

Зашифрованное послание на зубах эласмотериев: изменение рациона и гибель позднеплейстоценовых гигантов



Прилепская Наталья Евгеньевна

Лаборатория экологии, физиологии и функциональной
морфологии высших позвоночных ИПЭЭ РАН

Зубы млекопитающих

- Зубы млекопитающих хорошо сохраняются в ископаемом состоянии
- Как правило, достаточно многочисленны в местонахождениях
- Содержат информацию о возрасте, рационе, сезоне гибели, стрессовых событиях в жизни особи и пр.



- Высокорастворимые методы исследования зубов являются точными и хорошо отработанными способами извлечения этой информации.
- Полученные данные могут использоваться для различных палеорекопструкций.



Dramatic change in the diet of a late Pleistocene *Elasmotherium* population during its last days of life: Implications for its catastrophic mortality in the Saratov region of Russia



Florent Rivals^{a,b,c,*}, Natalya E. Prilepskaya^d, Ruslan I. Belyaev^d, Evgeny M. Pervushov^e

^a ICREA, Institutió Catalana de Recerca i Estudis Avançats, Pg. Lluís Companys 23, 08010 Barcelona, Spain

^b Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES), Zona Educacional 4, Campus Sescelades URV (Edifici W3), 43007 Tarragona, Spain

^c Universitat Rovira i Virgili (URV), Departament d'Història i Història de l'Art, Avinguda de Catalunya 35, 43002 Tarragona, Spain

^d A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, 34 Vavilova Street, Moscow 119334, Russian Federation

^e Department of Historical Geology and Paleontology, Geological Faculty, Saratov State University, 83 Astrakhanskaya Str, Saratov 410012, Russian Federation

ARTICLE INFO

Keywords:

Rhinocerotidae

Paleodiet

Tooth mesowear

Tooth microwear

Irgiz 1

ABSTRACT

The late Pleistocene site of Irgiz 1 (Saratov Region, Russia) has yielded an accumulation of giant rhinoceros (*Elasmotherium sibiricum*) within the deposits of an oxbow lake. Irgiz 1 is one of the few sites in the world with a significant amount of elasmothere individuals of different age groups. Tooth mesowear and microwear are used to characterize the dietary traits of the giant rhinoceros on two temporal scales, the annual average diet and the diet at the time of death, respectively. Tooth mesowear, analyzed on 20 specimens, suggests a highly abrasive diet similar to that of extant grazers (similar to the extant white rhinoceros). Tooth microwear analyzed on 16 specimens, conversely, indicates that *E. sibiricum* was a browser (feeding on leaves from shrubs and trees) at the time of death. The strong discrepancy between the results from the two dietary proxies and the very low variability of the microwear signal suggest that these animals may have died in an event of short duration. The elasmotheres from the area around Irgiz 1 were grazers, but a catastrophic event, perhaps related to the significant accumulation of snow and/or ice coating ('dzud'), limited the availability of grass and forced them to shift toward shrub/tree foliage that was still accessible. The combination of the two proxies, mesowear and microwear, allows the reconstruction of the dietary traits of *E. sibiricum*, but also to propose a hypothesis for death. This first study of tooth meso- and microwear on elasmotheres provided unique data which allows us to broaden our knowledge about the diet of these animals. The findings indicate that the Irgiz 1 population of elasmotheres died in a single catastrophic event and that the fossil assemblage is not time-averaged.

Местонахождение Иргиз 1

- Приурочено к притоку Волги – реке Большой Иргиз (Саратовская область);
- Местонахождение соответствует поздней части хазарского фаунистического комплекса (возраст порядка 100-200 тыс лет);
- Палинологический анализ свидетельствует о доминировании во флористическом комплексе местонахождения представителей степных и полупустынных ландшафтов;
- В комплексе мелких млекопитающих также доминируют остатки животных – индикаторов открытых пространств;
- Одна из самых поздних популяций сибирских эласмотериев;
- Иргиз 1 – одно из двух самых массовых местонахождений эласмотериев в мире.



Иргиз 1

Панорама разреза



Экспедиции

2018, 2019 и 2020 гг.



