



Л. Полищук

Почему вымерли мамонты и гибнут сайгаки: история о вкладах

Леонард Полищук,

докт. биол. наук, профессор, кафедра общей экологии биологического факультета МГУ

Вопрос о том, почему вымерли мамонты, неизменно вызывает интерес как у научного сообщества, так и у широкой публики [1]. Возможно, это связано с тем, что на него нет и, скорее всего, не может быть однозначного ответа. То есть ответ есть, но он распадается на несколько «подответов», и какой вес придать каждому из этих частных решений — остается неясным. В определении этого «веса» и состоит, собственно, главная трудность ответа на этот вопрос.

В этой заметке на примере находящегося под угрозой вымирания сайгака, о котором мы знаем гораздо больше, чем о вымершем мамонте, я попытаюсь объяснить, как мог бы выглядеть более или менее удовлетворительный ответ. Затем перечислю возможные версии вымирания мамонтов и покажу, как метод, который работает для ныне живущего сайгака, можно было бы применить и для вымершего мамонта.

Сразу оговорюсь, что здесь будут рассматриваться только внешние причины вымирания, связанные с действием факторов окружающей среды, включая в эту среду и человека. Внутренние, или биологические, причины, такие как относительно низкая средняя численность и низкая скорость размножения крупных зверей (по сравнению с мелкими видами), падение генетического разнообразия или накопление слабых мутаций в малочисленных популяциях, — рассматриваться не будут.

Трудно определить причины вымирания даже современных видов, не говоря уже о давно вымерших формах, потому что, как правило, не существует какой-либо одной причины. Поэтому вопрос должен ставиться так: каков вклад разных причин в риск вымирания того или иного вида? Продемонстрировать возможную технологию ответа проще на примере современных видов.

Многие знают о катастрофе, постигшей сайгака. Еще в начале 1990-х годов этот вид насчитывал около миллиона особей, и, казалось бы, ему ничего не угрожало. Поэтому в Красной книге СССР [2] он вовсе отсутствовал, то есть не был отнесен ни к одной категории угрозы. Нет его и в Красной книге Российской Федерации [3]. Однако к середине 2000-х годов численность сайгака сократилась до 50 тыс. особей. В Международной Красной книге [4] он был переведен в наивысшую категорию угрозы — «виды, находящиеся на грани исчезновения» (critically endangered, CR). Сокращение численности сайгака связывают с резким усилением браконьерского промысла.

О том, что именно браконьерство было ключевой причиной, свидетельствует снижение доли самцов, которая при нормальном состоянии популяции должна составлять не менее 10% (сайгаки — гаремные животные), а в начале 2000-х годов опускалась до 1–2% [5]. Сайгачьи рога пользуются особым спросом на рынке медицинского сырья (они используются в восточной медицине), и, к несчастью для

самцов, у этого вида антилоп только самцы несут рога.

В России и Казахстане, где находятся основные популяции сайгака, были приняты меры, направленные на защиту этих животных от браконьеров, и численность их стала восстанавливаться. Однако в мае 2015 года из-за массового и быстрого развития микробной инфекции в Казахстане погибло около 150 тыс. особей, что составляет приблизительно половину всего мирового поголовья сайгаков [6]. Таким образом, высокий риск вымирания сайгака связан с действием двух причин — браконьерства и эпизоотии.

Исходя из того что в результате браконьерства численность сайгаков сократилась в 20 раз, а в результате эпизоотии — в 2 раза, относительный масштаб урона (обозначим его ϵ), который был нанесен каждым из этих факторов, можно рассчитать следующим образом: $\epsilon = \ln 20 / \ln 2 = \log_2 20 = 4.3$. То есть в вымирании сайгака эффект браконьерства (антропогенный фактор) примерно в 4 раза превосходит эффект эпизоотий (в основном природный фактор).

В экологии такого типа расчеты называют «анализом ключевых факторов» (key factor analysis) [7] или, в более общей форме, — «анализом вкладов» (contribution analysis) [8, 9]. Как представляется, анализ вкладов может иметь самое широкое применение для оценки относительной роли действующих факторов в самых разных процессах и явлениях.

