



УДК 504.7.052+551.583.7+551.79

Позднеплейстоцен-голоценовое вымирание. Причины и следствия*

К. Г. Леви

*Институт земной коры СО РАН
Национальный исследовательский
Иркутский государственный технический университет
Иркутский государственный университет*

Н. В. Задонина

*Институт земной коры СО РАН
Национальный исследовательский
Иркутский государственный технический университет*

Аннотация. На основании почти 1500 данных радиоуглеродного датирования млекопитающих рода *Proboscidea* выполнен анализ динамики численности животных во времени. Показаны взаимоотношения между представителями мегафауны плейстоцена и другими наземными животными, жившими на территории Северного полушария в позднем плейстоцене – голоцене. Рассмотрены различные версии причин вымирания представителей отряда *Proboscidea*, даны краткие комментарии к этим версиям. Основной вывод – вымирание происходило на фоне резкого потепления на рубеже 12–10 тыс. л. н. при возможном соучастии в этом процессе космических и антропогенных факторов.

Ключевые слова: биосферный кризис, вымирание, мамонтовая фауна, природно-климатические изменения, радиоуглеродные хронологии, поздний плейстоцен, голоцен.

Введение

Авторами в течение полутора десятков лет создавалась радиоуглеродная хронология биосферных событий. Коллекция радиоуглеродных дат насчитывает более 40 тыс. единиц и представляет собой некое справочное пособие для специалистов, интересующихся проблемами биосферно-геосферных кризисов, имевших место в Северном полушарии в позднем плейстоцене – голоцене. В данной статье мы коснемся лишь одного аспекта этих проблем – «Великого» плейстоценового вымирания мегафауны, рассмотрим существующие на этот счет версии с учетом данных радиоуглеродных хронологий, остановимся на причинах и следствиях этого явления.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 77.

В настоящей работе мы опираемся на радиоуглеродные хронологии, опубликованные нами ранее [Леви, Задонина, Язев, 2010, 2011а, 2011б], с некоторыми дополнениями. В данном случае нас интересуют те части радиоуглеродных хронологий, которые характеризуют взаимоотношения наземных млекопитающих с животными отряда *Proboscidea*. Однако, учитывая специфику радиоуглеродного датирования в странах Евразии и Северной Америки, хронологии разделены по географическому признаку. Дело в том, что исследователи-евразийцы используют главным образом прямые радиоуглеродные датировки, тогда как североамериканцы – калиброванные (календарные), что не допускает их прямого сопоставления. В указанных выше работах приведены радиоуглеродные хронологии остатков фауны наземных млекопитающих Евразии, содержащие 2225 датировок, из них мамонтовой фауны – 952, и остатков фауны наземных млекопитающих Северной Америки с объемом выборки из 2654 датировок, из которых фауны *Proboscidea* – 509. В выборке *Proboscidea* для Северной Америки многие находки не определены по видовой принадлежности, что не позволяет достаточно надежно провести межвидовые сравнения. Это касается, прежде всего, вида мамонтов *Mammuthus primigenius*. В отношении этого вида животных нет единого мнения, в частности, о месте их изначального происхождения. Одни исследователи считают, что в силу природно-климатических обстоятельств шерстистые мамонты переселились в Америку из Евразии, другие утверждают, что, наоборот, они пришли в Евразию из Северной Америки, потеснили местных аборигенов и затем вновь вернулись на свою историческую родину. В пользу последней гипотезы свидетельствуют исследования митохондриальной ДНК, выполненные канадскими учеными под руководством профессора Х. Пуанара (Университет МакМастера, провинция Онтарио, Канада) [Mitchell, 2008]. Однако параллельно обсуждается и факт возможного переселения шерстистых мамонтов из Сибири в Америку [Откуда пошли мамонты ..., 2008]. Несмотря на гипотетичность некоторых существующих в палеонтологии взглядов, при анализе радиоуглеродных хронологий представляется возможным на статистическом уровне описать целый ряд соотношений во времени между представителями различных млекопитающих, в том числе и разделенных на классы по массе, а также оценить вариации «относительного» или «условного» биоразнообразия позднего плейстоцена и голоцена. Для начала дадим краткую характеристику упомянутых хронологий.

Радиоуглеродная хронология наземной фауны млекопитающих Евразии

Радиоуглеродная хронология наземной фауны млекопитающих Евразии насчитывает 2225 дат по остаткам различных животных, представленных 84 видами. Особенностью мегафауны Евразии является присутствие в ее составе *Coelodonta antiquitatis* (вида носорогов) и *Megaloceros giganteus* (вида гигантских оленей), являвшихся эндемиками только этого континента. Чаше всего встречаются одиночные находки костных остатков, хотя отмечаются и мас-

совые захоронения костей, главным образом мегафауны плейстоцена. Известны такие крупные кладбища мамонтов, как Севское в Брянской области, Берелехское в Якутии, Волчья грива в Западной Сибири, Урц на Камчатке, Гаринское на Урале, на о. Большой Ляховский в Арктике. Самое древнее из них на о. Б. Ляховский с возрастом 32,1 тыс. лет, остальные более молодые и укладываются в интервал времени 13–11 тыс. л. н. На подобных кладбищах найдены остатки от нескольких десятков до полутора тысяч животных. Природа их массового вымирания до сего времени остается неясной – это могли быть эпизоотии или какие-то катастрофические природные явления. В данном случае разброс дат по временной оси не следует рассматривать как последовательное вымирание популяции на протяжении нескольких тысяч лет. Вероятно, это практически одноактные явления, а не результат успешной охоты древних людей. Во-первых, человеческая популяция по численности была ничтожной, а во-вторых, съесть такое количество мяса за сезон люди, вероятно, не могли, ведь масса каждого животного достигала 10–12 т. По мнению А. П. Окладникова [Зенин, 2003], скопление мамонтовых костей на объекте Волчья грива в Барабинской степи является результатом человеческой деятельности. Действительно ли древние люди могли съесть 1500 особей мамонтов, складывая их остатки в одно и то же место на протяжении 3 тыс. лет? Рассматривать подобные явления в отрыве от общего состояния окружающей среды просто невозможно.

Радиоуглеродная хронология наземной фауны млекопитающих Северной Америки

В Северо-Американском секторе насчитывается 2654 дат для наземной фауны, а в общем списке содержатся наименования 235 видов животных. В хронологии отмечено несколько случаев массового вымирания млекопитающих (бизонов) и одно массовое захоронение костных остатков мамонтов. В целом позднеплейстоцен-голоценовая фауна этой территории отличается большим многообразием, чем евразийская. Отметим хотя бы такие черты этого многообразия, как отряд *Proboscidea*. В Евразии главным представителем этого рода является *Mammuthus primigenius*, тогда как в Северной Америке этот отряд представлен *M. americanum*, *M. cf. Imperator*, *M. jeffersonii*, *M. columbi* и *M. primigenius*. Однако последний вид считается пришельцем из Евразии, появившимся на Североамериканском континенте, судя по нашей хронологии, 41 400±1500 л. н. в эпоху каргинского потепления. Доминирующим видом являлся *M. americanum*, костные остатки которого встречаются в осадках с возрастом более 50 тыс. лет, а исчез этот вид из состава мегафауны около 6 тыс. л. н. На втором месте стоят представители вида *M. columbi*, остатки которых отмечаются в осадочных толщах с возрастом около 30 тыс. лет, и исчезнувших из состава мегафауны около 4 тыс. л. н. *M. jeffersonii* исчезает из состава мегафауны около 3 тыс. л. н., а его первые находки датированы 25 тыс. лет. Более древних костных остатков этого вида пока не обнаружено. Мамонты вида *M. cf. Imperator*, вероятно, встречались редко, по-

скольку было датировано всего около 30 находок. Исчезли они 2 тыс. л. н., хотя самые ранние находки имеют возраст около 15 тыс. лет. Мамонты-пришельцы вида *M. primigenius* исчезли в провинции Онтарио (Канада) около 4,4 тыс. л. н. (дата калиброванная), что примерно соответствует срокам исчезновения этих мамонтов на о. Врангеля в Северной Евразии – около 3,6 тыс. л. н. Своего расцвета, если это можно так назвать, мамонты этого вида достигли около 14 тыс. календарных л. н.

