий по признаку смены

отдельных эволюционирующих признаков в каждой из них. Например, на шкале, которая построена на основе линий подрода *Stenocranium*, *Arvicola* и *Allophaiomys*, выделено 16 фенохронозон, которые перекрывают полный временной объем квартала. 3. БХШ построена по принципу перекрытия диапазона значений отдельных эволюционирующих признаков в двух и более филогенетических линиях (по аналогии с конкурентной зоной распространения таксонов) (Крохмаль, 2016б).

Каждая биохронозона, входящая в состав БХШ, должна иметь, по возможности, комплексную характеристику (комплексное наполнение). БХШ будут использоваться для расчленения четвертичных и более древних отложений путем выделения биостратиграфических подразделений (биозон) в конкретных разрезах, колонках буровых скважин и корреляции их в местных и региональных масштабах. Ведь, чем больше инструментов исследования и анализа задействовано при стратификации толщ плейстоцена, тем более обоснованным и аргументированным является результат.

ВЫВОДЫ

1. Представлен ясный и конкретный алгоритм построения зональных БХШ таксономического и морфометрического обоснования по микротериюфауне плейстоцена на основе филогенетических линий полевковых, обоснования состава фаунистических комплексов и ассоциаций и выделения для них ПОР и ИР.

2. Использование БХШ на основе мелких млекопитающих для расчленения четвертичных и более древних отложений является перспективным направлением в биостратиграфии отложений плейстоцена.

3. При долговременном и комплексном изучении разрезов, содержащих остатки микротериюфауны, для определения относительного возраста пород и их корреляции возможно использование нескольких шкал одновременно или переход от одной из них к другой в зависимости от количества и качества фактического материала и целей проводимых работ.

REFERENCES

Vangengejm E.A., Pevzner M.A., Tesakov A.S., 2008. Zonal dismemberment of Quaternary of Eastern Europe by small mammals. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*, vol. 9, № 3, p. 76–88 (In Russian).

Вангенгейм Э.А., Певзнер М.А., Тесаков А.С. Зональное расчленение квартала Восточной Европы по мелким млекопитающим // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2001. – Т. 9, № 3. – С. 76–88.

