

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»  
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XVIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS  
of the XVIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023  
Астана**

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**  
**G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-337-871-8**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**

**ISBN 978-601-337-871-8**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2023**

## ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ТЕТРАПОД КАЙНОЗОЯ КАЗАХСТАНА НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

**Саматов Думан Маратович**

dumansamatov5@gmail.com

Студент факультета естественных наук ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Абубакирова Нурганым Бегежановна

nukon\_89@mail.ru

Научный руководитель – А.Жамангара

По определению Ж. А. Готье и соавторов (1988), к четвероногим относится ближайший общий предок беспанцирных и амниот, а также все его потомки [1].

Следующие определение дано клады *Tetrapoda* В. НАТСНЕК & С. J. CORI 1896 [M. LAURIN]: наименьшая кроновая клада, включающая человека разумного (*Homo sapiens*), настоящую червягу (*Caecilia tentaculata*), большого сирена (*Siren lacertina*) и суринамскую пипу (*Pipa pipa*); включение в определение трёх земноводных обусловлено их спорным филогенетическим положением [2].

Большинство палеонтологов используют термин «тетрапод» для обозначения всех позвоночных с четырьмя конечностями и отчетливыми пальцами (пальцы рук и ног), а также безногих позвоночных с конечностями предков.

Тетраподы, как современные, так и вымершие, принадлежат к последовательно расширяющимся группам, в которые входят их предки, «рыбы» с плавниками и чешуей. Тетраподы принадлежат к группе тетраподоморфов, из которых многие виды вымерли около 360 млн лет назад, в конце девонского периода. Группа тетраподоморфов характеризуется наличием внутренней ноздри, называемой хоаной, и наличием костей, эквивалентных двум костям предплечья — лучевой и локтевой – четвероногих [3].

Исследование биологического разнообразия прошлых геологических эпох по данным палеонтологического материала является в настоящее время одним из главных актуальных тем [4]. Ведь восстановление палеоэкологической, палеобиогеографической обстановки позволяет рассмотреть этапы образования экосистем и развитие биологического разнообразия флоры и фауны в геологическом масштабе.

Материалы и методы. Для исследований были использованы литературные сведения, а также материалы из базы данных «The paleobiology database» по коллекциям тетрапод обнаруженных на территории Казахстана эпох эоцена - миоцена (рисунок 1) [5].

Нами были апробированы две непараметрические методы оценки биоразнообразия тетрапод метод Чао [5] и «Jackknife» [6].

Метод оценки биоразнообразия по формуле Чао:

$$S_2 = S_{obs} + (L^2 / 2M)$$

где,  $S_{obs}$  это количество изученных видов,  $L$  — количество видов, встречающихся только в одной выборке («уникальные» виды), а  $M$  — количество видов, встречающихся в двух и более выборках.

Метод оценки биоразнообразия по уравнению «Jackknife»:

$$S_4 = S_{obs} + \left[ \frac{L(2n-3)}{n} - \frac{M(n-2)^2}{n(n-1)} \right]$$

где -  $n$  это полный охват выборки.

There are 32 matches - here are the first 30 rows

Collection	Authorizer	Collection name	Reference
13096	M. Uhen	Karagiya <i>Chatian - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Dubrovo and Sharkov (1971)
37205	X. Wang	Altynshokysu (bone bed II) (= Altyn Schokysu; bone bed 2 / coll. Lopatin, Bruijn, Daxner-Höck, Bolliger, & Kälin 1993-1994) <i>Late Oligocene - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Lopatin (2000)
64412	M. Uhen	Aktau (= Akotau) <i>Chatian - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Lucas et al. (1998)
64413	M. Uhen	Akespe (= Agyspe; Kumbulak Cliffs / coll. Shevyreva 1968) <i>Late Oligocene - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Lopatin (1996)
64415	M. Uhen	Altyn Chokysu, Chilikta Formation <i>Rupelian - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Lucas et al. (1998)
71672	L. van den Hoek Ostende	Donguz-Tau (= Chelkar-Teniz / coll. Shevyreva 1968) <i>Early Oligocene - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Lopatin (1999)
73994	M. Uhen	Lake Chelkar-Teniz (= Myn-Say, Kur-Say, Ak-Say; Shalkarteniz) <i>Late Oligocene - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Belyaeva (1948)
73999	M. Uhen	Kara-Turgay River (= Alua) <i>Late Oligocene - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Belyaeva (1948)
74001	M. Uhen	Atam-Bas-Chink <i>Late Oligocene - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Belyaeva (1948)
74003	M. Uhen	Sary-Su River <i>Late Oligocene - Cenozoic 4 - Kazakhstan</i>	Belyaeva (1948)

Рисунок 1 Пример сбора сведений из базы «The paleobiology database»

Результаты исследования. Палеонтологические находки ископаемых остатков четвероногих известны практически из всех регионов Казахстана. На востоке – Зайсанская впадина, которая является кладезем палеонтологических находок, на западе – местонахождения на Устюрте, Северо-Западном Приаралье [5]. В северных регионах Казахстана известны пункты палеонтологических находок в Тургайском прогибе (Ержылансай), Павлодарском Прииртыше («Гусинный перелет», фауна Калкамана). На юге, широко известны местонахождения эоцен-олигоценовой фауны из Джунгарского Актау (местонахождение Шынжалы), фаунистическое местонахождение в Текесской впадине, и еще многие другие палеозахоронения [6].