Традиционная климатостратиграфическая периодизация позднего плейстоцена – голоцена

Этот раздел призван конкретизировать привязку эволюции динамики развития наземной фауны позднего плейстоцена – голоцена к привычным для геологов-четвертичников и археологов терминам. В сущности, периодизация этого интервала времени базируется на чередовании потеплений и похолоданий, находящей свое отражение в эволюции живой природы, поскольку температурный режим окружающей среды определяет репродуктивные свойства живых участников природно-климатических изменений. Периодические потепления и похолодания обычно связывают с изменением орбитальных параметров Земли – «циклами Миланковича» [Миланкович, 1939]. Однако с их помощью очень трудно, а точнее просто невозможно, объяснить «тонкую климатическую структуру» геологических и геоархеологических разрезов конца позднего плейстоцена и голоцена (табл. 1).

Здесь не обходится без участия и более мощного энергетического источника – Солнца, активность которого периодически меняется, а циклы этих изменений исключительно устойчивы во времени. Отражением солнечной активности являются вариации концентрации в атмосфере Земли ^{14}C , активно поглощаемого живыми организмами при ассимиляции двуокиси углерода. Поэтому, так или иначе, этот космогенный изотоп является относительным показателем солнечной активности и, соответственно, чередования потеплений и похолоданий [Леви, Задонина, Язев, 2010].

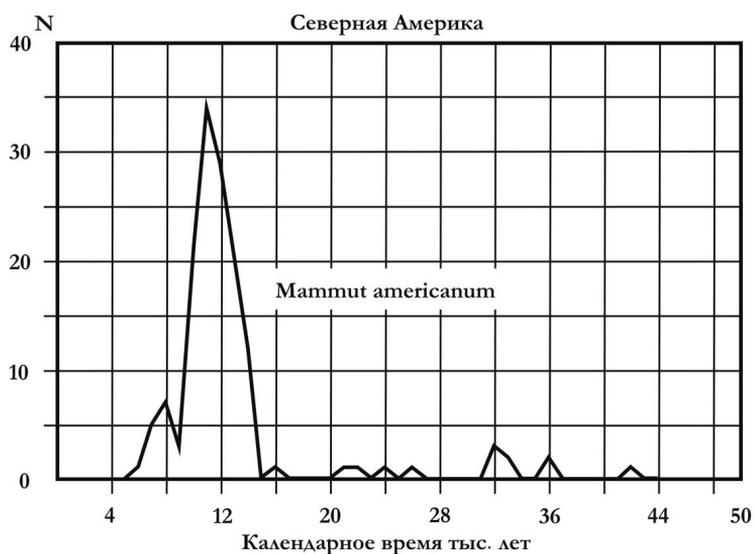
Статистический анализ радиоуглеродных хронологий

Многообразие видов отряда *Proboscidea* в Северной Америке побудило нас выполнить сравнительный анализ временных отношений между двумя доминирующими видами мамонтов этой территории *M. americanum* и пришельцами из Евразии – *M. primigenius*. Появившись в предкаргинское время, шерстистые мамонты долгое время пребывали в угнетенном состоянии. Находки их остатков очень редки. Вероятно, численность этих животных была не велика, что не позволило им отвоевать достойную экологическую нишу (рис. 1 а, б). Однако *M. primigenius* продержались в составе мегафауны более чем на тысячу лет дольше в сравнении с аборигенами Северной Америки *M. americanum*.

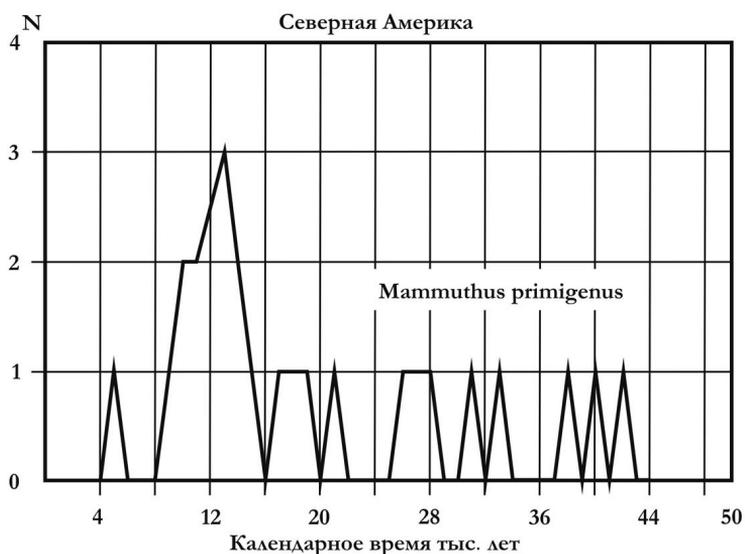
Таблица 1

Климатостратиграфические подразделения верхнего плейстоцена-голоцена

| ¹⁴ С-время | Сибирь | Аравия | ¹⁴ С-время |
|-----------------------|--|-------------------------------|-----------------------|
| 2,5 тыс. – 0 л. н. | Субатлантик | Современная аридизация | 3 тыс. – 0 л. н. |
| 4,5–2,5 тыс. л. н. | Суббореал | Ослабление аридизации | 3–4 тыс. л. н. |
| 8–4,5 тыс. л. н. | Атлантик – тепло, встречаются зерна винограда | Начало современной аридизации | 6 тыс. л. н. |
| 9,5–8 тыс. л. н. | Бореал | Трансгрессия Данкирка | 4–7 тыс. л. н. |
| 11–9,5 тыс. л. н. | Аллеред+пребореал | Аридная фаза ? | 10–7 тыс. л. н. |
| | | Гумидная фаза | 12–10 тыс. л. н. |
| ГОЛОЦЕН ↑ | | | |
| ПОЗДНИЙ ПЛЕЙСТОЦЕН ↓ | | | |
| 14–10 тыс. л. н. | Поздний сартан 12,8 тыс.–11,5 тыс. л. н. – эпоха гидрокатастроф, «остановка» Гольфстрима – тепло в Сибири и холодно в Европе | Жестокая аридизация | 17–12 тыс. л. н. |
| 16–14,5 тыс. л. н. | Средний сартан-2 | | |
| 18–16 тыс. л. н. | Средний сартан-1 | | |
| 21–18 тыс. л. н. | Ранний сартан-2 – холодно и сухо | Семиаридная фаза (саванновая) | 36–17 тыс. л. н. |
| 24–21 тыс. л. н. | Ранний сартан-1 – холодно и влажно | | |
| 30–24 тыс. л. н. | Каргинское время – липовско-новоселовское потепление | | |
| 33–30 тыс. л. н. | Каргинское время – коношельское похолодание | | |
| 43–33 тыс. л. н. | Малохетский оптимум | Аридная фаза | Древнее 36 тыс. л. н. |
| 45–43 тыс. л. н. | Каргинское время – раннее похолодание | | |
| 50–45 тыс. л. н. | Каргинское время – раннее потепление | | |
| 110–50 тыс. л. н. | Ермаковское оледенение | | |
| до 110 тыс. л. н. | Казанцевское межледниковье | | |



А



В

Рис. 1. Распределение по времени числа находок костных остатков в Северной Америке:
 А – *Mammut americanum*, В – *Mammuthus primigenius*

Из анализа рис. 1 кажется сомнительным, что некогда малочисленные стада *M. primigenius* ринулись покорять просторы Северной Евразии, вероятнее, что многочисленным стадам «сибирских» мамонтов пришлось изыскивать кормовые ресурсы на сочных разнотравьях Северной Америки.

Радиоуглеродные хронологии позволяют проследить во времени динамику изменения относительной численности представителей рода *Proboscidea*. Начнем с Евразийского сектора Северного полушария. Напомним, что объем выборки здесь составил 952 радиоуглеродные даты, которые для анализа суммировались в «окне» размером 1 тыс. лет. На рис. 2 приведена нормализованная кривая динамики вариаций условной численности животных по времени.

Сравнение рис. 2 и 3 с учетом того, что североамериканский массив данных – это калиброванные датировки, показывает некоторое сходство динамики вариаций численности животных. При этом надо помнить, что климатические условия в этих регионах существенно разнятся – суровый и сухой континентальный климат восточной части Северной Евразии и относительно мягкий и влажный в Северной Америке. Правда, следует отметить, что всплески увеличения численности животных сдвинуты по времени относительно основных климатических таксонов позднего плейстоцена и голоцена. Это связано с некоторой инерционностью преобразований в живой среде относительно смены климатических изменений. Величина этого сдвига в пределе составляет около 3–4 тыс. лет, хотя в основном колеблется в диапазоне 1–2 тыс. лет.