Система	Отдел	Раздел	Эпоха	Палеомагнитная шкала	MIS	Климатолиты	Биохронологические шкалы морфометрического обоснования (PCZ – phenochronozone)												
							на основе одной филогенетической линии	на основе двух и более филогенетических линий по признаку смены отдельных эволюционирующих признаков	на основе перекрытия диапазона значений отдельных эволюционирующих признаков в двух и более филогенетических линиях										
									1	2	3а	3б	3в	3г					
Четвертичная	Плейстоцен	Неоплейстоцен	Голоцен	Верхнее	Blanc	1	Голоценовый												
						2-4	Бугский Витачевский Удайский	<i>A. terrestris</i> -B	<i>A. terrestris</i> -B	<i>A. t.-B / L. l.</i>	<i>A. t.-B / S. g-lis</i>	<i>A. t.-B / M. ar-lis</i>							
						5	Прилукский	<i>A. terrestris</i> -A	<i>A. terrestris</i> -A	<i>A. t.-A / L. l.</i>	<i>A. t.-A / S. g-lis</i>	<i>A. t.-A / M. ar-lis</i>							
						6	Тясминский	<i>A. chosaricus</i> -B	<i>A. chosaricus</i> -B	<i>A. c.-B / L. l.</i>	<i>A. c.-B / S. g-lis</i>	<i>A. c.-B / M. ar-lis</i>							
						7	Кайдакский	<i>A. chosaricus</i> -B	<i>A. chosaricus</i> -B	<i>A. c.-B / L. l.</i>	<i>A. c.-B / S. g-lis</i>	<i>A. c.-B / M. ar-lis</i>							
						8	Днепропровский	<i>A. chosaricus</i> -A	<i>A. chosaricus</i> -A	<i>A. c.-A / L. l.</i>	<i>A. c.-A / S. g-lis</i>	<i>A. c.-A / M. ar-lis</i>							
						9-11	Завадовский	<i>A. mosbachensis</i> -C	<i>A. mosbachensis</i> -C	<i>A. m.-C / L. l.</i>	<i>A. m.-C / S. g-lis</i>	<i>A. m.-C / M. ar-lis</i>							
								<i>A. mosbachensis</i> -B	<i>A. mosbachensis</i> -B	<i>A. m.-B / L. l.</i>	<i>A. m.-B / S. g-lis</i>	<i>A. m.-B / M. ar-mus-B</i>							
						12	Тидлигульский	<i>A. mosbachensis</i> -A	<i>A. mosbachensis</i> -A	<i>A. m.-A / L. t.</i>	<i>A. m.-A / S. g-lis</i>	<i>A. m.-A / M. ar-mus-B</i>							
						13	Лубенский											<i>S. g-lis / L. t.</i>	
						14-15			<i>S. gregalis</i>	<i>S. g-lis / P. p-us</i>									
						16	Сульский		<i>S. gregaloides</i>	<i>M. ar-mus-B / S. g-des / P. oe-mus</i>									
						17	Мартоношский			<i>M. ar-mus-A / L. t. / S. g-des. / P. p.-B</i>	<i>M. ar-mus-A / S. g-des</i>	<i>M. ar-mus-A / P. p-us</i>							
						18					<i>P. p-us / S. h-g.</i>								
						19			<i>S. hintoni-gregaloides</i>	<i>M. ar-mus-A / S. h-g.</i>									
						20	Приазовский												
						21	Широкинский												
						22-24			<i>A. plioaenicus</i> -C	<i>A. plioaenicus</i> -C	<i>A. p.-C / P. p.-B</i>								
						25-35			<i>A. plioaenicus</i> -B	<i>A. plioaenicus</i> -B	<i>A. p.-B / P. p.-B / A. p.-B / P. p.-A / A. p.-A / P. p.-A</i>								
						36-40	Ильичевский	<i>A. plioaenicus</i> -A	<i>A. plioaenicus</i> -A	<i>A. p.-A / P. tern.</i>									
						41-53	Крыжановский		<i>A. deucalion</i> -C	<i>A. deucalion</i> -C	<i>A. d.-C / P. tern.</i>								
									<i>A. deucalion</i> -B	<i>A. deucalion</i> -B	<i>A. d.-B / P. tern.</i>								
						54-64	Березанский	<i>A. deucalion</i> -A	<i>A. deucalion</i> -A	<i>A. deucalion</i> -A									

Рис. 4. Биохронологические шкалы морфометрического обоснования на основе мелких млекопитающих плейстоцена юга Восточной Европы.

Сокращения: *A. d.-A. deucalion*, *A. p.-A. plioaenicus*, *P. tern.-P. ternopolitanus*, *P. p.-P. pannonicus*, *S. h-g.-S. hintoni-gregaloides*, *M. ar-nus-M. arvalinus*, *P. p-us-P. posterius*, *S. g-des-S. gregaloides*, *L. t.-L. transiens*, *P. oe-mus-P. oeconomus*, *S. g-lis-S. gregalis*, *A. m.-A. mosbachensis*, *L. l.- L. lagurus*, *M. ar-lis-M. arvalis*, *A. c.-A. chosaricus*, *A. t.-A. terrestris*

Fig. 4. Biochronological scale of morphometric justification on the basis of Pleistocene small mammals in the South of Eastern Europe.