Экспедиции



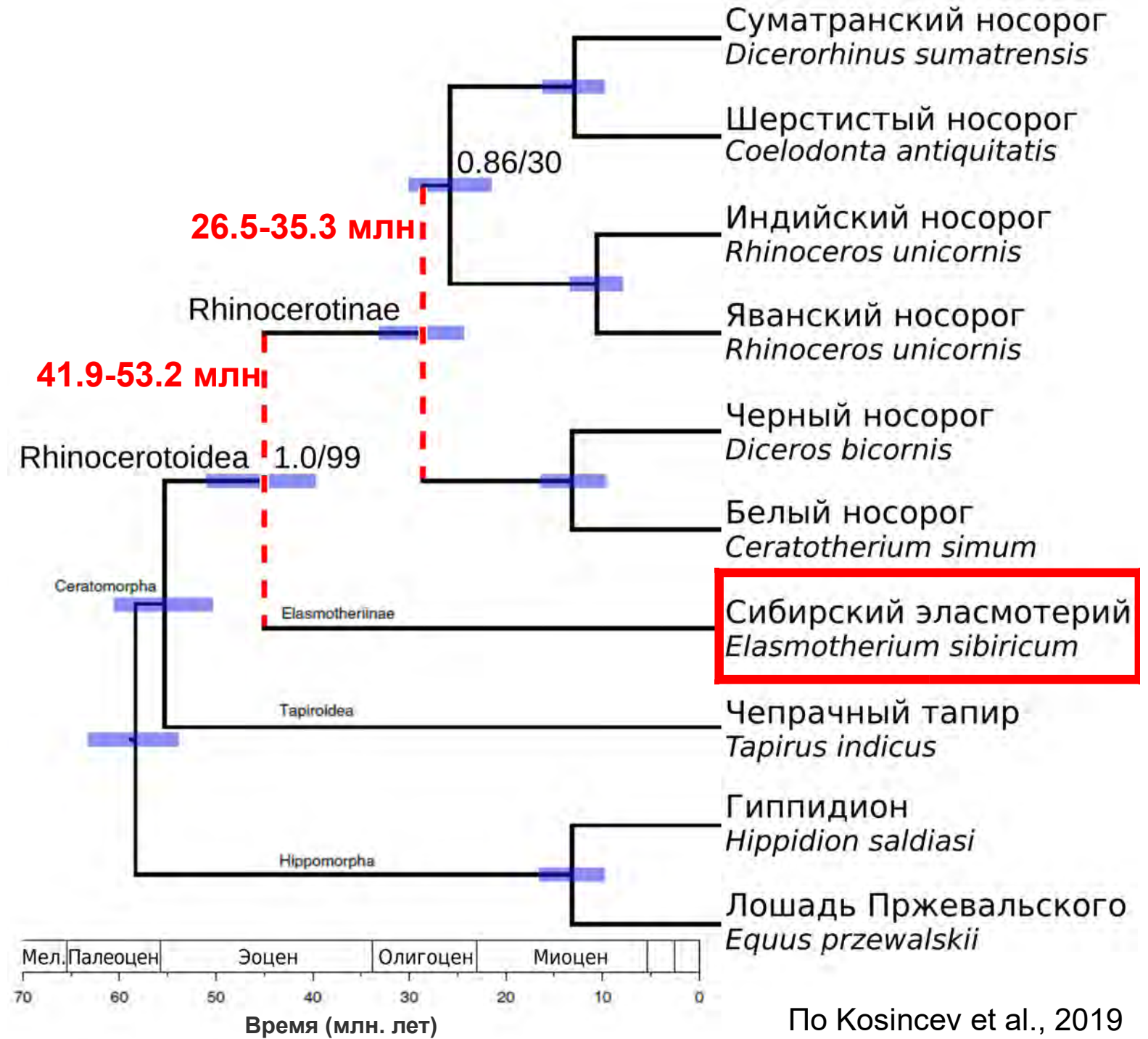
Собранные материалы хранятся в фондах
Регионального музея землеведения СГУ



Сборы фауны
млекопитающих
с р. Большой Иргиз

Elasmotherium

- Сестринский таксон для всех современных носорогов (подсемейство *Rhinocerotinae*);
- Дивергенция между эласмотериями и остальными современными носорогами произошла на 15 млн лет раньше, чем дивергенция внутри подсемейства



По Kosincev et al., 2019

Elasmotherium

- Крупнейшие представители семейства *Rhinocerotidae*;
- По линейным размерам костей на 20-40% превосходят крупнейших современных носорогов (индийского и белого);
- Средняя масса 3.5 тонны (Kosintsev et al., 2019) или даже 4-5 тонн (Paul, 1998; Zhegallo et al., 2005);
- Куполообразное вздутие лобных костей черепа.