Соотношение числа и количества видов животных в выборке в разное время менялось и потому интересно оценить относительное «биоразнообразие» в животном мире и его вариации по времени. В качестве показателя относительного «биоразнообразия» мы приняли отношение числа видов отряда *Proboscidea* в группе местонахождений заданного возраста к общей сумме различных видов животных по выборке в процентном соотношении. Результаты такого анализа представлены на рис. 4 и 5. Мы акцентировали внимание на соотношении между вариациями общего относительного биоразнообразия и вкладом в него фауны мамонтов. Соотношения между различными видами животных меняются, и причинами этого выступают природно-климатические изменения, приводящие к смене кормовой базы и ее обилия. Однако следует отметить, что некоторые соотношения могут оказаться гипотетическими, поскольку костные остатки мелких животных в целом датируются ^{14}C реже. Особенности подобных соотношений наглядно показаны на материалах георхеологических объектов Приангарья Мальта и Буреть [Ермолова, 1978]. Это может нарушать гармонию взаимоотношений, но, тем не менее, их анализ не является бесполезным. Поэтому на рис. 4 и 5 прослеживается часто противофазное отношение между представителями мегафауны и остальной частью плейстоцен-голоценового зооценоза. Мамонты господствовали в зооценозе на протяжении всей доступной для нас части позднего плейстоцена, хотя в каргинское время – эпоху относительного потепления – их численность, судя по всему, уменьшалась. Причиной этого могло быть сокращение площадей тундро-степи, являвшейся основной кормовой базой для этих животных. Вероятно, им элементарно не хватало еды. Можно, конечно, объяснить это явление массовой сезонной миграцией животных, но сразу встает вопрос – куда они мигрировали?

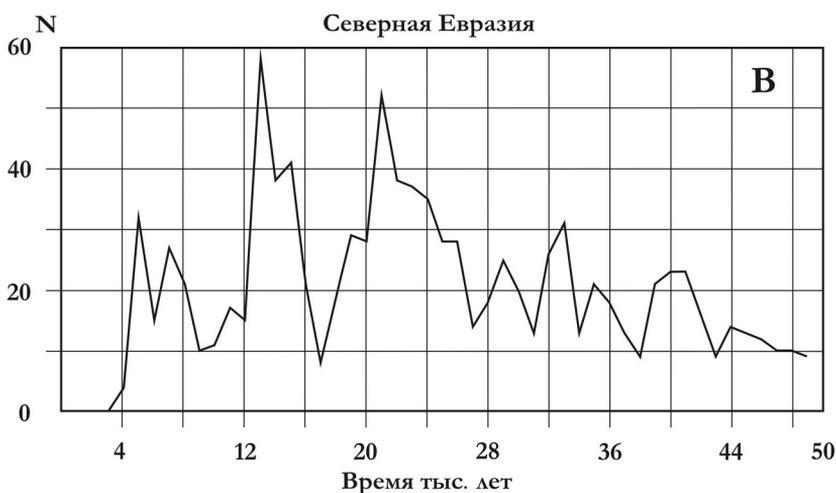


Рис. 2. Динамика условной численности популяции мамонтов Северной Евразии

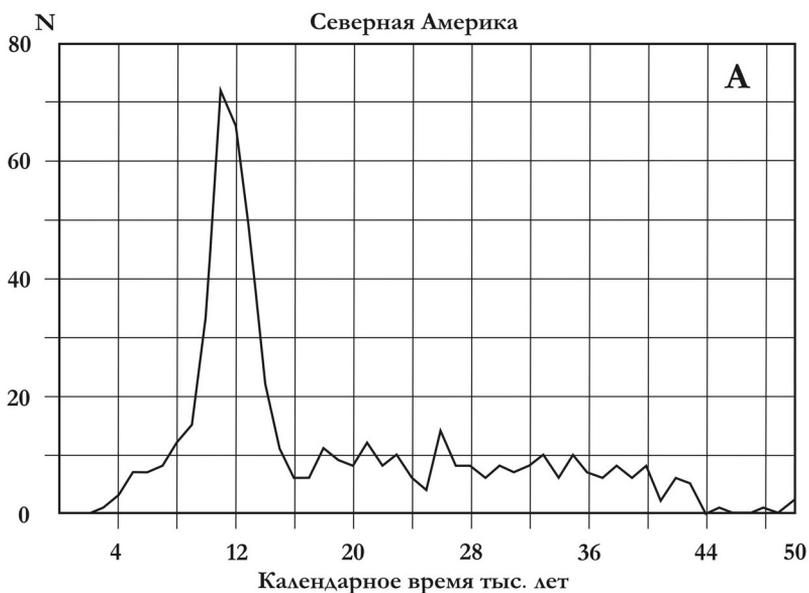


Рис. 3. Динамика условной численности популяции мамонтов Северной Америки

Общеизвестно, что внешние условия среды обитания (пищевая база, температурный режим атмосферы, погодные условия) серьезно сказываются на размножении животных, что, по существу, определяет их численные соотношения в зооценозе [Экология, 2001].



Рис. 4. Вариации относительного биоразнообразия (%) по интервалам радиоуглеродного времени в Евразии

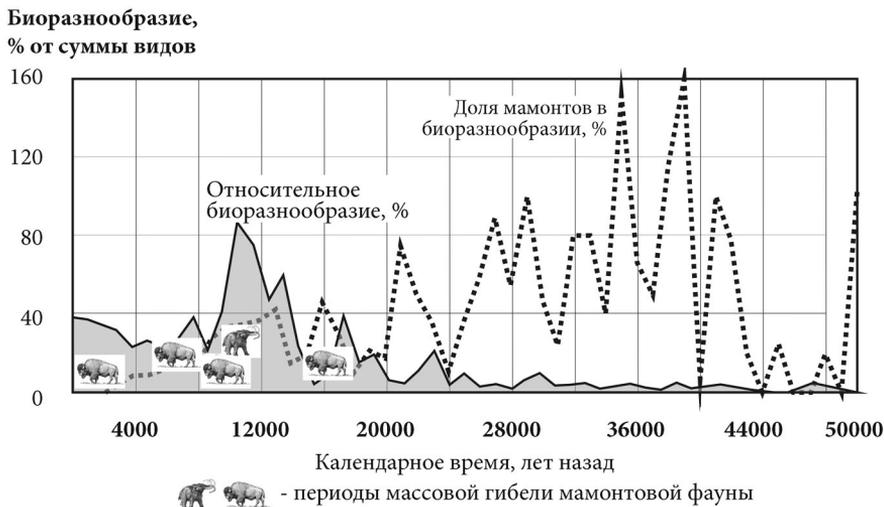


Рис. 5. Вариации относительного биоразнообразия (%) по интервалам календарного времени в Северной Америке

Из рис. 4 и 5 следует, что популяция мамонтов в конце позднего плейстоцена (сартанская эпоха – 24–12 тыс. л. н.) достигла расцвета и на рубеже голоцена начала резко деградировать. Их численность упала почти в 4 раза, но зато другие виды животных быстро заняли образовавшуюся экологическую нишу. На рубеже около 10 тыс. л. н. популяция мамонтов Северной Евразии вновь начала возрастать, достигла максимума около 8–6 тыс. л. н., но в связи с быстрым сокращением тундро-степи и деградацией кормовой базы

они вымерли полностью около 3,5 тыс. л. н. В Северной Америке природно-климатические изменения нанесли непоправимый ущерб популяции *Proboscidea*, после которого началось непрерывное вымирание этих животных вплоть до полного их исчезновения. Что конкретно привело 10–12 тыс. л. н. к такой резкой деградации популяции *Proboscidea*, остается загадкой. Очевидно лишь, что она была сильно подорвана, и восстановиться в новых условиях уже не смогла.

Рисунок 5 позволяет отметить, что относительное разнообразие видов млекопитающих в Северной Америке имело спокойный характер с некоторым нарастанием примерно до 24 тыс. л. н. Затем начали происходить достаточно резкие вариации числа видов на фоне весьма активного возрастания общего числа видов вплоть до 11 тыс. л. н. В интервале времени 11–10 тыс. л. н. относительное биоразнообразие резко снизилось почти в три раза и с небольшими вариациями по времени сохраняется до сих пор.

Вклад популяции мамонтов в относительное биоразнообразие испытывал существенные вариации во времени, но оставался господствующим над всеми остальными видами животных. Максимальный расцвет этих хоботных приходится на интервал времени от 44 до 20 тыс. л. н. Резкие флуктуации кривых на рис. 4 и 5, вероятнее всего, связаны с пропуском находок в ряде временных интервалов. Численность популяции начала снижаться после 20 тыс. л. н., вплоть до полного их исчезновения около 2–4 тыс. л. н. Быстрое исчезновение североамериканской мегафауны началось около 14,8 тыс. л. н. (календарный возраст). Однако согласно хронологии вымирание этих животных шло более или менее равномерно и растянулось на несколько тысяч лет.

