

# 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

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН,  
117071, Москва, Ленинский пр., 33, Россия*

Выдвигается концепция ключевой роли Восточно-Сибирской Арктики в истории тундростепной биоты. Кратко рассмотрена природная обстановка этого региона в эпоху последнего похолодания и основные особенности тундростепных сообществ и проблемы их интерпретации. Показано, что в эпохи глобальных потеплений климата (межледниковий) природные условия в Восточно-Сибирской Арктике отличались от современных (голоценовых), и ландшафты были более сходны с тундростепными, чем с современной тундрой или тайгой. Предполагается, что именно эти регионы обеспечивали выживание тундростепных сообществ и мамонтовой фауны во время межледниковий. Необратимое разрушение этих сообществ и вымирание мамонтов и их спутников произошло лишь тогда, когда этот регион подвергся радикальной природной перестройке на рубеже плейстоцена и голоцена. Хронология природных событий в Восточно-Сибирской Арктике на этом рубеже выявляет два критических этапа. Первый (12, 5—11 тыс. лет назад) интерпретируется как начало „нормального межледниковья“, имевшего аналоги в плейстоцене. Второй (11—8 тыс. лет назад) — как период необратимого распада тундростепной биоты.

*Палеоэкология, Арктика, Сибирь, плейстоцен, мамонты, тундростепи, вымирание, перестройка растительности, мерзлота*

## ENVIRONMENTAL RESTRUCTURING AT THE PLEISTOCENE/HOLOCENE BOUNDARY IN THE EAST SIBERIAN ARCTIC AND ITS ROLE IN MAMMALIAN EXTINCTION AND ESTABLISHMENT OF MODERN ECOSYSTEMS (Communication 1)

A.V.Sher

*Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences,  
Leninsky Pr., 33, 117071, Moscow, Russia*

A concept of primary role of the East Siberian Arctic in the history of tundra-steppe biota is forwarded. Environment of this region during the last cold stage is briefly considered. The main features of tundra-steppe communities and the problems of their interpretation are discussed. During the stages of global warming (interglacials) the East Siberian Arctic environment was different from the modern (Holocene) one. Interglacial landscapes in this region were more similar to the tundra-steppe ones, than to the modern tundra or taiga. It is suggested that just these regions ensured survival of tundra-steppe communities and mammoth fauna through the interglacials. Irreversible destruction of these communities and extinction of mammoth and other large herbivores happened only when this region was subjected to a radical environmental restructuring during the Pleistocene/Holocene transition. The chronology of environmental events at this boundary reveals two critical stages. The first (12,500 to 11,000 years ago) is interpreted as a beginning of a „normal interglacial“, similar to those occurred earlier during the Pleistocene. The second (11,000 to 8,000 years ago) — as a time of irreversible demise of the tundra-steppe biome.

*Paleoecology, Arctic, Siberia, Pleistocene, mammonths, tundra-steppe, extinction, vegetation restructuring, permafrost*

## ВВЕДЕНИЕ

Переход от плейстоцена к голоцену отмечен серией природных явлений, столь значительных по охвату компонентов биосферы и геосферы, по пространственному масштабу, по скорости происходивших изменений и по их глобальным последствиям, что всю совокупность этих явлений вполне можно назвать последней природной ка-

тастрофой в истории Земли. Глобальные и региональные климатические изменения, смена условий выветривания и осадконакопления, а также термического режима пород, радикальная перестройка растительности и животного мира — все эти явления прямо или косвенно связаны с окончанием ледникового периода, или плейсто-

цена. Хотя эти изменения в той или иной степени проявились по всему земному шару, особенно значительны их последствия были в умеренных и высоких широтах, в том числе и в тех регионах, где материковых ледников не было вообще.

Самый обширный из таких регионов — это север Восточной Сибири, между Таймыром и Чукотским полуостровом, где широчайшее развитие многолетней мерзлоты и различных типов подземных льдов было как бы своеобразной формой проявления плейстоценового оледенения.

В этом регионе был наиболее ярко выражен своеобразный плейстоценовый природный комплекс, неизменными элементами которого были холодный и сухой резко континентальный климат, специфический криогенный тип выветривания, повсеместно развитая многолетняя мерзлота и синкриогенное осадконакопление. Растительный покров представлял собой мозаичное чередование разнообразных, но по преимуществу травянистых ассоциаций, состоявших из арктических (тундровых), бореальных и степных видов. Эта растительность, не имеющая полных современных аналогов и обычно называемая тундростепью, поддерживала разнообразную фауну крупных травоядных млекопитающих и связанных с ними хищников. Тундростепной природный комплекс возник в этом регионе еще в конце плиоцена. В эпохи оледенений характерные для него сообщества и фауны расселялись далеко к югу в умеренные широты. Тундростепная биота существовала до самого начала голоцена; одновременно с ее распадом вымирают многие крупные звери, такие как мамонт, волосатый носорог, пещерный лев и другие.