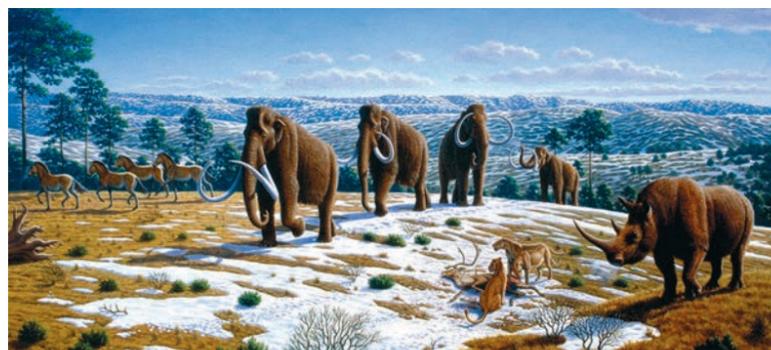
Теперь обратимся к мамонтам. Существуют две основные версии вымирания этих зверей: деятельность древних охотников и потепление климата, пришедшее на смену последнему по времени плейстоценовому оледенению (в этом теплом, по меркам плейстоцена, климатическом периоде мы живем и сейчас). В конце плейстоцена — начале голоцена, в интервале примерно от 45 до 12 тыс. лет назад, древние охотники-кроманьонцы активно расселились по Евразии и Северной Америке (в которую они попали из Евразии по сухопутному тогда Берингову проливу). По пути они охотились на мамонтов и, по первой версии, полностью истребили их (последняя популяция некогда многочисленного вида укрылась на острове Врангеля, где просуществовала еще несколько тысячелетий).

Согласно другой версии вымирания, потепление и увлажнение климата превратило плейстоценовые тундростепи Сибири на севере в тундру, а на юге — в тайгу. (Тундростепи — степной биом, простиравшийся от Франции до Канады и от побережья Северного Ледовитого океана до северной границы Китая.) Ни тундра, ни тайга не были пригодны для мамонтов, которым были нужны обширные открытые малоснежные (чтобы можно было добывать корм зимой) пространства с обильной травянистой растительностью.

У каждой из этих версий есть свои преданные сторонники (в России к наиболее ярким сторонникам версии древ-

них охотников и противникам «климатического» объяснения принадлежит Сергей Афанасьевич Зимов [10]), но всё же большинство исследователей склоняется, по-видимому, к тому, что истина лежит где-то посередине. Я бы сказал, что не посередине, а между, и в какой точке между этими версиями — предстоит оценить.

Можно предположить, что первоначальным толчком к исчезновению мамонтов послужило потепление климата. Оно сократило площадь пригодных местообитаний (тундростепей), но не уничтожило мамонтов полностью. Их ареал стал разорванным, превратился в сеть материковых «островов», подобных изолированной популяции на острове Врангеля, где мамонты существовали еще примерно 8 тыс. лет после окончания плейстоцена.



Шерстистые мамонты (*Mammuthus primigenius*) в тундростепном ландшафте. Рис. Mauricio Anton из статьи Caitlin Sedwick (1 April 2008) "What Killed the Woolly Mammoth?". PLoS Biology 6 (4): e99. DOI:10.1371/journal.pbio.0060099

Фрагментация прежде непрерывного ареала сама по себе увеличила риск вымирания. Тем не менее, возможно, мамонты могли бы пережить это нелегкое для них время. Ведь пережили же они предыдущие плейстоценовые межледниковья! И тогда мы бы, возможно, наблюдали этих замечательных зверей и сейчас, хотя бы на отдаленных островах.

Однако в судьбу этих зверей вмешались древние охотники. Они приложили руку к уничтожению занимающих относительно ограниченную территорию мамонтов примерно так же, как их потомки в исторически недавнее время истребили многие островные популяции млекопитающих и птиц (стеллерова корова и птица додо — самые известные, но далеко не единственные примеры).

Для ответа на вопрос, почему вымерли мамонты, необходимо рассчитать, какой

урон популяции этих животных нанесло сокращение пригодных местообитаний (фактор климата) и какой урон — деятельность охотников. Скорее всего, два этих процесса — сокращение численности мамонтов под действием климата и из-за пресса охотников — происходили более или менее одновременно, однако и в этом случае предлагаемые расчеты имеют смысл.