В заключение отметим, что «средняя климатическая ниша» для мамонтов характеризовалась рядом граничных условий: температура самого холодного месяца не должна была быть ниже $-30,3$ °С, температура самого теплого месяца – $+14,5$ °С, а среднее количество осадков должно было составлять 240 мм/год [Climate Change ..., 2008]. На базе 270 радиоуглеродных датировок останков мамонтов была восстановлена динамика ареалов распространения этих животных в позднем плейстоцене-голоцене (рис. 6).

На рис. 6 хорошо видно, как на протяжении последних 30 тыс. лет сокращалась область, климат которой делал возможным существование тундростепей, и как шло распространение на север современного человека.

Временные соотношения микро-, мезо-, макро- и мегафауны наземных млекопитающих Северной Америки

Для сопоставления и выявления соотношений между различными видами наземных млекопитающих вся совокупность животных, остатки которых датированы по ^{14}C , были разбиты на условные группы, учитывая их массы (живой вес), которые распределились следующим образом:

- микрофауна – масса до 10 кг;
- мезофауна – масса от 10 до 100 кг;
- макрофауна – масса от 100 до 1000 кг;
- мегафауна – масса от 1000 до 10 000 и более кг.

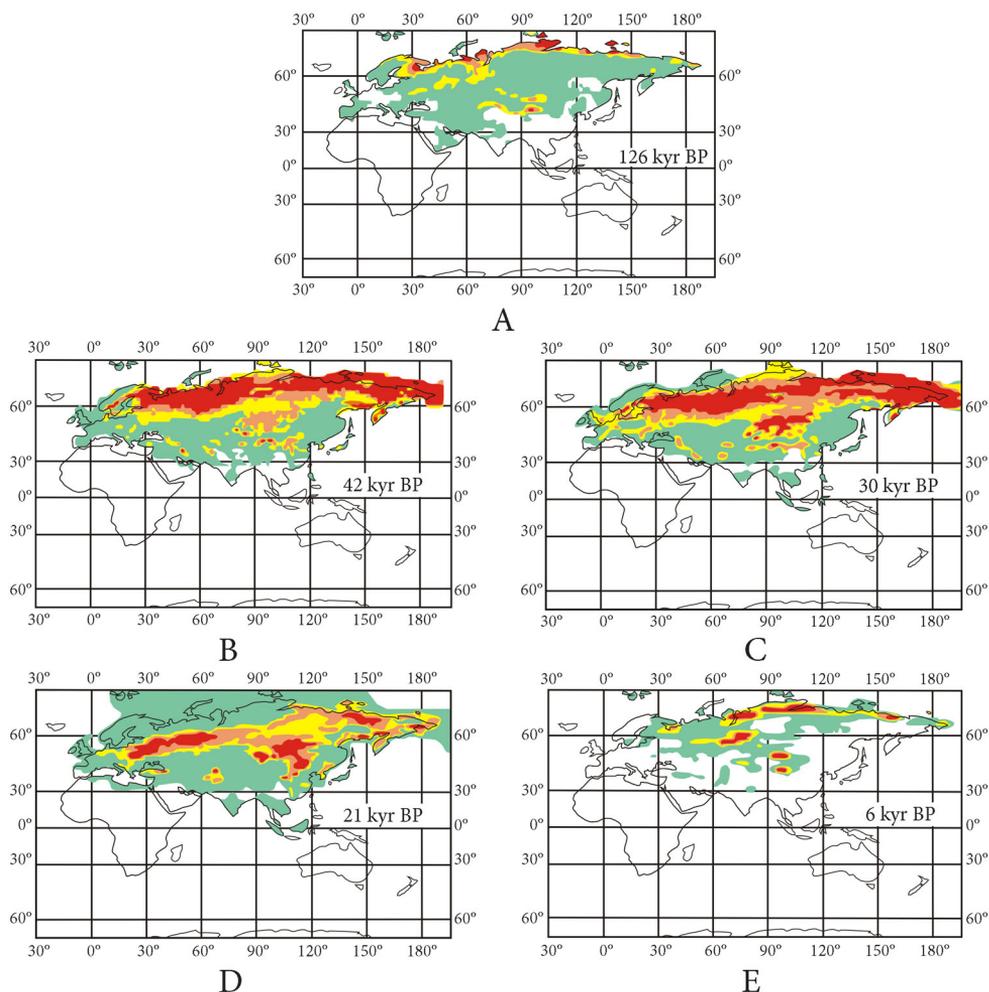


Рис. 6. Области, по своим климатическим условиям пригодные для жизни мамонта в позднем плейстоцене-раннем голоцене – 126 (А), 42 (В), 30 (С), 21 (D) и 6 (Е) тыс. л. н. Красный цвет – наиболее благоприятные области, оранжевый и желтый – менее благоприятные; светло-зеленый – зона, возможная для обитания, но неблагоприятная [Climate Change ..., 2007] с упрощениями

Известно, что отношение «хищник–жертва» взаимно регулирует численность популяций тех и других видов животных. Одновременно на поголовье популяций влияют климатические изменения. Для успешного размножения необходимы, кроме всего прочего, комфортные температурные условия, различающиеся у разных видов животных и располагающиеся в достаточно узком интервале. Вероятно, данное условное подразделение животного мира прошлого по заданным массам поможет понять, как все перечисленные факторы соотносились между собой на протяжении последних 50 тыс. лет (рис. 7).

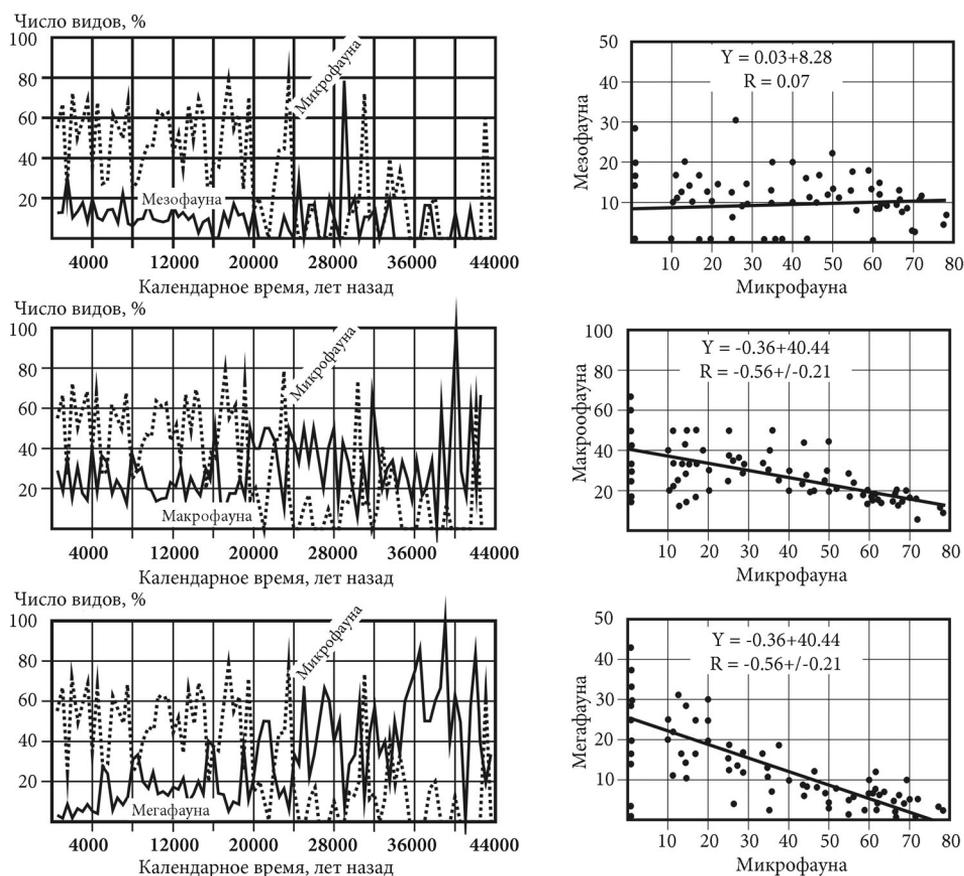


Рис. 7. Вариации числа видов животных – представителей микро-, мезо-, макро- и мегафауны

В основе популяции животных, образующих группы мезо- и макрофауны, лежат, главным образом, травоядные, хотя немалую группу по численности образуют и хищники. Эти группы можно было и объединить, но тогда получился бы слишком большой разброс животных по их массе от 10 до нескольких тысяч килограммов, что представляется нерациональным.