Во второй половине XX века на территории Казахстана проводились масштабные палеонтологические исследования. За это время был накоплен богатый материал костных остатков животных и отпечатков растений. Находки костных остатков тетрапод кайнозоя известны по работам Л.К.Габунии, описавший эоценовые фаунистические комплексы из Зайсанской впадины [7,8]. Работы Н.С.Шевыревой, Л.А.Тютковой, Г. Ф. Лычева освещают богатейшую фауны грызунов [9,10,11]. Исследованию герпетофауны фауны посвящены работы Чхиквадзе В. [12,13]. Изучению гиппарионовой фауны посвящены работы Л.Т.Абдрахмановой, П.А.Тлеубердиной [14,15]. Илийская фауна изучалась Б.С.Кожамкуловой, Б. У. Байшашовым и другими казахстанскими и зарубежными палеонтологами [16,17,18,19, 20, 21].

Наиболее хорошо и полно изучена палеоген-неогеновая фауна Зайсанской впадины. Предварительный анализ таксономического состава палеогеновой фауны Зайсанской впадины, по литературным данным, показал следующие результаты: в эоцен – олигоценое время обитали: рыбы- 24 видов, 14 родов., земноводные- 2 вида 2 родов, пресмыкающиеся- 9 видов, 9 родов, черепахи- 28 видов, 20 родов, птицы- 2 вида, 2 рода. сумчатые: 2 вида, 1 род, насекомоядные- 13 видов, 8 родов, грызуны- 28 видов, 27 родов, зайцеобразные- 11 видов, 7 родов, хищные- 28 видов, 26 родов. Из всей фауны в эоцене обитали 99 таксонов (77% из всей фауны), из них только 6 (около 5%) перешли границу эоцен – олигодена, и в олигоцене появились 23 (18%) новых таксона. Большинство из вновь появившихся в олигоценое время оказались представителями грызунов и хищников (отряд млекопитающих) [15, 17,16].

Оценка биоразнообразия в палеонтологии зачастую сталкивается с проблемами, связанными с недостатком сведений. Для выявления биоразнообразия в целом мы использовали данные из базы «The paleobiology database». Нами впервые предпринята попытка оценки биоразнообразия тетрапод, населявших территорию Казахстана в кайнозой с использованием непараметрических методов [5] и [6]. Результаты приводятся в таблице 1.

Таблица 1 Количественные данные видов, внесенные в «The paleobiology database»

Период	Эпоха	S <sub>obs</sub> кол-во видов	L кол-во видов встреч. ч. один раз в выборке	M кол-во видов встреч. два и более раз в выборке	n общее кол-во видов в выборке	Оценка биоразнообразия по методам	
						Chao S <sub>2</sub>	Jackknife S <sub>4</sub>
Ng <sub>1</sub>	Миоцен	66	60	9	69	180	123
Pg <sub>2-3</sub>	Олигоцен	150	87	63	200	210	260
	Эоцен	70	62	8	90	283	182

Данные таблицы 1 показывают, что в эоценовую эпоху выявлено тетрапод от 283 (по методике Chao) до 182 (по методике «Jackknife»). Данные по двум методам несколько варьируют. По методу Chao биоразнообразие в эоцене выше, чем в олигоцене, тогда как по методу «Jackknife», наоборот. Широкое распространение в эоцене имели такие виды, как *Palaeophis nessovi* Averianov, *Pappocricetodon kazakstanicus* Emry et all., *Aksyromys dalos* Shevyreva, *Adocus kazachstanica* Chkhikvadze. Эти виды встречались в два и более раз в выборке (т.е. в встречались в разных местонахождениях несколько раз).

В олигоцене биоразнообразие тетрапод - достигло до 210 видов (по Chao) до 260 видов (по «Jackknife»). Оба метода дают примерно равные показатели. Наиболее часто встречаются *Paraceraterium* Forster Cooper (= *Indrikaterium*), *Trionyx ninae* Chkhikvadze, *Erix* sp., *Palaeophys nessovii* Averianov. Олигоценовая эпоха характеризуется началом похолодания климата. Однако биоразнообразие тетрапод в олигоцене близкий к эоценовому показателю, или даже увеличивается, по «Jackknife». Вероятно, разнообразие климатических условий повлияло на появление новых видов.

В миоцене же началось снижение биоразнообразия четвероногих по сравнению с палеогеновым периодом. Здесь также оба метода дают относительно схожие количественные показатели. Более двух раз и более в выборке чаще встречались виды гиппариона – *Hipparion* De Christol. Снижение биоразнообразия связано с изменениями палеогеографических и климатических условий. Миоценовая эпоха отличается снижением температуры, появлением более четких климатических зон, а также с постепенной аридизацией.