Широко распространено представление, что голоцен — это всего лишь еще одно межледниковье, каких было немало в истории плейстоцена, причем не самое теплое, и дальнейшее развитие природной обстановки может пойти по обычному сценарию плейстоценовых межледниковий, то есть перейти к следующему ледниковому циклу. Это представление входит в противоречие с фактами, свидетельствующими о необратимости плейстоцен/голоценовой перестройки, и прежде всего с исчезновением с лица Земли (или отдельных континентов) целого ряда представителей „мамонтной фауны“, всего 12–15 тыс. лет назад имевших огромные ареалы и процветавших в суровых условиях плейстоценового климата.

Дискуссии о причинах вымирания мамонтов и других крупных плейстоценовых животных ведутся уже много лет [Будыко, 1967]; см. также

обзоры [Пучков, 1991—1994; Martin et al., 1984]. Две основные концепции можно назвать „климатической“ (вымирание в силу изменений природных условий) и „антропогенной“ (истребление человеком). В арсенале сторонников того, что эти животные истреблены первобытными людьми, немало различных аргументов, ни один из которых, впрочем, не защищен на 100 % от критики оппонентов [Marshall, 1984]. На стороне приверженцев климатической концепции — вся совокупность реальных знаний о характере и масштабе перестройки климата и растительности на рубеже плейстоцена и голоцена. Есть, однако, один вопрос, на который они до последнего времени не могли убедительно ответить [Stuart, 1991]: если главной причиной вымирания были климатические и ландшафтные изменения на границе последней ледниковой эпохи и голоцена, то как удалось крупным плейстоценовым животным пережить предыдущие межледниковья, столь сходные с современным (голоценовым) межледниковьем, а иногда даже более ярко выраженные? Таким образом, вопрос о степени сходства между голоценом и плейстоценовыми межледниковьями становится ключевым в дискуссии о причинах вымирания животных мамонтовой фауны.

Цель настоящего сообщения — попытаться ответить на этот вопрос с привлечением новейших материалов, свидетельствующих, с нашей точки зрения, в пользу уникальности плейстоцен/голоценовой перестройки и коренном отличии ее от более ранних переходных фаз от оледенений к межледниковьям. Мы намеренно ограничиваем наши рассуждения одним регионом — севером Восточной Сибири, который, как мы предполагаем, играл особую роль в истории плейстоценовой фауны.

### ПРИРОДНЫЙ КОМПЛЕКС ЭПОХИ ПОСЛЕДНЕГО ПОХОЛОДАНИЯ В ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЙ АРКТИКЕ

Всего 13—15 тыс. лет назад природная обстановка в Восточно-Сибирской Арктике весьма существенно отличалась от современной. Уровень океана был на 50—60 м ниже современного, и практически весь шельф был открыт, что в еще большей степени увеличивало и без того высокую континентальность климата региона. Ледники формировались только на наиболее высоких горах; на равнинах оледенение отсутствовало\*. На них почти повсеместно шло накопление высоко насыщенного льдом синкриогенных осадков едомной формации. Несмотря на много-

\* Недавно мы показали, что гипотеза о существовании обширного оледенения на Арктическом шельфе к востоку от Таймыра, развиваемая М.Гроссвальдом и Т.Хьюзом, не имеет под собой оснований [Sher, 1995].

летние дискуссии о механизме и условиях образования этих осадков, едва ли сейчас кто-нибудь сомневается в том, что их формирование было тесно связано со специфическими условиями климата, выветривания и осадконакопления, существовавшими на севере Сибири в плейстоцене; практически можно считать доказанным сложный полигенетический генезис едомных отложений. Природная обстановка, соответствующая этим условиям, маркируется в пыльцевых спектрах доминированием пыльцы травянистых растений, иногда с высоким содержанием спор *Selaginella sibirica* и *Bryales*. Растительный покров реконструируется как мозаика травянистых ассоциаций различного типа — от криофитностепных до сухих луговых и тундровых, существовавших на достаточно сухом субстрате в условиях низкотемпературной многолетней мерзлоты. Лиственница, по-видимому, образовывала небольшие рощи на участках с повышенным увлажнением, как это наблюдается сейчас в резко континентальной индигирской „лесостепи“ [Юрцев, 1981]. Сообщества ископаемых насекомых, обнаруживаемые в этих отложениях, не имеют современных аналогов. В пределах одной территории существовали виды широкого экологического диапазона — обитатели тундровых биотопов (различных по увлажненности, но преимущественно сухих), жители сухих пространств с разреженной растительностью, и, наконец, обитатели современных зональных степей; лесные (таежные) виды практически отсутствуют\*. Этот характерный природный комплекс в отечественной литературе называют тундростепным, и он представляет наиболее яркий пример сообществ, не имеющих полных современных аналогов [Шер, 1990], или безаналоговых сообществ (поп-analogue assemblages американских авторов). Именно с ним связано процветание фауны крупных травоядных на обширных пространствах северной Евразии, хотя пастбищная продуктивность тундростепи остается предметом дискуссии.