По упомянутой выше классификации животных по их массе вся хронология разложена на подбазы с выдержанным шагом по шкале времени в 500 лет. При этом, учитывая вариации объема выборки и числа видов, остатки которых были датированы ^{14}C по временным интервалам, принято решение использовать не прямые данные, а их процентные соотношения в интервалах по 500 лет. Это позволило компенсировать вариабельность количества дат по интервалам и получить более или менее объективные распределения значений на временной шкале до 43,5 тыс. л. н. Базовой во всех случаях является кривая, характеризующая поведение по времени относительного количества видов. Именно она сравнивалась со всеми остальными. Сопоставление вариаций по времени числа видов микро- и мезофауны показало отсутствие

корреляции между кривыми (рис. 7), что можно интерпретировать как отсутствие антагонизма между этими видами животных. Они, вероятно, спокойно сосуществовали, не нанося друг другу никакого урона, а их пищевые «пристрастия» не пересекались, за исключением мелких хищников, которые ели и тех, и других. Определенный антагонизм возникает между представителями микро- и макрофауны (рис. 7). Корреляция между кривыми носит ярко выраженный отрицательный характер – численность видов микрофауны увеличивалась по мере уменьшения числа представителей макрофауны. Можно предположить, что «пищевые» проблемы имели место. Возможно, хищники макрофауны с большим удовольствием и в больших количествах поглощали представителей микрофауны, сводя численности их популяций до минимума, что, в свою очередь, приводило к снижению популяции и макрофауны и давало возможность возродиться в численности представителям мелких животных. Отмеченный антагонизм еще более усиливается при сравнении вариаций по времени числа видов микро- и мегафауны (рис. 7). «Пищевой конфликт» здесь обостряется, но, вероятно, по другим причинам. Трудно предположить, чтобы гиганты плейстоценового периода охотились на подвижных и юрких представителей микрофауны. Да и сами гиганты были в основном травоядными, за исключением, может быть, наземных ленивцев и больших медведей, не гнушавшихся ничем. Возможно, причина такого конфликта в том, что травоядные гиганты элементарно съедали и то, что предназначалось маленьким. Видно также, что по мере исчезновения гигантов представители мезо- и макрофауны быстро заняли освободившуюся экологическую нишу. Анализ соотношения вариаций по времени числа видов мезо-, макро- и мегафауны попарно никакой корреляции не обнаруживает. Вероятно, большие животные инстинктивно делили между собой пищевые базы бесконфликтно и больше всего страдали мелкие по массе животные. Возможно, именно поэтому их видовое разнообразие в конечном итоге оказалось более многочисленным.

Не следует забывать, что и природно-климатические изменения каким-то образом влияли на изменения видового состава наземной фауны. Для выяснения этих отношений воспользуемся рис. 8 и нанесем на него последовательно кривые, характеризующие вариации по времени числа видов микро-, мезо-, макро- и мегафауны. В результате видно, что микрофауна более неприхотлива к изменениям в окружающем мире. Безусловно, теплые эпохи для них были наиболее предпочтительны, но холодные периоды они переносили сравнительно легко, почти не снижая своей численности за исключением отдельных интервалов времени в конце раннего каргинского похолодания и в липецко-новоселовскую эпоху потепления. Это можно объяснить тем, что большинство представителей микрофауны относятся к норovým животным, более защищенным от превратностей контрастного температурного режима в окружающей среде.

Представители мезофауны практически никак не отреагировали на смену «тепло–холодно». Их численность была относительно стабильной, за исключением эпохи липецко-новоселовского потепления, когда число видов

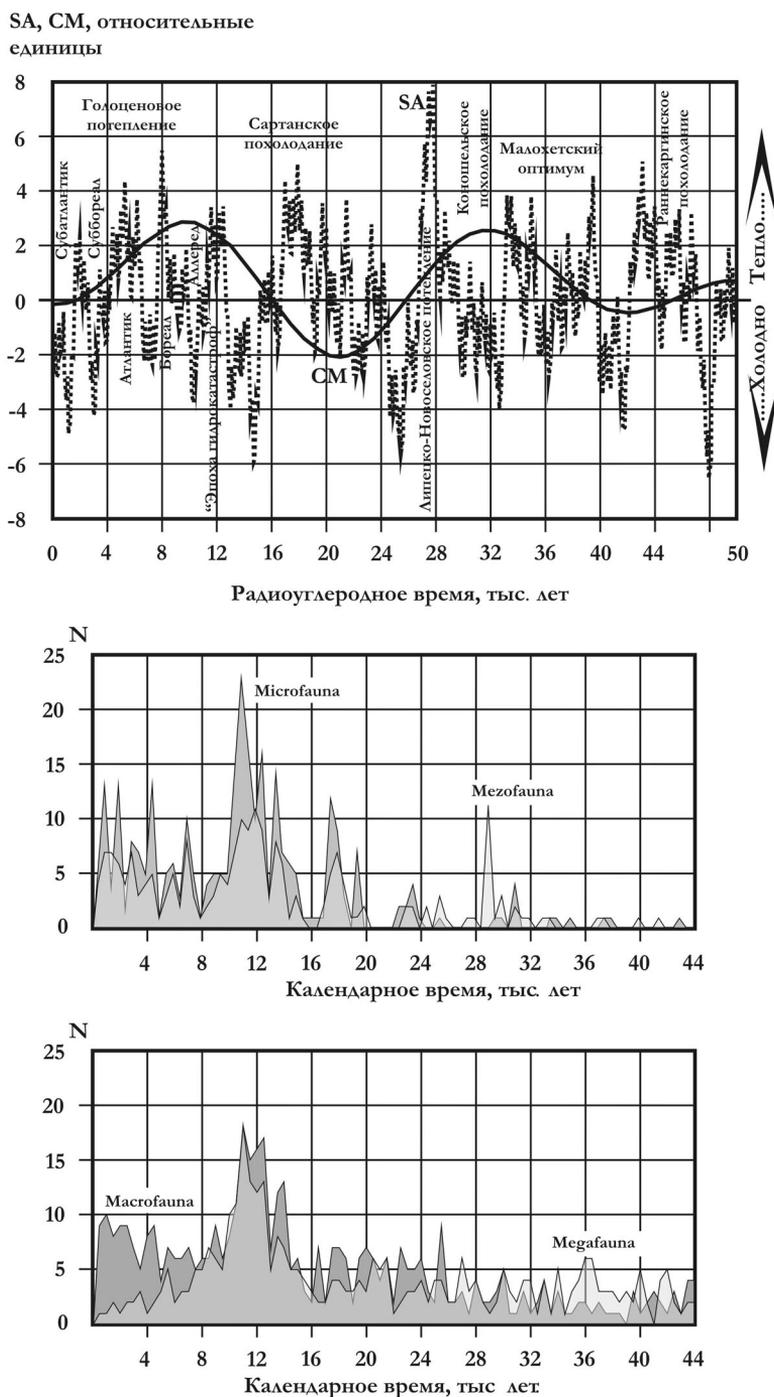


Рис. 8. Вариации по времени числа видов микро-, мезо-, макро- и мегафауны на фоне природно-климатических изменений

возросло почти в четыре раза по сравнению с фоновыми значениями. В перечне животных этой группы преобладают виды, ведущие стайный образ жизни или жившие большими семьями, что, в конечном итоге, помогало легче переносить природно-климатические невзгоды.

Представители макрофауны слабо отреагировали на смену «тепло–холодно». Вероятно, они так же, как представители мезофауны, были более или менее безразличны к климатическим вариациям. В эту группу животных входят, в основном, крупные травоядные, населяющие степные и лесные просторы Северного полушария, и крупные хищники, в рацион которых входили объекты как мелкие, так и крупные. В характере изменения числа видов этих животных и, вероятно, образа их жизни имеется что-то общее с представителями группы, объединяющей виды мезофауны.

Численность гигантов тундро-степи, образующих группу мегафауны, в конце позднего плейстоцена достигла своего максимума (рис. 9). Они не отличались обилием видового состава, но осваивали обширные пространства главным образом из-за бродячего образа жизни, вытесняя с мест обитания представителей микро-, мезо- и макрофауны. В тундро-степи они в больших количествах поглощали сочные травы, но частью их вытаптывали, нанося ущерб пищевой базе представителей микро-, мезо- и макрофауны. Возможно, этим можно объяснить обратные корреляции, приведенные на рис. 7.