Оценка смертности мамонтов под действием разных факторов требует построения соответствующих математических моделей. Как в отношении действия климата, так и в отношении пресса древних охотников первые такие модели уже построены [11]. Естественно, они являются предметом обсуждения и споров, и к полученным на их основе оценкам следует относиться с осторожностью.

ходок) крупным животным, населявшим огромные пространства Евразии.

Тем не менее не будем спешить с выводами. Вряд ли какие-то даже самые точные расчеты, проведенные сейчас или в будущем, позволят полностью исключить одну из причин. Ведь и для сайгака, который оказался в критической ситуации на наших глазах и в отношении которого мы располагаем неизмеримо большей информацией, ответ остается именно таким — неопределенным, возможным только в терминах вкладов. Причина этой неопределенности — множественность действующих в природе факторов, к которой добавляется неизбежная неполнота нашего знания, особенно о событиях далекого прошлого.

1. Еськов К. Ю. Удивительная палеонтология. М.: ЭНАС, 2008.
2. Красная книга СССР. Млекопитающие. Т. 1. М.: Лесная промышленность, 1984. С. 9–97.
3. Красная книга Российской Федерации. Млекопитающие. М.: АСТ/Астрель, 2001. С. 599–750.
4. Mallon D. P. Saiga tatarica // The IUCN Red List of Threatened Species. 2008. e.T19832A9021682. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T19832A9021682.en>
5. Milner-Gulland E. J., Bukreeva O. M., Coulson T., Lushchekina A. A., Kholodova M. V., Bekenov A. B., Grachev I. A. Reproductive collapse in saiga antelope harems // Nature. 2003. V. 422. P. 135.
6. Цутер Ш., Салемгареев А., Горбунов С. Трагедия в степях Казахстана. Массовая гибель сайгака: причины и перспективы // ТрВ-Наука. № 185. 2015. С. 10. <http://trv-science.ru/2015/08/11/tragediya-v-stepyakh-kazakhstan/#respond>
7. Varley G. C., Gradwell G. R. Key factors in population decline // J. Anim. Ecol. 1960. V. 29. P. 399–401.
8. Caswell H. 1989. Analysis of life table response experiments. I. Decomposition of effects on population growth rate // Ecol. Modell. 1989. V. 46. P. 221–237.
9. Polishchuk L. V., Popadin K. Y., Baranova M. A., Kondrashov A. S. A genetic component of extinction risk in mammals // Oikos. 2015. V. 124. P. 983–993.
10. Zimov S. A. Pleistocene park: Return of the mammoth's ecosystem // Science. 2005. V. 308. P. 796–798.
11. Nogués-Bravo D., Rodríguez J., Hortal J., Batra P., Araújo, M. B. Climate change, humans, and the extinction of the woolly mammoth // PLoS Biol. 2008. V. 6: e79.

ОБРАЗОВАНИЕ

Жив, жив Курилка...

В ТрВ-Наука № 193 мы обращали внимание коллег на довольно своеобразный бизнес, развиваемый на широком поле вузовских олимпиад, и высказывали осторожную гипотезу об «утечках» олимпиадных заданий в заведомо мошенническую коммерческую структуру [1]. Разумеется, такая мелочь, как публикация в газете, не могла остановить хорошо отлаженный процесс. Деятельность OlympiadsBiz продолжалась весь «сезон». А из последней рассылки стало понятно, что она вовсе не ограничивается олимпиадами.

В недавней рассылке речь идет о ДВИ — «дополнительном вступительном испытании», то есть уже о непосредственной части процесса нового прие-

ма (и довольно существенной). Адресатам сообщают, что «появились некоторые материалы, касающиеся ДВИ по математике в МГУ (15 июля)».

Все-таки очень любопытно узнать, как относится к этому бизнесу на территории МГУ руководство главного университета страны.

Мария Хрущева, Галина Цирлина

1. «Всё как у взрослых». <http://trv-science.ru/2015/12/08/vsjo-kak-u-vzroslykh/>

OlympiadsBiz

ДВИ по математике

09 июля 2016

В 45-ой рассылке важная информация по ДВИ по математике в МГУ (15 июля).

ДВИ по математике

Появились некоторые материалы, касающиеся ДВИ по математике в МГУ (15 июля).

dvi@olympiads.biz - почта для вопросов и бронирования. Материалы платные. Использование материалов обеспечит результат 90+.

Курсы подготовки к олимпиадам

Контакты