Elasmotherium sibiricum



20 см



Ceratotherium simum FMNH 125413

Особенности зубов

- Наиболее высококоронковые щечные зубы среди всех современных и ископаемых носорогов;
- Зубы с постоянным (или продолжительным) ростом;
- Сильная складчатость эмали щечных зубов, которая усложняется от более ранних к более поздним видам эласмотерия.



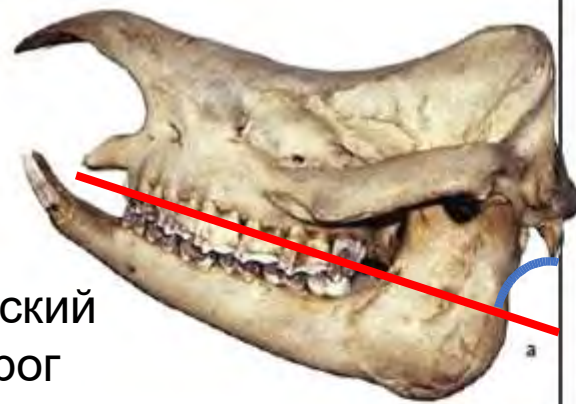
Уровень питания

Тупой угол между затылочной и небными костями;

Этот угол указывает на уровень питания:

- Тупой угол указывает на питание на уровне земли;
- Острый и прямой угол указывает на питание на уровне выше субстрата.

Яванский носорог



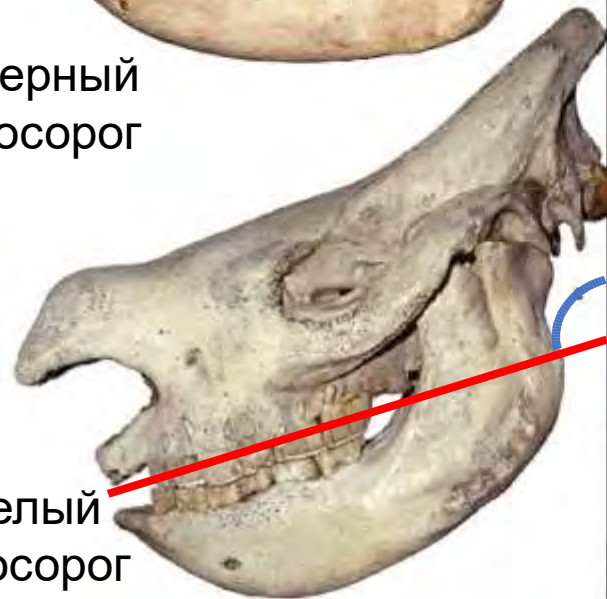
Stephanorhinus kirchbergensis



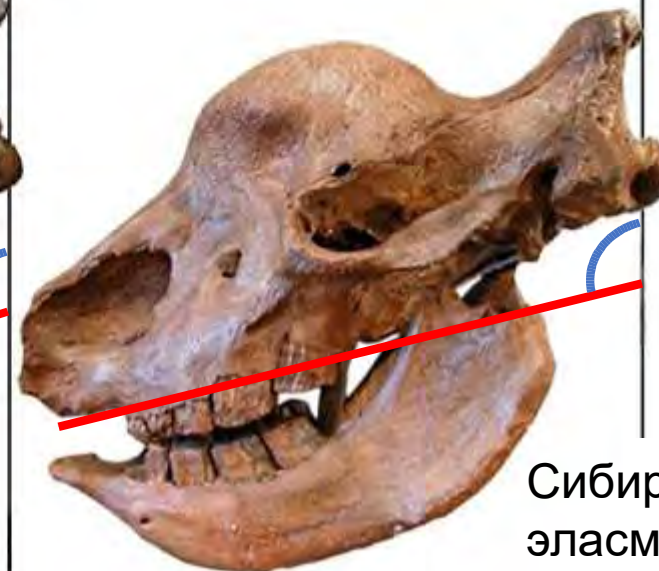
Черный носорог



S. hemitoechus



Белый носорог



Сибирский эласмотерий

Образ жизни и рацион

Гипотеза 1: Степные травоядные носороги (Флеров, 1953; Deng and Zheng, 2005).