Наши исследования не окончательные. Оба метода в той или иной степени показывают близкие результаты и полученные результаты являются предварительными. Уравнение Chao считается наиболее достоверным для оценки биоразнообразия организмов на основе выборок одинаковой полноты. По мнению некоторых исследователей, «метод «Jackknife» показал себя как один из наиболее эффективных методов оценки и, возможно, лучший на данный момент для очень редких палеонтологических коллекций, поскольку он наименее подвержен систематической ошибке выборки» [7]. Дальнейшие наши исследования в данном направлении позволят более детально выявить все возможности использования непараметрических методов оценки палеобиоразнообразия.

## Список использованных источников

1. Gauthier J., Kluge A. G., Rowe T., Benton M. J. The early evolution of the Amniota // The phylogeny and classification of the tetrapods, Volume 1. Amphibians, reptiles, birds. — Oxford: Clarendon Press, 1988, P. 103—155.
2. Kevin de Queiroz, Philip D. Cantino and Jaques A. Gauthier. *Tetrapoda* B. Hatschek and C. J. Cori 1896 [M. Laurin], converted clade name.// Phylonyms. 2020, P. 759—764.
3. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128000496002766>
4. <https://paleobiodb.org/#/>
5. Chao A. Non-parametric estimation of the classes in a population// Scandinavian Journal of Statistics.1984, 11(4), P 265-270.
6. Eric P. Smith and Gerald van Belle. Nonparametric Estimation of Species Richness// Biometrics. Vol. 40, No. 1. 1984, P. 119-129.
7. Габуня Л.К. Краткий обзор палеогеновых млекопитающих Зайсанской впадины // Флора и фауна Зайсанской впадины. Тбилиси. «Мецниереба». – 1984а. - С.115-123.
8. Габуня Л.К. Новые данные об обайлинской и саргамысской фаунах Зайсанской впадины // Флора и фауна Зайсанской впадины Тбилиси «Мецниереба» - 1984б, С.124-141.
9. Шевырева Н.С. Новые раннеэоценовые грызуны Зайсанской впадины // - Флора и Фауна Зайсанской впадины. – 1984, С.77-114.
10. Тюткова Л.А. Биоразнообразие палеогеновыхмикротиериокомплексов Казахстана // Селевения. – 2009. - С.146-152.
11. Лычев Г.Ф., Шевырева Н.С. Бобры (Castoridae, Rodentia, Mammalia) из среднего олигоцена Зайсанской впадины // Палеотериология. - 1994. С. 79-104.
12. Чхиквадзе В.М. Местонахождения ископаемых позвоночных Зайсанской котловины (Восточный Казахстан) // Научная сессия Института палеобиологии (тезисы). – 2002. – С. 22-26.
13. Чхиквадзе В.М. Список кайнозойских черепах Казахстана // Зоологические исследования в Казахстане. – 2002. – С. 213-216.
14. Тлеубердина П.А. Позднеэоценовая фауна юго-востока Казахстана// -Алма-Ата : Наука, 1982. - 118 с.
15. Абдрахманова Л.Т., Байшашов Б.У. Новые находки *Gazella* (*Vetagazella*) *dogcadoides* из Зайсанской впадины (Казахстан) // Selevinia. 2016. Т. 24. С. 112-115.
16. Кожамкулова Б.С. Позднекайнозойские копытные Казахстана. Алма-Ата, 1981. 144 с.
17. Байшашов Б.У. Носорогообразные (Rhinocerotidae) кайнозоя Казахстана// Saarbrücken, Deutschland. Lambert Academic Publishing. 2013. 213 с.
18. Коченов В.Г. Первая находка бронтотерия рода *Protambolotherium* в эоцене Зайсанской впадины // Известия АН КазССР. Сер. Биол. - 1983. - № 3. - С. 73-75.
19. Lucas S.G., Aubekero V.Zh., Dzhambangaraeva A.K., Bayshashov B.U., Tyutkova L.A. Cenozoic Lacustrine Deposits of the Ili Basin, Southeastern Kazakhstan // Lake basin sthroughspace andtime: AAPG. Studies. In Geology. – 2000 46.- P. 59-64.
20. Lucas S.G., Emry R.J., Ckhikvadze V.M., Bayshashov B.U., Tyutkova L.A., Tleuberdina P.A., Zhamangara A.K. Upper Cretaceous-Cenozoic lacustrine deposits of the Zaysan basin, eastern Kazakhstan // Lake basin sthroughspaceandtime: AAPG. Studies. In Geology. – 2000. - 46.- P. 335-340. V.24. № 3. P.54.
21. Chazdon, R., Colwell, R., Denslow, J., and Guariguata, M. 1998. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica// In Dallmeier, F. and Comiskey, J. (eds.), Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies. Parthenon Publishing, Paris. 1998, p. 285-309.