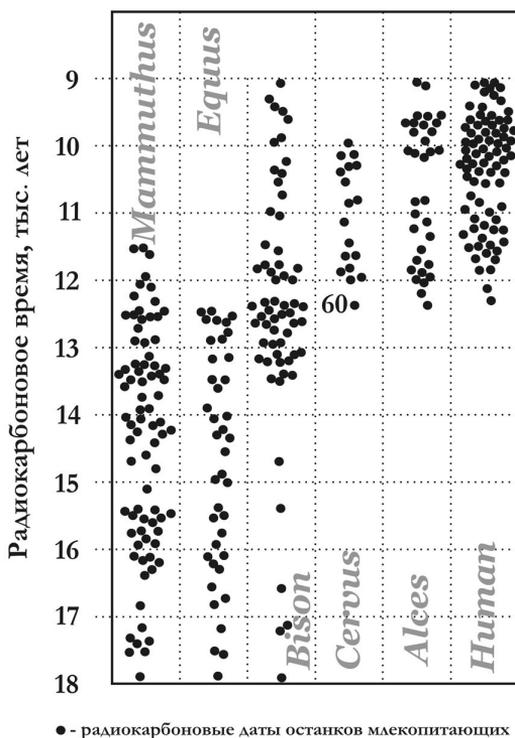


Рис. 9. Продолжительность сосуществования элементов мамонтовой фауны в Северной Америке [по: Guthrie, 2006] с упрощениями

Численное превосходство гигантов в конце позднего плейстоцена начало формироваться после раннего каргинского потепления, достигло максимума в эпоху малохетского оптимума и постепенно стало уменьшаться к концу сартанского похолодания. К рубежу 15 тыс. л. н. популяция мегафауны сократилась в 2,5 раза, а в течение голоцена уменьшилась настолько, что в конечном итоге около 3–4 тыс. л. н. вообще исчезла с лица Земли. Уменьшение видового состава мегафауны сопровождалось вырождением животных, они стали мельче по сравнению с их предками почти вдвое. Освобождавшаяся экологическая ниша мегафауны постепенно заполнялась представителями микро-, мезо- и макрофауны, и к настоящему времени в Северном полушарии единственными представителями мегафауны остались только бизоны и овцебыки.

Гипотезы, объясняющие причины «позднеплейстоцен-голоценового вымирания»

Традиционно считается, что мамонты исчезли с лица Земли около 3–4 тыс. л. н., но нельзя исключать и более позднее их исчезновение. Так, некоторые сибирские летописные источники сообщают, что в 1581 г. воины Ермака, покорившие Сибирь, якобы, встретили в лесах огромных волосатых слонов (мамонтов?) [Природные аспекты ..., 2012]. Это сообщение мы считаем сомнительным. Однако в хрониках XVI в. мы обнаруживаем, что обские угры и сибирские татары подробно описывали волосатого слона: «...Мамонт по своему нраву – животное кроткое и миролюбивое, и к людям ласковое, при встречах с человеком мамонт не нападает на него...» (из записей тобольского краеведа П. Городцова, XIX в.) [Охота на мамонта ...; Природные аспекты ..., 2012]. Остается только удивляться, неужели это действительно так или это лишь плод устной традиции местных народов?

В настоящее время существует несколько версий, поясняющих причины этого массового вымирания. Остановимся на них в порядке популярности и дадим некоторые комментарии.

Версия 1. Падение на Землю гигантского метеорита и страшный взрыв, который послужил причиной вымирания мамонтов.

Комментарий. Эта гипотеза приобрела своих сторонников после публикации книги «Циклы космических катастроф» Р. Фэйрстоуна, А. Уэста и С. Уэрвик-Смита, вышедшей в США в 2006 г. и позднее изданной в России [2008]. Книга написана как некое научно-популярное повествование и содержит ряд фактов, свидетельствующих в пользу космической катастрофы в эпоху развития «культуры Кловис» в Северной Америке около 11–13 тыс. л. н. Поскольку астроблемы (импактного кратера), которая непременно должна была образоваться в момент столкновения космического объекта с поверхностью Земли, так и не обнаружили, то предположили, что гигантский астероид или ядро кометы (?) взорвался (взорвалось) в атмосфере, распылив в ней большое количество мелких сферических частиц, вероятно, железистого вещества и вызвав некоторое повышение радиационного фона в осадочных образованиях того времени. Приводимые авторами этого издания доказательства настолько обоснованы, что игнорировать их не приходится.

Эти железистые частицы со временем осели на поверхности и были захоронены в осадочных слоях с возрастом около 11–13 тыс. л. н. Подобные же сферические частицы были обнаружены в ископаемых бивнях мамонтов Северной Америки и даже п-ова Таймыр на севере Евразии. Предполагают, что эта катастрофа разразилась над Великими озерами США и Канады. Возможно, что нечто подобное и произошло в эпоху Кловис, но не очевидно, что именно это событие погубило плейстоцен-голоценовую мегафауну. К тому же мы показали выше, что это вымирание не произошло в одночасье, как это должно было случиться при подобной катастрофе, а растянулось не на одну тысячу лет.

Версия 2. Причиной вымирания мамонтов стали первобытные охотники.

Комментарий. Плейстоцен-голоценовую мегафауну погубили древние «индейцы», пришедшие на Североамериканский континент из далекой Приалтайской Сибири [Une petite..., 2012]. Эта гипотеза высказана достаточно давно, но R. D. Guthrie [2006], ученый из университета Аляски в Файрбэнксе, привел, как будто вразумительные доказательства. Этот исследователь систематизировал радиоуглеродные датировки костных останков мамонтов, лошадей, бизонов, северных оленей, лосей и человека и пришел к выводу, что появление человека в Северной Америке привело к быстрому исчезновению ряда ископаемых животных (рис. 10). Иными словами – люди съели мамонтов (!).

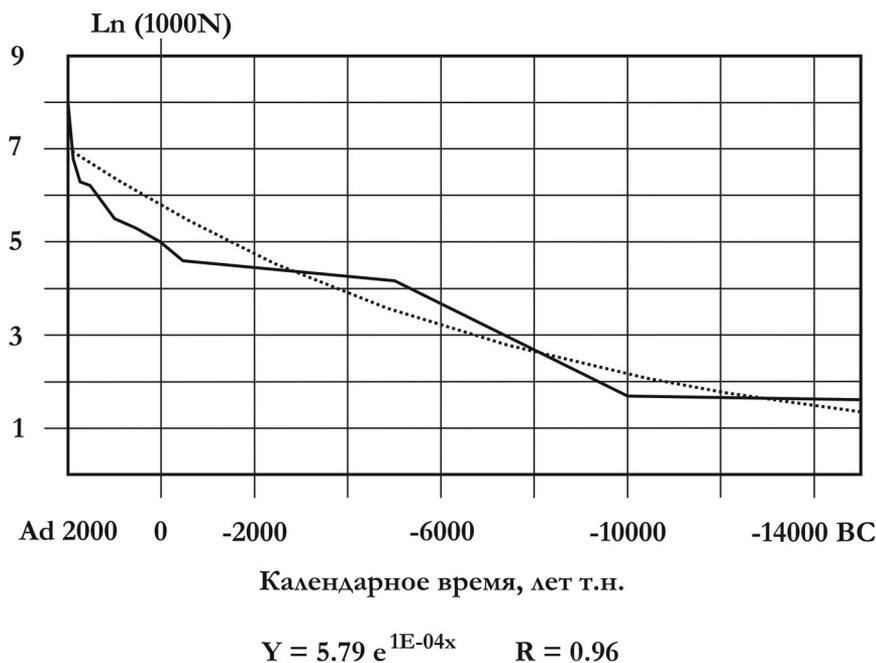


Рис. 10. Демографическая кривая роста численности населения Земли [по Ламберт, 1991]. Сплошная линия – демографическая кривая, пунктирная линия – тренд и его параметры

За последние 15 тыс. лет развитие мегафауны Северной Америки пережило как минимум пять случаев массовой гибели животных, четыре из которых коснулись популяции бизонов и один – мамонтов. Американские исследователи склонны считать, что «первопоселенцы» Америки, в частности палеоиндейцы эпохи Кловис [Canadian archaeological database ...], могли стать причиной исчезновения мегафауны Северной Америки (табл. 2).

Поверить в такое заключение весьма затруднительно, поскольку население континента в этот период было слишком мало по численности, и элементарно съесть такой объем «мясных продуктов» не могло. Первобытный человек не мог истреблять такое количество поголовья крупных животных, чтобы стать причиной вымирания целого вида. Но в ускорении окончательного исчезновения мамонтов охотники свою роль могли сыграть. Некоторые подсчеты показывают, что якобы для полного истребления популяции мамонтов достаточно было уничтожить одного мамонта в расчете на одного человека 1 раз в 3 года.