До конца не выясненными остаются и другие вопросы реконструкции природно-климатической обстановки, в которой существовала тундростепная биота. Например, можно считать доказанным, что обитание степных видов насекомых и растений было невозможно без весьма интенсивного летнего прогрева почвы при ее зна-

чительной сухости [Берман и др., 1993]. При этом не обязательно допускать высокие температуры воздуха. Малая облачность и большая прозрачность атмосферы, свойственные ультраконтинентальному климату, способствовали повышению инсоляции. При наличии травянистого растительного покрова, теплоизолирующие свойства которого значительно ниже, чем у моховой дернины, почва прогревалась очень интенсивно. Однако эти же условия должны были вести к значительному увеличению мощности слоя сезонного оттаивания и его большой сухости, по крайней мере, в верхних слоях, что не вполне согласуется с представлениями ряда исследователей о формировании высокольдистой синкриогенной толщи едомной формации.

Для объяснения отсутствия древесной растительности в тундростепях часто постулируется интенсивная ветровая деятельность. Однако при тех исключительно низких зимних температурах, которые реконструируются по геокриологическим параметрам позднеплейстоценовых осадков, сильные зимние ветры были бы просто смертельны для всего живого, и в первую очередь для крупных млекопитающих. Кроме того, такое предположение плохо совместимо с предполагаемой стабильностью глубокого антициклонального режима в зимнее время, без которого трудно представить себе столь низкие температуры горных пород.

При обсуждении этих вопросов важно помнить, что широкое распространение позднеплейстоценовых льдонасыщенных синкриогенных отложений едомной формации является таким же твердо установленным фактом, как то, что именно с этими отложениями связаны многочисленные остатки крупных травоядных млекопитающих, степных и ксерофильно-тундровых насекомых и „травянистые“ спорово-пыльцевые спектры. Игнорирование хотя бы одного из этих компонентов едва ли может привести к успешному решению проблемы.

Тундростепные сообщества часто называют „перигляциальными“, однако даже при самом широком толковании последнего термина, это вряд ли можно считать удачным. Перигляциальные в узком смысле (приледниковые) условия возникали под непосредственным влиянием ледниковых покровов по их периферии и имели конвергентное сходство с тундростепными. Воз-

\* Хотя большинство найденных степных насекомых и сейчас входят в фауну севера Сибири, их распространение локализовано в небольших экстразональных местообитаниях степного облика к югу от 68 с.ш., в то время как их основные ареалы лежат много южнее, в степях юга Сибири и Монголии. Несомненно, что на севере они сохранились как реликты плейстоцена, когда все эти виды были значительно шире распространены в Арктике. Среди видов, связанных с участками с разреженной растительностью, для плейстоценовых сообществ рассматриваемого типа особенно характерен один вид нелетающего жука-пиллюльщика, *Morychus viridis*, остатки которого часто доминируют в ископаемой фауне. Сейчас он обитает в северо-восточной Сибири на исключительно сухих и почти лишенных растительности участках с огромным диапазоном температуры почв [Берман, 1990].

можно, что в силу этого сходства в освоении перигляциальной (приледниковой) зоны могли принимать участие и тундростепные сообщества. Однако последние были продуктом не материковых оледенений, а похолодания климата в континентальных условиях высоких широт, поэтому они существовали более стабильно, чем перигляциальные. Тундростепные сообщества возникли в Восточно-Сибирской Арктике более 1,5 млн лет назад [Sher, 1993], и их история прослеживается до самого конца плейстоцена. Почему они распались только в голоцене, и как они могли сохраниться во время плейстоценовых глобальных потеплений климата, которые, как это принято считать, были аналогичны голоцену или даже более ярко выраженными?

### БЫЛИ ЛИ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЕ МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ ИДЕНТИЧНЫ ГОЛОЦЕНУ?

На примере последнего межледниковья (ипсвичского-эемского-микулинского-казанцевского) хорошо видно, насколько по-разному сказывалось глобальное потепление климата на регионах Евразии, в разной мере удаленных от Атлантики. На Британских о-вах в оптимальной фазе межледниковья жили бегемоты, носороги-дицерорины, лани, „лесные“ слоны, первобытные туры, пятнистые гиены. В это время здесь нет не только арктических, но и большинства широко распространенных степных видов; из самых заметных отсутствуют даже мамонты и лошади. Эемские фауны Германии близки к британским, но в них уже нет бегемотов, туров, зато обильны лошади и появляются хомяки [Stuart, 1982]. „Остепнение“ фаун еще более заметно в Восточной Европе. Микулинские фауны мелких млекопитающих Литвы и Белоруссии еще содержат ряд лесных элементов, но во всех них присутствуют (а иногда и весьма обильны) лемминги, что придает этим фаунам необычный характер по сравнению с современной фауной этого региона [Мотузко, 1989].

В Европейской России лишь самые северные микулинские местонахождения, в районе Ярославля и Владимира, считаются „лесными“ по составу грызунов [Маркова, 1985]. Южнее и восточнее участие лесных элементов быстро сокращается, и в фаунах доминируют степные виды. Интересно в этом отношении одно из немногих местонахождений крупных млекопитающих в Европейской России, относимых к микулинскому межледниковью — фауна Шкурлат в Воронежской области. Она сопоставляется с эемскими фаунами Европы по присутствию продвинутой формы „лесного“ слона [Алексеева, 1980]. В целом же шкурлатская фауна включает набор крупных травоядных, типичный для „леднико-

вых“ фаун — мамонт, волосатый носорог, бизон, лошадь. Нет „лесных“ форм и среди грызунов.