Reduction: *A. d.-A. deucalion*, *A. p.-A. plioaenicus*, *P. tern.-P. ternopolitanus*, *P. p.-P. pannonicus*, *S. h-g.-S. hintoni-gregaloides*, *M. ar-nus-M. arvalinus*, *P. p-us-P. posterius*, *S. g-des-S. gregaloides*, *L. t.-L. transiens*, *P. oe-mus-P. oeconomus*, *S. g-lis-S. gregalis*, *A. m.-A. mosbachensis*, *L. l.- L. lagurus*, *M. ar-lis-M. arvalis*, *A. c.-A. chosaricus*, *A. t.-A. terrestris*

- Vangengejm E.A., Tesakov A.S., 2008. Principles of construction of biochronological scale by Pliocene and Pleistocene mammals. State of the problem. *Bull. komisii po izucheniyu chetvertichnogo perioda*, № 68, p. 59–69 (In Russian).
- Gromov V.I., 1948. Paleontological and archaeological basis of stratigraphy of Pleistocene continental sediments in the USSR territory (mammals, Paleolith), *Trudy GIN AN SSSR*. Moscow: Izdatelstvo AN SSSR, vol. 64, 521 p. (In Russian).
- Krokhmal' A.I., 2014. Reference biostratigraphic sections of the paleofaunistic subdivisions of the Eopleistocene in the South of Eastern Europe. *Buletinul Institutului de Geologie si Seismologie al ASM*, № 1, p. 94–104 (In Russian).
- Krokhmal' A.I., 2015. Reference sections of the historical-faunistic subdivisions of the Middle Neopleistocene in the South of Eastern Europe. *Geologichnyy zhurnal*, No 3 (352), p. 77–86 (In Russian).
- Krokhmal' A.I., 2016a. Biochronological scale of taxonomic justification on the basis of Pleistocene microtheriofauna in the South of Eastern Europe. *PALEOSTRAT-2016. Annual meeting (scientific conference) of MOIP paleontologic section and Moscow branch of Paleontological Society of RAS*, Moscow, 26-28 Jan. 2016. Program and abstracts of papers. (Ed. A.S. Alexeev). Moscow: PIN RAS, p. 45–46 (In Russian).
- Krokhmal' A.I., 2016b. Biochronological scale of morphometric justification on the basis of Pleistocene microtheriofauna in the South of Eastern Europe. *100 anniversary of Paleontological Society of Russia. Problems and perspectives of paleontological researches*. Materials of LXII session of Paleontological Society of RAS (4-8 Apr. 2016, St.-Peterburg). St.-Peterburg: Publ. house VSEGEI, p. 248–249 (In Russian).
- Krokhmal' A.I., 2016v. Odontometry and phylogenesis of voles of the subgenus *Microtus* at Pleistocene in the South of Eastern Europe. *The new problems of geology. Materials of scientific-practical conference by memory of the V.P. Makrydyn* (Kharkiv, 27-28 May 2016). Kharkiv: Publ. house Ivanchenko I.S, p. 19–21 (In Russian).
- Krokhmal' A.I., 2016g. The using of representatives of the phylogenetic line *Villanyia (Borsodia)-Prolagurus-Lagurus* for rationale of regional stratons of Ukrainian Pleistocene. *Problems of rationale of regional stratons of Ukrainian Phanerozoic: Materials of XXXVII session of Paleontological Society of NAS of Ukraine* (Kyiv, 7-9 Sept. 2016). Kyiv, p. 103–105 (In Russian).
- Krokhmal' O., 2016d. Odontometry and phylogenesis of voles of the subgenus *Stenocranius*, *Pallasiius*, *Terricola* and genus *Lagurodon* at Pleistocene in the South of Eastern Europe. *Problems of Phanerozoic geology of Ukraine. Materials of VII All-Ukrainian scientific conference* (6-8 Oct. 2016, Lviv). Lviv, p. 48–51. (In Ukrainian).
- Вангенгейм Э.А., Тесаков А.С. Принципы построения биохронологических шкал по млекопитающим плиоцена и плейстоцена. Состояние проблемы // Бюл. Комис. по изучению четверт. периода. – 2008. – № 68. – С. 59–69.
- Громов В. И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР (млекопитающие, палеолит) // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1948. – Вып. 64. – 521 с.
- Крохмаль А.И. Опорные биостратиграфические разрезы палеофаунистических подразделений зоплейстоцена юга Восточной Европы // Buletinul Institutului de Geologie si Seismologie al ASM. – 2014. – № 1. – С. 94–104.
- Крохмаль А.И. Опорные разрезы историко-фаунистических подразделений среднего неоплейстоцена юга Восточной Европы // Геол. журн. – 2015. – № 3 (352). – С. 77-86.
- Крохмаль А.И. Биохронологические шкалы таксономического обоснования, построенные на основе плейстоценовой микротериофауны юга Восточной Европы // ПАЛЕОСТРАТ-2016. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтол. о-ва при РАН, Москва, 26–28 января 2016 г. Программа и тез. докл. Под ред. А.С. Алексеева. – М.: ПИН РАН, 2016а. – С. 45–46.
- Крохмаль А.И. Биохронологические шкалы морфометрического обоснования, построенные на основе плейстоценовой микротериофауны юга Восточной Европы // 100-летие Палеонтол. о-ва России. Проблемы и перспективы палеонтологических исследований. Материалы LXII сессии Палеонтол. о-ва при РАН (4-8 апреля 2016 г., Санкт-Петербург). – СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2016б. – С. 248–249.
- Крохмаль А.И. Одонтметрия и филогенез полевок подрода *Microtus* в плейстоцене юга Восточной Европы // Новітні проблеми геології: Матеріали наук.-практ. конф. пам'яті В.П. Макридіна (м. Харків, 27-28 травня 2016 р. – Х.: Вид-во Іванченка І.С., 2016в. – С. 19–21.
- Крохмаль А.И. Использование представителей филогенетической линии *Villanyia (Borsodia)-Prolagurus-Lagurus* для обоснования региональных стратонов плейстоцена Украины // Проблеми обґрунтування регіональних стратонів фанерозою України: Матеріали XXXVII сесії Палеонтол. т-ва НАН України (Київ, 7-9 вересня 2016 р.). – К., 2016г. – С. 103–105.
- Крохмаль О. Одонтметрія та філогенез нориць підродів *Stenocranius*, *Pallasiius*, *Terricola* та роду *Lagurodon* у плейстоцені півдня Східної Європи / Проблеми геології фанерозою України: Матеріали VII Всеукр. наук. конф. (6-8 жовтня 2016 р., Львів). – Львів, 2016д. – С. 48–51.