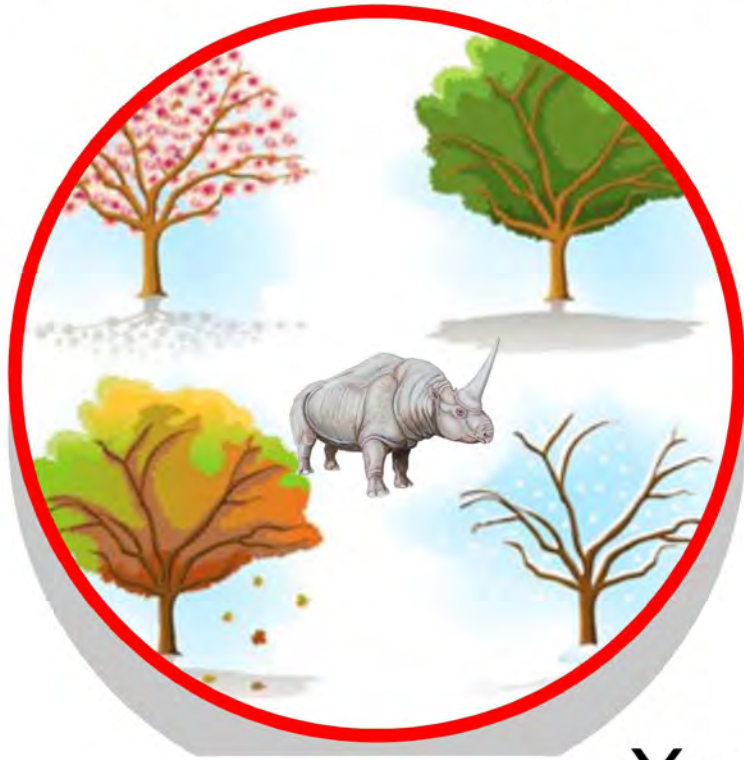


Гипотеза 2: Полуводный образ жизни в прибрежных биотопах. Питание речными и болотными растениями, и их корневищами (Теряев, 1930, 1948; Noskova, 2001; Zhegallo et al., 2005).



Две методики с разной временной размерностью

Мезоизнос зубов



Характеризует:

Среднегодовой рацион

Микроизнос зубов



Рацион в последние дни/недели перед смертью

Анализ мезоизноса

- Анализ мезоизноса – это метод определения среднегодового рациона по рельефу и форме бугорков на жевательной поверхности зубов.
- Мезоизнос оценивается макроскопически с буккальной стороны щечных зубов.
- Рельеф и острота вершин бугорков коррелируют со степенью стачивания зубов в процессе питания (абразивный износ);
- Рацион с низким уровнем абразии (например, двудольные растения) приводит к заостренным вершинам бугорков;
- Рацион с высоким уровнем абразии (например, кремнистая трава) приводит к более округлым и притупленным вершинам бугорков.



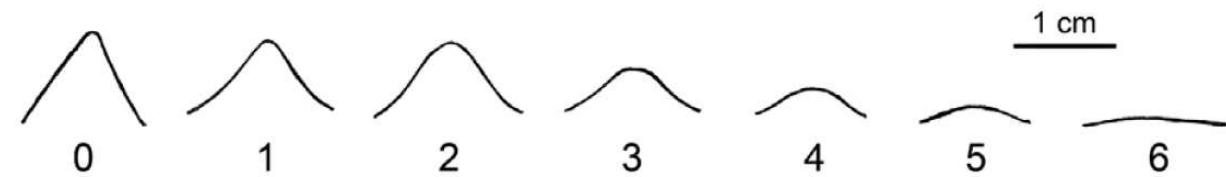
«Шкала» мезоизноса по Muhlbachler et al. (2011)

Анализ мезоизноса

- Анализ мезоизноса – это метод определения среднегодового рациона по рельефу и форме бугорков на жевательной поверхности зубов.
- Мезоизнос оценивается макроскопически с щечной стороны моляров.
- Рельеф и острота вершин бугорков коррелируют со степенью стачивания зубов в процессе питания (абразивный износ);
- Рацион с низким уровнем абразии (например, двудольные растения) приводит к заостренным вершинам бугорков;
- Рацион с высоким уровнем абразии (например, кремнистая трава) приводит к более округлым и притупленным вершинам бугорков.