В Западной Сибири к казанцевскому межледниковью может относиться фауна мелких млекопитающих Ярсина на Иртыше [Смирнов и др., 1986]. В ней присутствуют отдельные виды, которые могут считаться лесными, но в целом доминируют тундровые и степные формы (лемминги, полевки, в том числе субарктические, степные пеструшки). Примечательно, что по палинологическим данным границы растительных зон в это время смешались в данном районе к северу на 500—700 км. Фауна Красный Яр на Оби у Новосибирска собрана в слоях с обильным растительным детритом и древесными остатками, относимых к последнему межледниковью [Васильев, 1995]. Как и в обычных („ледниковых“) фаунах, в ней преобладают остатки бизонов и лошадей, много костей волосатого носорога. Не совсем обычен только комплекс оленей, в котором много остатков гигантского и благородного оленей, лося, и отсутствует северный олень.

За этими редкими исключениями, фауны млекопитающих, достоверно относимые к казанцевскому межледниковью, в умеренных широтах Сибири не известны [Вангенгейм, 1977]. Более того, здесь вообще не известны фауны, которые можно было бы назвать „межледниковыми“ или „лесными“ по их составу. Это находится в очевидном противоречии с выводами палинологов о широком распространении лесных сообществ в межледниковья, в частности, в казанцевское. Можно, конечно, пытаться объяснить это противоречие неблагоприятными для сохранения костей тафономическими условиями в лесных биотопах. Однако показанный выше градиент „остепенения“ межледниковых фаун с запада на восток свидетельствует в пользу другого предположения: в континентальной обстановке „межледниковые“ фауны умеренных широт по составу практически не отличались от „ледниковых“ и представляли собой лишь небольшие вариации обычного тундростепного комплекса.

В еще большей степени постоянство состава фауны в периоды глобальных похолоданий и потеплений было, вероятно, свойственно Восточно-Сибирской Арктике. Несмотря на многолетние поиски, здесь не удалось найти фаун явно „межледникового“ характера (т.е. включающих какие-либо южные виды, не известные из „холодных“ фаун этого региона). Более того, в тех редких случаях, когда ископаемые остатки млекопитающих были собраны непосредственно в слоях с „теплой“ пылью, как в разрезе Аччагый-Аллаиха на нижней Индигирке [Каплина и др., 1980], по набору видов они не отличались от тех, что собраны в подстилающих и перекрывающих отложениях с типичными тундростепными пыльцевыми спектрами.

Плейстоценовые „лесные“ фазы в Сибирской Арктике обычно выделяются по возрастанию доли пыльцы древесных и кустарниковых растений, которой в тундростепных спектрах, как правило, очень мало. Эти растения не являются „экзотами“; как правило, это различные березы, ольховник, реже ольха, иногда кедровый стланик и очень небольшое количество пыльцы лиственницы. Хотя идентификация древовидных, кустарниковых и кустарничковых берез представляет известную проблему в палинологии, присутствие древовидной березы часто подтверждается находкой ее макроостатков (стволы, кора). Иногда в этих отложениях находят редкие макроостатки лиственницы, но в целом карпологические спектры состоят из арктических и гипоарктических видов, обычных в тундре или северной лиственничной тайге.

Эти палеоботанические данные обычно интерпретируются как свидетельство распространения лесотундровых или северотаежных растительных сообществ, весьма сходных с теми, что существуют в этой части Сибири сегодня, иными словами, как сообщества, имеющие полные современные аналоги (full analogue assemblages). Сравнение большой коллекции современных пыльцевых спектров гипоарктических лиственничных лесов и гипоарктических, или южных, тундр северо-восточной Сибири с ископаемыми спектрами не подтверждает такую трактовку. Ископаемые спектры, даже наиболее близкие по структуре и основным доминантам к современным, имеют от них существенные отличия, заставляющие предполагать иной ценоотический строй растительных сообществ прошлого [Шер, 1988]. Так, содержание спор сфагновых мхов в плейстоценовых спектрах практически никогда (кроме как в сфагновых торфяниках) далеко не достигает тех величин, которые характерны для современных спектров гипоарктической лиственничной тайги. В плейстоценовых „лесных“ спектрах пыльца древовидных берез преобладает над кустарниковыми. В то же время содержание пыльцы лиственницы в „лесных“ спектрах обычно ничтожно мало, а относительно более высокие содержания ее приурочены к спектрам с господством травянистых растений. Таким образом, основными древесными породами „лесных“ фаз плейстоцена оказываются древовидные березы, а лиственница тяготеет к более травянистым, порой ксерофитным сообществам, где ей не сопутствует характерное для современной лиственничной тайги обилие кустарничков и доминирование сфагнов.

Эти отличия плейстоценовых „лесных“ спектров от современных носят принципиальный характер и позволяют высказать предположение, что растительность „лесных“ фаз плейстоцена не имеет современных аналогов в этом регионе. Безусловно, лиственница существовала как вид, но она не образовывала уникальную монодоми-

нантную лесную формацию, столь характерную сегодня для восточно-сибирской Гипоарктики [Юрцев, 1966]. По-видимому, растительность этих фаз следует скорее интерпретировать как березовое редколесье с кустарниками и травами или роши, чередующиеся с травянистыми ассоциациями, при умеренном распространении болот. Наземный растительный покров, вероятно, имел значительно более богатую травянистую составляющую, чем современная тайга с ее мохово-лишайниково-кустарничковым покровом, мало пригодным для поддержания популяций травоядных.