Nadachowski A., Motuzko A.N., Svanov D.L., 2003. Stratigraphic divisions of the Quaternary of Belarus, Poland and the adjacent territories from studying small mammals. *Stratigraphy and palaeontology of geological formations of Belarus. Proceeding of the International Conference dedicated to the 100-th anniversary of Alexandr Vasilievich Fursenko, noted palaeontologist and stratigrapher, associate member of the Academy of Sciences of Belarus*, Minsk, 30-31 Jan. 2003. Minsk, p. 217–223 (In Russian).

Stratigraphic Code of Ukraine. 2nd ed. 2012. (Resp. editor P.F. Gozhyk). Kyiv, 66 p. (In Ukrainian).

Kordos L., 1994. Revised Biostratigraphy of the Early Man Site at Vertesszölös, Hungary. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, vol. 171, p. 225–236 (In English).

Krokhmal A., 2010. Morphogenesis of *Allophaiomys* teeth – the basis of European Early Pleistocene biostratigraphy. *Abstracts of the International INQUA-SEQS Conference* (Rostov-on-Don, June 21–26, 2010). Rostov-on-Don, p. 85–87 (In English).

Krokhmal' A.I., 2014. Reference sections of the paleofaunal subdivisions of the final Eopleistocene and Early Neopleistocene in the south of Eastern Europe. *Geologichnyy Zhurnal*, № 4 (349), p. 57–66 (In English).