«Шкала» мезоизноса по Mhlbachler et al. (2011)



«Шкала» мезоизноса по (Rivals et al., 2013).



3D модель левого
нижнего m3
эласмотерия № PR 11

Анализ мезоизноса

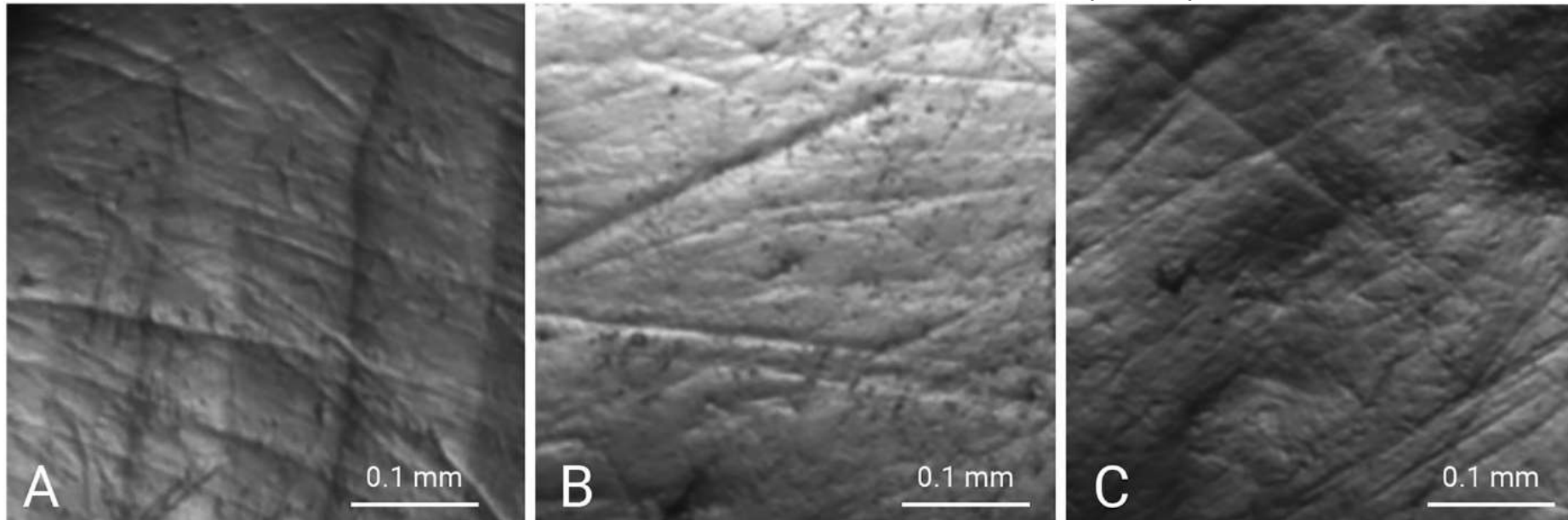
- Зубы *Elasmotherium sibiricum* характеризуются очень низким рельефом и закругленными или тупыми бугорками;
- У *E. sibiricum* оценка мезоизноса выше, чем у любого из современных непарнокопытных. Это указывает на высокую абразивность пищи.

Вид	Количество образцов	Оценка мезоизноса
<i>Сибирский эласмотерий (Elasmotherium sibiricum)</i>	20	5.50
Белый носорог (<i>Ceratotherium simum</i>)	24	4.67
Суматранский носорог (<i>Dicerorhinus sumatrensis</i>)	5	0.40
Черный носорог (<i>Diceros bicornis</i>)	34	0.12
Яванский носорог (<i>Rhinoceros sondaicus</i>)	5	0.00
Индийский носорог (<i>Rhinoceros unicornis</i>)	5	0.40
Саванная зебра (<i>Equus quagga</i>)	122	4.68
Зебра Греви (<i>Equus grevyi</i>)	29	4.48
Американский бизон (<i>Bison bison bison</i>)	15	5.47

Данные по *E. sibiricum* (наше исследование) и по современным носорогам, зебрам и бизонам (Fortelius and Solounias, 2000).