Наша интерпретация пыльцевых спектров „лесных“ фаз подтверждается результатами изучения ископаемых сообществ насекомых, полученных из тех же самых слоев. В „межледниковых“ фаунах насекомых севера Восточной Сибири доминируют виды степных местообитаний, сухих луговых и тундровых биотопов и сухих участков с разреженным растительным покровом. Виды, связанные с мезоморфными биотопами (сырые тундры и луга), значительно менее обильны, а виды, жестко связанные с древесными растениями, весьма редки [Каплина и др., 1980; Киселев, 1981; Шер и др., 1979]. Тем самым, эти сообщества насекомых принципиально не отличаются от тундростепных сообществ, не имеющих полных современных аналогов, и по существу также являются безаналоговыми. Подобный вывод позволяет понять отмечавшуюся ранее [Киселев, 1981] устойчивость существования тундростепных группировок насекомых на протяжении плейстоцена.

Таким образом, „межледниковая“ растительность северо-восточной Сибири не была аналогична современной. Для ее детальной реконструкции еще нужна большая работа по комплексному палеоэкологическому анализу, в первую очередь по переоценке палинологических данных. Очевидно, однако, что эта растительность, хотя и отличалась от тундростепной растительности холодных фаз в сторону некоторой большей мезофильности и участия деревьев и кустарников, но в значительно меньшей степени, чем, например, межледниковая растительность в Европе отличалась от приледниковой. Мы предполагаем, что в эпохи глобальных потеплений в Арктике сохранялись пастбищные экосистемы, хотя они и претерпевали некоторые изменения. Только так можно объяснить устойчивость и преемственность плейстоценовых фаун млекопитающих и насекомых тундростепного типа, проходивших через различные климатические фазы без принципиальных изменений.

Если этот вывод верен, то тогда легко представить себе, что континентальные равнины Восточно-Сибирской Арктики обеспечивали сохранность тундростепных видов и сообществ даже в самые неблагоприятные для этих сообществ фазы плейстоценового климата. В межледниковья популяции тундростепных видов на юге и

западе Евразии исчезали, но сохранение их на северо-востоке обеспечивало быстрое восстановление прежних ареалов, как только природная обстановка возвращалась в исходное („ледниковое“) состояние. В Европе хорошо известны повторные появления некоторых тундростепных видов, коррелируемые с динамикой климата и растительности [Kahlke, 1992].

Из этого не следует, что в каждое межледниковье все характерные тундростепные виды „откатывались“ из Европы до самой Колымы. Картина динамики ареалов, несомненно, была более сложной, и разные виды по-разному реагировали на изменение климата и растительности. Мы еще недостаточно знаем, что происходило с Великим Сибирским таежным поясом в эти фазы. Считается, что в фазы ледниковий он не существовал, и это обеспечивало единые („гиперзональные“) ареалы крупных травоядных. Восстанавливался ли он в межледниковья, и если да — то в современном ли виде, или там тоже появлялись какие-то сообщества, не столь неблагоприятные для травоядных, как современная тайга? Эти вопросы еще предстоит выяснить, но наша гипотеза предлагает простой и ясный ответ на вопрос: почему крупные травоядные не вымирали в предыдущие межледниковья. Их вымирание произошло только тогда, когда обширная территория северо-восточной Сибири, поддерживавшая их выживание, сама подверглась радикальным природным изменениям.

### ХРОНОЛОГИЯ ПЕРЕСТРОЙКИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ВЫМИРАНИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Из всех вымерших млекопитающих наиболее подробно документирована история мамонта,

основанная на большой коллекции радиоуглеродных датировок (около 150), полученных непосредственно по костным остаткам. Эта коллекция состояла в основном из дат, полученных Л.Д. Сулержицким в лаборатории ГИН; в 1989 г. автор дополнил ее опубликованными данными других лабораторий. Позднее она была частично опубликована Э. Стюартом [Stuart, 1991], А.В. Лавровым и Л.Д. Сулержицким [Лавров и др., 1992] и, наконец, самим Л.Д. Сулержицким [Сулержицкий, 1995]. Анализ этой коллекции [Sher, 1992] показал, что время широчайшего распространения мамонтов, когда они населяли практически весь умеренный пояс Евразии и ее высокие широты, кончилось примерно 12,5 тыс. лет назад (некалиброванный радиоуглеродный возраст). Около этого времени мамонты быстро исчезают везде, кроме высоких широт Сибири. Надежные датировки моложе 12 тыс. лет известны только из Сибирской Арктики, причем севернее 70 с.ш. (Ямал, Гыдан, Таймыр, Нижняя Индигирка), включая о-ва Северной Земли и о. Врангеля (рис. 1).