Krokhmal' A., 2015. Geological events of Pleistocene and fossil small mammals: unity the time and place – index-sections, 2nd International Congress on Stratigraphy STRATI 2015, 19-23. July 2015, Graz, Austria. Abstracts: Ber. Inst. Erdwiss. K.-F.-Univ. Graz., Bd 21, p. 211 (In English).

Надаховски А., Мотузко А.Н., Иванов Д.Л. Стратиграфия четвертичных отложений Беларуси, Польши и соседних территорий на основании изучения мелких млекопитающих // Стратиграфия и палеонтология геологических формаций Беларуси: Материалы междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения известного палеонтолога и стратиграфа члена-корреспондента Александра Васильевича Фурсенко, Минск, 30-31 янв. 2003 г. – Минск, 2003. – С. 217–223.

Стратиграфічний кодекс України – 2-е вид. Відп. ред. П.Ф. Гожик. – К., 2012. – 66 с.

Kordos L. Revised Biostratigraphy of the Early Man Site at Vertesszölös, Hungary // *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*. – 1994. – Vol. 171. – P. 225–236.

Krokhmal A. Morphogenesis of *Allophaiomys* teeth – the basis of European Early Pleistocene biostratigraphy // Abstracts of the International INQUA-SEQS Conference (Rostov-on-Don, June 21–26, 2010). – Rostov-on-Don, 2010. – P. 85–87.

Krokhmal' A.I. Reference sections of the paleofaunal subdivisions of the final Eopleistocene and Early Neopleistocene in the south of Eastern Europe / *Геол. журн.* – 2014. – № 4 (349). – С. 57-66.

Krokhmal' A. Geological events of Pleistocene and fossil small mammals: unity the time and place – index-sections // 2nd International Congress on Stratigraphy STRATI 2015, 19-23, July, 2015, Graz, Austria. Abstracts: Ber. Inst. Erdwiss. K.-F.-Univ. Graz. – 2015. – Bd 21. – P. 211.

Manuscript received 10 June 2017;
revision accepted 12 September 2017

Інститут геологічних наук НАН України
Київ, Україна

АЛГОРИТМ ПОБУДОВИ БІОХРОНОЛОГІЧНИХ ШКАЛ ЗА ДРІБНИМИ ССАВЦЯМИ ПЛЕЙСТОЦЕНУ ПІВДНЯ СХІДНОЇ ЄВРОПИ

О.І. Крохмаль

Алгоритм побудови біохронологічних шкал за дрібними ссавцями плейстоцену є покроковим або паралельним процесом накопичення інформативних даних з подальшою їх реалізацією у вигляді графічних схем. Крок 1. Опис орто- і парастратиграфічних таксонів та побудова філогенетичних дерев на основі еволюції морфологічних ознак окремих видів. Крок 2. На підставі таксономічного складу мікротеріофауни тафоценозів плейстоцену описуються фауністичні комплекси, теріоасоціації та фази розвитку останніх. Крок 3. Визначення характеристик палеофауністичних опорних розрізів (ПОР) та індекс-розрізів (ІР). Крок 4. Побудова макроеволюційних біохронологічних шкал (БХШ) таксономічного обґрунтування на основі біохронозон одного (монозональні шкали) або декількох (полізональні шкали) типів. Крок 5. Побудова мікроеволюційних БХШ морфометричного обґрунтування на основі фенохронозон. Крок 6. Аргументація необхідності використання будь-якого з трьох варіантів БХШ як таксономічного, так і морфометричного обґрунтування в залежності від тафономічних умов поховання залишків, їх кількості, різноманіття таксонів, цілей досліджень і т.д. Ці БХШ можуть використовуватись для розчленування четвертинних відкладів шляхом виділення біостратиграфічних підрозділів (біозон) в конкретних розрізах, колонках свердловин та кореляції їх в місцевих і регіональних масштабах.

Ключові слова: плейстоцен, дрібні ссавці, філогенез, фауністичний комплекс, теріоасоціація, палеофауністичний опорний розріз, індекс-розріз, біохронологічна шкала.