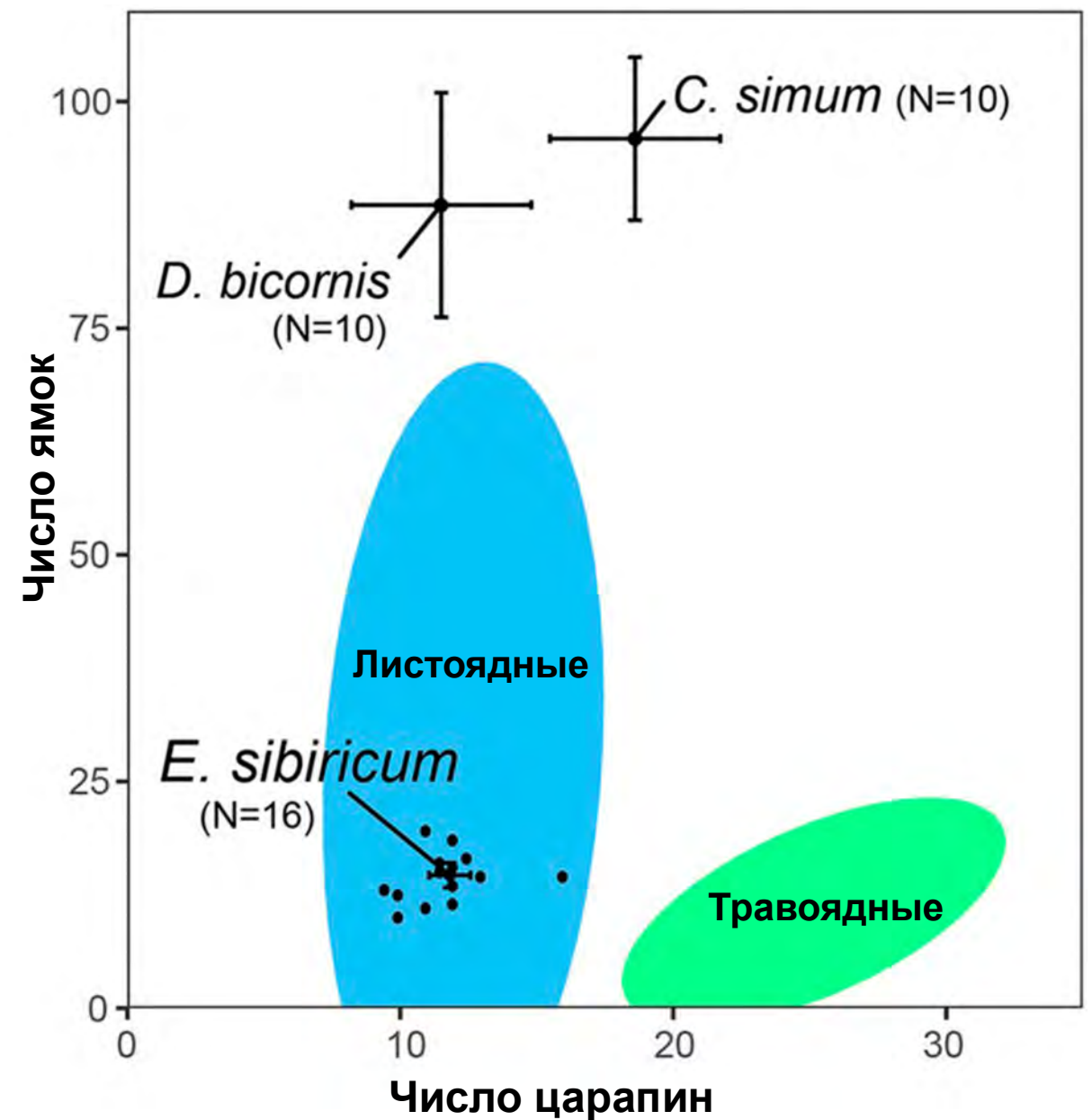
Анализ микроизноса

- Анализ микроизноса – это метод определения рациона в последние дни или недели перед смертью по микроскопическим повреждениям эмали на жевательной поверхности зубов.
- Микроизнос анализирует две основные категории микроскопических повреждений эмали: ямки и царапины. Ямки - это микро-вмятины, имеющие округлый контур. Царапины - это микро-вмятины, имеющие удлиненную форму с прямыми параллельными краями. Ямки и царапины подразделяются на дополнительные категории по степени выраженности. Именно царапины отличают листоядных животных от травоядных.
- Микроизнос изучается с помощью стереомикроскопа на эпоксидных слепках зубов высокого разрешения в соответствии с протоколом, разработанным Solounias и Semprebon (2002) и Semprebon et al. (2004).



Анализ микроизноса

- Микроизнос зубов *Elasmotherium sibiricum* характеризуется низким количеством царапин и ямок;