Верхний предел этой группы дат по всей Арктике, кроме о-ва Врангеля, лежит около 9,6 тыс. лет назад, определенно указывая на то, что к 9 тыс. лет назад мамонты вымерли везде, кроме одного острова, на котором реликтовая популяция мамонтов сохранилась по крайней мере до 3,7 тыс. лет назад [Vartanyan et al., 1993]. Этот сценарий, который назван „моделью вымирания с отступлением к северу“ [Sher, 1994], выявляет два критических периода в истории ареала мамонта: около 12,5 и около 9,5 тыс. лет назад. Рассмотрим, что происходило в это время с природной средой северо-восточной Сибири.

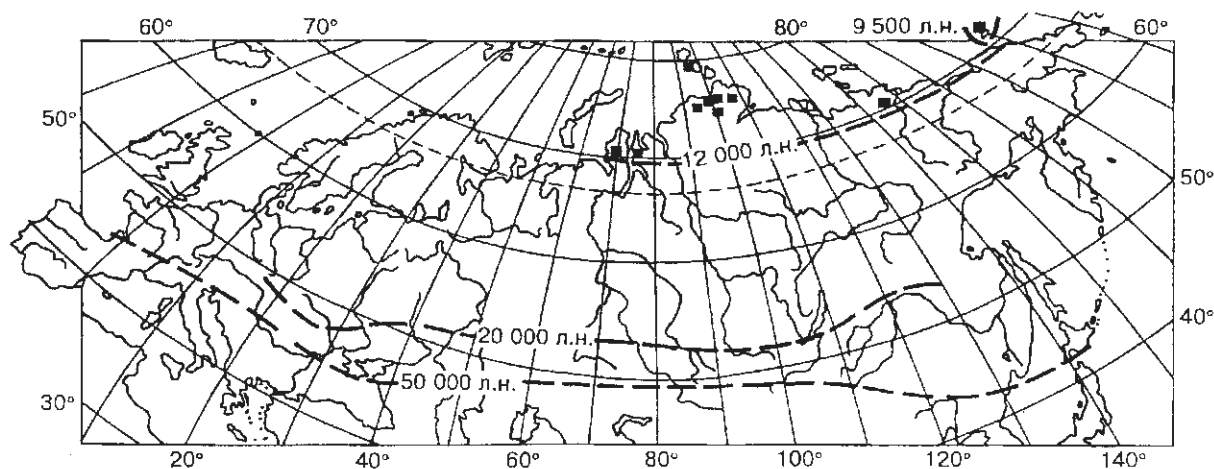


Рис. 1. Южная граница распространения мамонта на разных этапах позднего плейстоцена.

Черными квадратами отмечены местонахождения, где остатки мамонта имеют радиоуглеродный возраст 12 тыс. лет и моложе. Границы для 50 и 20 тыс. лет назад — по [Soffer, 1993], с изменениями в пределах Восточной Сибири и Китая.

ПРИРОДНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА



Рис. 2. Схема природных событий на северо-востоке Сибири во время перехода от плейстоцена к голоцену (а) и динамика ареала мамонта (б).

1 — динамика активности термокарста; 2 — накопление едомных толщ; 3 — спорово-пыльцевые спектры с господством трав; 4 — распространение кустарников; 5 — распространение древовидной березы; 6 — растительность современной тундры.

Тундростепной природный комплекс просуществовал на севере Восточной Сибири почти до 13—12,5 тыс. лет назад, когда начали происходить очень быстрые изменения, которые можно условно разделить на несколько фаз (рис. 2, а).

Фаза I (примерно от 12,5 до 11 тыс. лет назад). Накопление едомных отложений практически прекращается около 12,5—12,0, что само по себе представляет важный климатический сигнал. В это же время в палиноспектрах резко сокращается доля пыльцы травянистых и возрастает доля кустарников. Эта смена, как правило, носит весьма резкий характер в большинстве пыльцевых колонках; имеются данные, указывающие на то, что сходная перестройка растительности происходила почти одновременно, около 12,5 тыс. лет назад, на обширной территории от побережья Восточно-Сибирского моря и Чукотки до верховьев Колымы [Ложкин и др., 1995; Ложкин и др., 1995а]. По личному сообщению А.В. Ложкина (январь 1997), текущие результаты российско-американских исследований по донным отложениям озер в разных регионах северо-востока Сибири позволяют провести этот рубеж 12,4—12,3 тыс. лет назад. После этого времени уже не известны тундростепные комплексы насекомых, кроме как в некоторых специфических местообитаниях. В интервале между 12,3 и 11,0 тыс. лет назад в различных районах Восточно-Сибирской Арктики отмечаются начальные проявления термокарста на поверхности льдонасыщенных пород едомы [Sher, 1992]. Расширение площадей, занятых древесно-кустарниковой

растительностью за счет тундростепных сообществ, было по всей вероятности, еще более заметным в более южных районах Сибири.

Важные изменения в пространственном распределении крупных млекопитающих приходятся как раз на это время. Происходит быстрое исчезновение популяций мамонтов во внеарктическом пространстве; этот вид как бы „отступает“ в высокую Арктику (см. рис. 2, б). Повидимому, в это же время из северо-восточной Сибири исчезают („отступают“ к югу) и некоторые другие тундростепные виды, например, сайга.