Мы уже упоминали, что в течение позднего плейстоцена-голоцена в истории животного мира происходили массовые вымирания мамонтов в Евразийском и бизонов в Североамериканском секторах Северного полушария (табл. 2).

Таблица 2

Местонахождения останков млекопитающих (кладбища костей)

| ЕВРАЗИЯ | | | СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА | | |
|-----------------|---------|--------------------------|-------------------|--------|------------------------|
| Местонахождение | Вид | ¹⁴ C-дата | Местонахождение | Вид | ¹⁴ C-cal BC |
| | | | Up. Muddy Creek | бизон | 1720±110 |
| | | | Jones-Miller | бизон | 7785±345 |
| | | | Horner | бизон | 7880±1300 |
| | | | Jones-Miller | бизон | 8620±185 |
| | | | Frasca area-1 | бизон | 8910±90 |
| Берелех | мамонт | 10 260±1550 | Jones-Miller | бизон | 10 020±320 |
| Берелех | мамонт | 10 440±100 | Bonneville County | мамонт | 10 640±85 |
| Берелех | мамонт | 11 870±60 | | | |
| Урц, Камчатка | мамонт | 12 630±50 | | | |
| Севск | мамонт | 13 680±60 | | | |
| Берелех | мамонт | 13 700±800 | | | |
| Луговское | мамонт | 13 720±160 | | | |
| Севск | мамонт | 13 950±70 | | | |
| Волчья грива | мамонт | 14 200±150 14 200±520 | | | |
| Волчья грива | мамонт | 14 800±150 | | | |
| | | | Jones-Miller | бизон | 16 600±2500 |
| Гулуншань | кости ? | 17 090±240 | | | |
| Бол. Ляховский | мамонт | 32 100±100 | | | |

Анализируя материалы [Ламберт, 1991; Воронцов, 2001; Капица, 2004], мы приходим к выводу, что плотность населения в периоды массовой гибели животных не превышала 0,02–0,04 чел./км², численность населения в Евразийском секторе Северного полушария составляла около 2,8 млн человек, а Североамериканского – едва ли превышала 1 млн человек, но, вероятнее всего, была вдвое меньше, так как первопоселенцы из Сибири, носители палеоиндейских культур, еще только начинали «заселение» континента. Всплески численности популяции *Homo sapiens* наблюдались до рубежа 13 тыс. л. н., затем в интервале времени 8–3 тыс. л. н. и после 1 тыс. л. н. Вклад в кривую (рис. 10) со стороны Евразийской популяции *Homo sapiens* предельно велик. Первый всплеск коррелируется с культурой мадлен, второй совпадает по времени с развитием культур мезолита, неолита и палеометалла. Минимумы численности падают на интервалы времени 13–8 тыс. л. н. и 3 тыс. л. н. – 1 тыс. л. н. Первая эпоха совпадает с мощным экологическим кризисом позднего плейстоцена-голоцена. Природа второго минимума непонятна, но совпадает с развитием культур бронзового века.

Отсюда мы плавно переходим к версиям 3 и 4, схожим по своей трактовке.

Версия 3. Вымирание мамонтовой фауны произошло от эпизоотий, вызванных неведомыми нам вирусами.

Версия 4. Главной причиной вымирания мамонтов были тяжелые болезни костей – остеопороз, остеомалация (размягчения костей), хондроз, срастание позвонков [Зенин, 2008] и т. п.

Комментарий. Из сказанного выше напрашивается вывод относительно причин массовой гибели животных – эпизоотии и прочие заболевания, распространившиеся главным образом среди бизонов в Северной Америке и среди мамонтов в Евразии.

Если подключить сюда еще и **версию 5**, согласно которой основной причиной исчезновения мамонтов, по мнению генетиков, явилась потеря генетического разнообразия, то все становится на свои места. Кроме того, тесные связи популяции человека с животным миром могли приводить и к развитию эпидемий среди людей. Нечто подобное наблюдалось в Сибири уже в историческое время [Задонина, Леви, 2008] с той лишь разницей, что в прошлом связи «человек–животный мир» были значительно теснее.

Версия 6. Смена полюсов планеты.

Комментарий. Считается, что последний раз полюса поменялись около 780 тыс. л. н., а в плейстоцене до этого они происходили 0,99, 1,07, 1,19, 1,2, 1,77 и 1,95 млн л. н. Таким образом, эта версия оказывается несостоятельной, поскольку последняя переполусовка произошла задолго до начала вымирания мамонтовой фауны. Несостоятельными могут оказаться ссылки на изменение напряженности геомагнитного поля, поскольку имеющиеся данные [Бурлацкая, 2007] показывают, что уменьшение напряженности происходило около 9 тыс. л. н., затем около 5 и 3,5 тыс. л. н., после чего она постепенно нарастала до начала нашей эры (рис. 11). Полупериод таких вариаций составляет 3,5–4 тыс. лет. Сложная конфигурация кривой в правой части графика связана с пропуском данных. Таким образом, геомагнитное поле также как будто ни при чем.

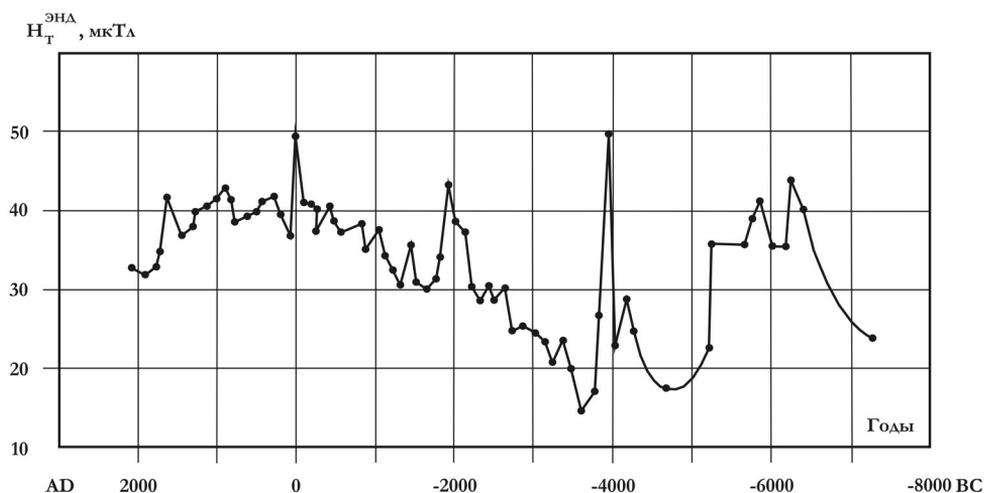


Рис. 11. Вариации напряженности геомагнитного поля за последние 10 тыс. лет [Бурлацкая, 2007]

Версия 7. Вымирание мегафауны позднего плейстоцена-голоцена произошло на фоне глобального природно-климатического кризиса.

Комментарий. Эта версия, хотя и поставлена в этом списке последней, вероятно, является основной и связана с потеплением климата, начавшимся 12–10 тыс. л. н. Потепление привело к деградации привычного «мамонтowego» ландшафта, сокращению тундро-степей («мамонтowych прерий») и исчезновению привычных растений, которыми питались мамонты [Шер, 1997а, 1997б]. Все это могло стать причиной повышения заболеваемости мамонтов и снижения их репродуктивности. Именно эти причины, как нам кажется, мы подробно рассмотрели выше.

Заключение

Подведем итог: что же все-таки привело к возникновению биотического кризиса на рубеже позднего плейстоцена – голоцена, каковы его причины и последствия?

Анализируя радиоуглеродные хронологии, характеризующие природные объекты, созданные различными геологическими и биологическими процессами, мы обнаружили, что к рубежу позднего плейстоцена – голоцена приурочена серия почти синхронно проявившихся в природе экстремальных ситуаций, в том числе и исчезновение мегафауны. Объяснение вымирания, скорее всего, кроется в том, что резко изменились внешние условия среды обитания (пищевая база, температурный режим атмосферы, погодные условия и т. п.). Это серьезно сказалось на размножении животных и уменьшении их численных соотношений в зооценозе. Популяция мамонтов в Евразии в конце позднего плейстоцена достигла расцвета и на рубеже голоцена начала

резко деградировать. Около 10 тыс. л. н. популяция мамонтов вновь возросла, достигнув максимума около 8–6 тыс. л. н., но в связи с быстрым сокращением тундро-степей и деградацией кормовой базы они вымерли полностью около 3,5 тыс. л. н. Надо отметить, за 36 тыс. лет, прошедших после эпохи каргинского потепления, площадь пригодных для обитания мамонтов территорий сократилась на 90 %, что уже около 6 тыс. л. н. привело к уменьшению поголовья мамонтов, которое, вероятно, уже не превышало 1 млн особей.