- Паттерн микроизноса у *E. sibiricum* значительно отличается от паттерна современного черного носорога *Diceros bicornis* и белого носорога *Ceratotherium simum*;
- Число царапин у *E. sibiricum* существенно не отличается от *Diceros bicornis*;
- У *E. sibiricum* более высокая оценка ширины царапин, что вместе с наличием гиперглубоких царапин свидетельствует о том, что в рацион, помимо листьев двудольных или древесных растений, также входила кора, возможно, с ветвей кустов или низких частей деревьев;
- Отсутствие глубоких ямок, как и у современных носорогов, исключает питание фруктами и семенами.



по Solounias and Semperebon, 2002.

Анализ микроизноса

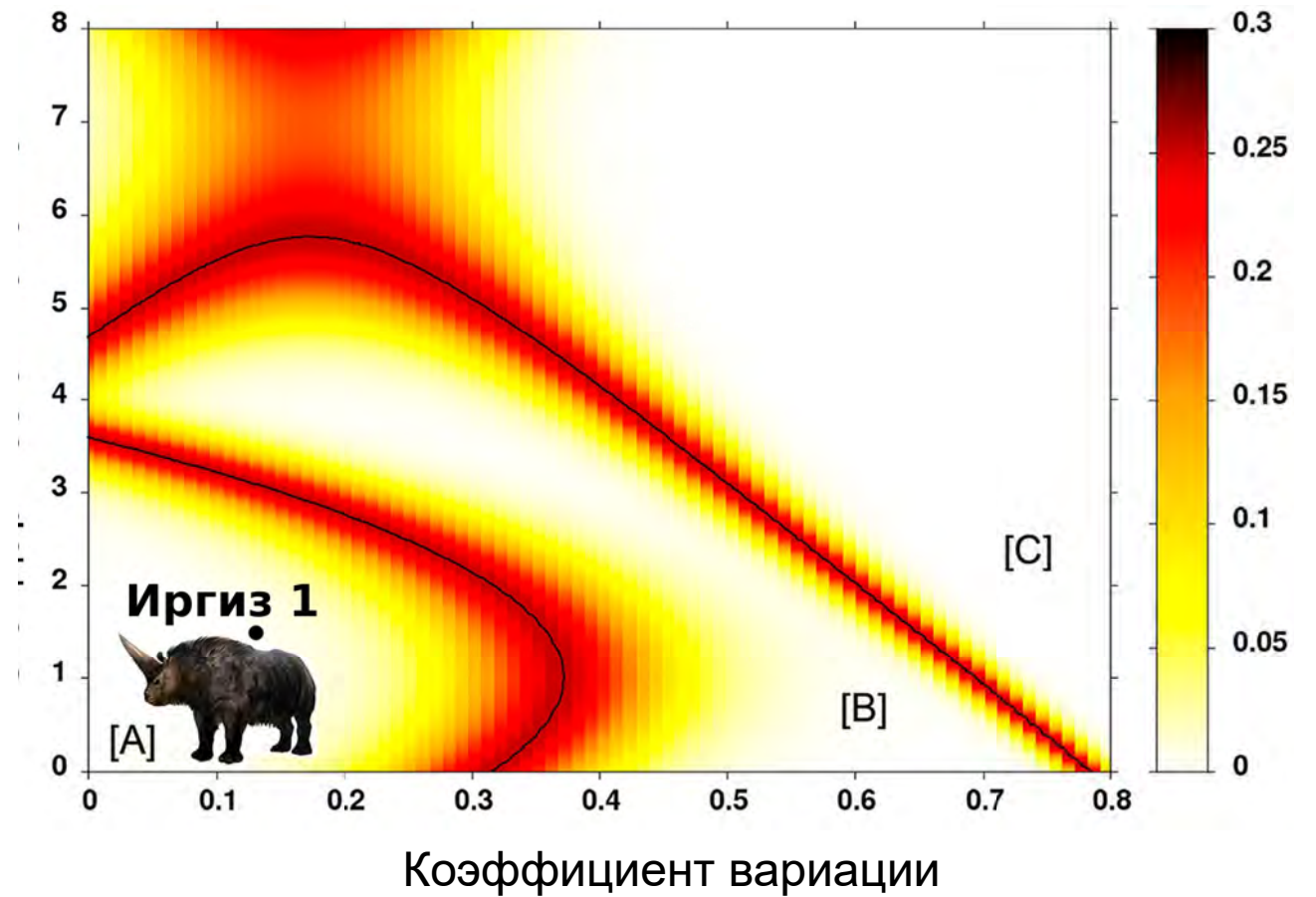
- Комбинация двух показателей разброса числа микроцарапин (стандартное отклонение (SD) и коэффициент вариации (CV)) позволяет классифицировать сообщества по одной из следующих категорий:

(A) сезонные события или более короткие временные промежутки;

(B) события продолжительностью более одного сезона (т.е. два или более смежных сезона);

(C) отдельные события, произошедшие в разные несмежные сезоны.

- Наша выборка попадает в область [A] двумерного графика, которая соответствует краткосрочному событию формирования сообщества, которое длилось менее 3 месяцев. Это могло быть либо единственное и уникальное событие, либо повторяющиеся события в один и тот же сезон, но в разные годы.



Вариабельность количества царапин в образцах из Иргиз-1 низкая ($SD = 1.52$; $CV = 0.13$).

Катастрофическое событие

- Расхождение результатов двух методик свидетельствует о смене рациона незадолго до смерти;
- Все эласмотерии из местонахождения Иргиз 1 накануне смерти перешли от питания травой к поеданию листьев и коры;
- Изменение рациона и низкая изменчивость параметров микроизноса может свидетельствовать о катастрофическом событии, связанном с недоступностью ресурсов (например, высокий снежный покров, ледяная корка или джут);
- Более вероятно, что это было однократное катастрофическое событие.



Изменение рациона накануне смерти

Пример вынужденного изменения рациона зафиксирован для 100 особей *Lama guanicoe* из района озера Cardiel (Южная Патагония). В 2000 г. из-за многоснежной зимы *L. guanicoe* были вынуждены изменить свой рацион, что привело к их гибели и отразилось в рассогласовании результатов мезо- и микроизноса (Rivals et al., 2013).

Другим ярким примером последствий недоступности пищи являются массовые падежи сайгаков, вызванные многоснежьем и образованием ледяной корки. Эти периодически повторяющиеся события уносят сотни тысяч голов:

- 400 тыс голов сайгаков погибли зимой в 1972 г. на юге вдоль реки Чу;
- 430 тыс голов сайгаков из бетпақдалинской популяции погибли зимой 1993 г.



Реконструкция гибели эласмотериев на основе смены их рациона и продолжительности катастрофического события

E. sibiricum





Спасибо за внимание!

Расхождение результатов анализа мезо- и микроизноса

Изменчивость питания у современных копытных хорошо изучена на примере лошадей. Лошади, предпочитающие злаковые другим растениям, имеют сезонные и региональные изменения в рационе:

- **Сезонные:** в рационе одичавших лошадей в Нью-Мексико доля мимозы (*Prosopis juliflora*) составляет 53% рациона в сентябре (листья и почки) и лишь 2% (листья) в марте (Hansen, 1976);
- **Региональные:**
 - ✓ в диете диких ослов в горах Чемеуеви (Калифорния) кустарник доминирует с июня по январь (58–83.8%) (Woodward and Ohmart, 1976).
 - ✓ В Трансгималайском регионе Индии дикие ослы едят кустарник только летом, и он составляет лишь незначительную часть рациона (< 10%) (Mishra et al., 2004).