Представляется, что эту первую фазу перестройки природных условий на севере можно рассматривать как развитие „нормальных межледниковых условий“. Популяции мамонтов все еще были способны выживать на огромном пространстве материковой Арктики к северу от 70° с.ш. и на шельфовых островах. Хотя некоторые популяции (например, берелехская) испытывали заметное сокращение размеров тела, в целом вид был, по-видимому, в хорошем состоянии и имел достаточно высокую численность. Это означает, что условия первой фазы, по крайней мере, в Арктике, не были губительными для мамонтов, и вероятно, некоторых других травоядных. Другими словами, если бы в это время климатическая тенденция сменилась на противоположную, и условия бы стали вновь благоприятны для существования тундростепей, мамонты вполне могли снова расселиться в более низкие широты.

Фаза II (примерно от 11 до 8 тыс. лет назад). Около 10—10,5 тыс. лет назад проис-

ходит второй важный сдвиг в условиях среды, основным проявлением которого был катастрофический по своим масштабам всплеск термокарста, приведший к формированию множества озер. Возраст этого события определяется по многочисленным радиоуглеродным датам, полученным из основания осадков, выполняющих бывшие озерные котловины [Каплина и др., 1979]. Большинство этих датировок попадает в интервал от 9,5 до 8,5 тыс. лет назад, что означает, что к 9,5 тыс. лет назад котловины уже существовали. Вместе с тем залегание этих осадков непосредственно на протаявших отложениях едомы (таберальных) свидетельствует, по мнению Т.Н.Каплиной [Каплина, 1981], что формирование котловин происходило незадолго до этого, в узком интервале времени на рубеже плейстоцена и голоцена.

Между 9,5 и 8 тыс. лет назад распространение древесно-кустарниковой растительности достигает максимума. Древовидная береза расселяется далеко к северу, в том числе и на арктические острова (о-в Котельный). Нет данных, указывающих на то, что вслед за березой на север распространялась лиственница или другие хвойные породы. Таким образом, раннеголоценовые сообщества также не имеют современных аналогов в этом регионе. Это был последний раз, когда в Арктике существовала растительность, отличная от современной тундры. Многие исследователи интерпретируют данный период (9,5—8 тыс. лет назад) как термический оптимум голоцена в данном регионе [Решения..., 1987]. Короткая вспышка раннеголоценового облесения Арктики заканчивается около 8 тыс. лет назад или чуть позднее.

Очевидно, что в фазу II происходила коренная перестройка северных ландшафтов. На еще недавно относительно сухой поверхности равнин появляются миллионы термокарстовых озер, широко распространяются болота. В растительном покрове отмечается обилие кустарниковых и кустарничковых ассоциаций. Эта перестройка охватывает практически все арктические равнины и территории островов. То, что именно на этот период приходится почти повсеместное вымирание мамонтов, после 9,5 тыс. лет назад сохранившихся только в рефугиуме на о-ве Врангеля, определенно указывает на окончательное исчезновение кормовых угодий этого вида и других крупных травоядных.

Фаза III (от 8 тыс. лет назад и позднее). Эту фазу можно назвать временем становления в Арктике современной растительности. Признаки снижения активности термокарста и спорово-пыльцевые данные указывают на похолодание климата. Считается, что растительность окончательно принимает современный облик около 6—5 тыс. лет назад [Каплина, 1981].

Итак, критическим для мамонтов и других плейстоценовых травоядных оказался очень небольшой по продолжительности (всего 1,5—2 тыс. лет) эпизод активизации термокарста и экспансии древесно-кустарниковой растительности. Почему же развитие природной обстановки в Арктике после 11 тыс. лет назад не последовало обычному „межледниковому сценарию“, а привело к необратимым последствиям? Ответ, как нам кажется, следует искать в истории одного из важнейших компонентов природной среды этого региона — Северного Ледовитого океана, к которой мы обратимся в следующем, заключительном сообщении.

Статья написана при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 95-04-12816).