Вклад популяции мамонтов в относительное биоразнообразие Северной Америки испытывал существенные вариации во времени, но оставался господствующим над всеми остальными видами животных. Максимальный расцвет этих хоботных приходится на интервал времени от 44 до 20 тыс. л. н. Резкие флуктуации приведенной выше кривой, вероятнее всего, связаны с пропуском находок в ряде временных интервалов (рис. 5). Численность популяции начала плавно снижаться после 14,8 тыс. л. н. (календарный возраст) и вплоть до полного их исчезновения около 2–3 тыс. л. н. Что привело к деградации мамонтовой популяции, пока остается загадкой. Очевидно лишь, что популяция была сильно подорвана, и восстановить себя больше уже не смогла.

Поскольку природа не любит пустоты, то освободившаяся после ушедших представителей мегафауны экологическая ниша стала быстро заполняться другими животными, более адаптированными к новым природно-климатическим условиям. К схожим выводам пришла и международная группа исследователей, выводы которой были опубликованы в журнале «Nature» [Вымирание позднечетвертичных животных ..., 2011].

Таким образом, версия 7, предусматривающая главенствующий вклад природно-климатических составляющих в эволюцию зооценоза позднего плейстоцена и голоцена является более обоснованной, хотя нельзя исключать ограниченного влияния на этот процесс космического и антропогенного факторов. Однако, несмотря на уже проведенные многочисленные исследования и полученные выводы, следует отметить, что до окончательного решения проблемы пока далеко. Новые материалы и открытия, вероятно, не смогут существенно изменить выстраивающуюся концепцию эволюции природной среды, но помогут прояснить ряд деталей, остающихся «белыми пятнами» в этой области естествознания.

Список литературы

Бурлацкая С. П. Археомagnetизм. Структура и эволюция магнитного поля Земли / С. П. Бурлацкая. – М. : ГЕОС, 2007. – 343 с.

Воронцов Н. Н. Экологические кризисы в истории человечества [Электронный ресурс] / Н. Н. Воронцов. – 2001. – URL: <http://bio.1september.ru/2001/40/3.htm> (дата обращения 10.12.2011).

Вымирание позднечетвертичных животных управлялось климатом. Отчет международной группы исследователей 2011 г. [Электронный ресурс] // Nature. – URL: <http://elementy.ru/news?newsid=431711> (дата обращения 20.12.2011).

Ермолова Н. М. Териофауна долины Ангары в позднем антропогене / Н. М. Ермолова. – Новосибирск : Наука, 1978. – 222 с.

Задонина Н. В. Хронология природных и социальных феноменов в Сибири и Монголии / Н. В. Задонина, К. Г. Леви. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. – 760 с.

Зенин В. Н. Мамонты вымерли от болезней костей [Электронный ресурс] / В. Н. Зенин. – URL: <http://mysci.ru/studies/mamony-vymerli-ot-bolezney> (дата обращения 28.10.2008).

Зенин В. Н. Поздний палеолит Западно-Сибирской равнины : автореф. дис. ... д-ра ист. наук / В. Н. Зенин. – Новосибирск, 2003. – 33 с.

Капица С. П. Глобальная демографическая революция и будущее человечества [Электронный ресурс] / С. П. Капица // Новая и Новейшая История. – 2004. – № 4. – URL: <http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NEWHIST/DEMO.HTM> (дата обращения 15.12.2011).

Ламберт Д. Доисторический человек. Кембриджский путеводитель / Д. Ламберт. – М. : Недра, 1991. – 257 с.

Леви К. Г. Радиоуглеродная хронология природных и социальных феноменов Северного полушария / К. Г. Леви, Н. В. Задонина, С. А. Язев. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. – Т. 1. – 716 с.

Леви К. Г. Радиоуглеродная хронология природных и социальных феноменов Северного полушария / К. Г. Леви, Н. В. Задонина, С. А. Язев. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2011. – Т. 2. – 527 с.

Леви К. Г. Радиоуглеродная хронология природных и социальных феноменов Северного полушария / К. Г. Леви, Н. В. Задонина, С. А. Язев. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2011. – Т. 3. – 847 с.

Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата / М. Миланкович. – М. ; Л. : ГОНТИ-НКТП СССР, 1939. – 247 с.

Откуда пошли мамонты [Электронный ресурс] // Вокруг света. – 2008. – URL: <http://www.vokrugsveta.ru/news/4755/> (дата обращения 10.12.2011).

Охота на мамонта [Электронный ресурс]. – URL: <http://qrok.net/19425-oxota-namamonta.html> (дата обращения 10.12.2011).

Природные аспекты глобальных минимумов солнечной активности. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. – Т. 1. (в печати).

Фэйрстоун Р. Цикл космических катастроф. Катаклизмы в истории цивилизации / Р. Фэйрстоун, А. Уэст, С. Уэрвик-Смит. – М. : Вече, 2008. – 480 с.

Шер А. В. Природная перестройка в Восточно-Сибирской Арктике на рубеже плейстоцена и голоцена и ее роль в вымирании млекопитающих и становлении современных экосистем (Сообщение 1) / А. В. Шер // Криосфера Земли. – 1997а. – Т. 1, № 1. – С. 21–29.

Шер А. В. Природная перестройка в Восточно-Сибирской Арктике на рубеже плейстоцена и голоцена и ее роль в вымирании млекопитающих и становлении современных экосистем (Сообщение 2) / А. В. Шер // Криосфера Земли. – 1997б. – Т. 1, № 2. – С. 3–11.

Экология : учебник для технических вузов / Л. И. Цветкова, М. И. Алексеев, Ф. В. Кармазинов, Е. В. Неверова-Дзиопак, Б. П. Усанов, Л. И. Жукова. – М. ; СПб. : АСВ; Химиздат, 2001. – 552 с.

Canadian archaeological database [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.canadianarchaeology.ca/local14/c14search.htm> (дата обращения 15.12.2011).

Climate Change, Humans, and the Extinction of the Woolly Mammoth [Электронный ресурс] / D. Nogués-Bravo, J. Rodríguez, J. Hortal, P. Bata, M. B. Araújo. – URL: <http://www.plosbiology.org/article/info:doi/10.1371/journal.pbio.0060079> (дата обращения 01.04.2008)

Guthrie D. New carbon dates link climatic change with human colonization and Pleistocene extinctions / D. Guthrie // *Nature*. – 2006. – Vol. 441. – P. 207–209.

Mitchell E. Mammoths moved «out of America» / E. Mitchell [Электронный ресурс] // BBC News. – URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7592668.stm> (дата обращения 15.12.2011).

Une petite région de Sibérie serait le berceau génétique des Amérindiens [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.liberation.fr/depeches/01012386164>.

Late Pleistocene-holocene Extinction. Causes and Consequences

K. G. Levi, N. V. Zadonina

Abstract. This paper deals with the analysis of changes in the abundance of animals based on about 1500 radiocarbon dates from mammals. The paper is also concerned with the relationship between the representatives of Pleistocene megafauna and other terrestrials that inhabited the Northern hemisphere in the Late Pleistocene-Holocene. Consideration is given to possible causes for the extinction of *Proboscidea* mammals; these causes are briefly commented upon. The main conclusion drawn on the basis of materials included in this study is that the extinction occurred against the background of sudden warming 12–10 thousand years ago, under the probable influence of cosmic and anthropogenic factors. The paper is supplemented with radiocarbon chronologies for *Proboscidea* mammals that inhabited the Northern hemisphere.

Key words: biosphere crisis, extinction, mammoth fauna, natural climate changes, radiocarbon chronologies, Late Pleistocene, Holocene.

Леви Кирилл Георгиевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, зам. директора по научной работе, Институт земной коры СО РАН, 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, levi@crust.irk.ru
профессор, Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, levi@crust.irk.ru

Levi Kirill Georgievich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Vice Director for Science, Institute of the Earth's Crust, SB RAS, 128, Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664033
Professor, National Research Irkutsk State Technical University, 83, Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664033, levi@crust.irk.ru

Задонина Наталья Витальевна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет, 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, nzadonina@yandex.ru

Zadonina Natalia Vitalievna – Ph. D. in Geology and Mineralogy, Docent, National Research Irkutsk State Technical University, 83, Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664033, nzadonina@yandex.ru