### Литература

- Алексеева Л.И. Особенности териокомплекса последнего межледниковья Русской равнины // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1980, т. 93, с. 68—74.
- Берман Д.И. Современные местообитания жука-пилюльщика *Morychus viridis* (Coleoptera, Vyrthidae) и реконструкция природной среды плейстоцена на Северо-Востоке СССР // ДАН СССР, 1990, т. 310, № 4, с. 1021—1023.
- Берман Д.И., Алфимов А.В. Микроклиматическая обусловленность существования степных экосистем в Субарктике северо-востока Азии // Бюл. Моск. об-ва испыт. природы, отд. биол., 1993, т. 98, № 3, с. 118—128.
- Будыко М.И. О причинах вымирания некоторых животных в конце плейстоцена // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1967, № 2, с. 28—36.
- Вангенгейм Э.А. Палеонтологическое обоснование стратиграфии антропогена Северной Азии (по млекопитающим). М., Наука, 1977, 172 с.
- Васильев С. Фауна млекопитающих последнего межледниковья Новосибирского Приобья // Цитология, 1995, т. 37, № 7, с. 604—605.
- Каплина Т.Н. История мерзлых толщ северной Якутии в позднем кайнозое // История развития многолетнемерзлых пород Евразии. М., Наука, 1981, с. 153—181.
- Каплина Т.Н., Ложкин А.В. Возраст аласных отложений Приморской низменности Якутии // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1979, № 2, с. 69—76.
- Каплина Т.Н., Шер А.В., Гитерман Р.Е. и др. Опорный разрез плейстоценовых отложений на реке Аллаихе (низовья Индигирки) // Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода АН СССР, М., Наука, 1980, № 50, с. 73—95.
- Киселев С.В. Позднекайнозойские жесткокрылые северо-востока Сибири. М., Наука, 1981, 116 с.
- Лавров А.В., Сулержицкий Л.Д. Мамонты: радиоуглеродные данные о времени существования // Вековая динамика биогеоценозов. X Чтения памяти академика В.Н.Сукачева. М., Наука, 1992, с. 46—51.
- Ложкин А.В., Андерсон П.М., Эйсер У.Р. и др. Новые палинологические и радиоуглеродные данные об эволюции растительного покрова Западной Берингии в позднем плейстоцене и голоцене // Эволюция климата и растительности Берингии в позднем кайнозое. Магадан, СВ КНИИ ДВО РАН, 1995, с. 5—24.
- Ложкин А.В., Андерсон П.М., Брубекер Л.Б., Прохорова Т.П. Первые результаты палинологического анализа осадков ледниковых озер Чукотки // Докл. РАН, 1995а, т. 342, № 4, с. 540—542.



- Маркова А.К.** Микротериофауна микулинского межледниковья (по материалам Русской равнины) // ДАН, 1985, т. 284, № 3, с. 718—721.
- Мотузко А.Н.** Возможности использования фауны мелких млекопитающих для стратиграфии верхнеплейстоценовых отложений // Четвертичный период. Палеонтология и археология. Кишинев, Штиинца, 1989, с. 44—52.
- Пучков П.В.** Некомпенсированные юрмские вымирания. Сообщения 1—6 // Вестник зоологии, 1991, № 5, с. 45—53; 1992, № 1, с. 58—66; 1992, № 4, с. 73—81; 1993, № 1, с. 63—72; 1994, № 2, с. 65—73.
- Решения Межведомственного стратиграфического совещания по четвертичной системе Востока СССР (Магадан, 1982)** // Объяснительные записки к региональным стратиграфическим схемам четвертичных отложений Востока СССР. Магадан, СВ КНИИ ДВО АН СССР, 1987, 241 с.
- Савинов Н.Г., Большаков В.Н., Бородин А.В.** Плейстоценовые грызуны Севера Западной Сибири. М., Наука, 1986, 145 с.
- Сувержацкий Л.Д.** Черты радиоуглеродной хронологии мамонтов (*Mammuthus primigenius*) Сибири и севера Восточной Европы // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1995, т. 265, с. 163—183.
- Шер А.В.** Среда обитания плио-плейстоценовых млекопитающих северо-восточной Сибири // Стратиграфия и корреляция четвертичных отложений Азии и Тихоокеанского региона // Тез. Междунар. симп., т. 2, Находка, 1988, с. 78—79.
- Шер А.В.** Актуализм и дисконформизм в изучении экологии плейстоценовых млекопитающих // Журн. общ. биологии, 1990, т. 51, № 2, с. 163—177.
- Шер А.В., Каплина Т.Н., Гитерман Р.Е. и др.** XIV Тихоокеанский научный конгресс: Путеводитель научной экскурсии по проблеме „Позднекайнозойские отложения Колымской низменности“. Тур XI. М., Наука, 1979, 117 с.
- Юрцев Б.А.** Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры // XIX Комаровские чтения. М.—Л., Наука, 1966, 194 с.
- Юрцев Б.А.** Реликтовые степные комплексы Северо-Восточной Азии. Новосибирск, Наука, 1981, 168 с.
- Kahlke R.D.** Repeated immigration of Saiga into Europe // Courier Forsch.-Inst. Senckenberg. Frankfurt/Main, 1992, vol. 153, p. 187—195.
- Marshall L.G.** Who killed Cock Robin?; an investigation of the extinction controversy // Quaternary Extinctions: a Prehistoric Revolution / P.S. Martin, R.G. Klein, Eds. Tucson, Univ Arizona Press, 1984, p. 785—806.
- Quaternary Extinctions: a Prehistoric Revolution / Martin P.S., Klein R.G., Eds.** Tucson, Univ Arizona Press, 1984, 892 p.
- Sher A.V.** Biota and climate in Arctic Northeast Siberia during the Pleistocene/Holocene transition // The 22nd Arctic Workshop. Boulder, 1992, p. 125—127.
- Sher A.** Global change at the Arctic crossroads: current problems of the Late Cenozoic of Beringia // Bipolar Perspective on Processes and Records of Environmental Change // The 23rd Arctic Workshop. Columbus, 1993, p. 70.
- Sher A.** Pleistocene extinctions: how dwarfed mammoths escaped the net // Neogene and Quaternary mammals of the Palaearctic. Krakow, 1994, p. 63—65.
- Sher A.** Is there any real evidence for a huge shelf ice sheet in East Siberia? // Quatern. International, 1995, vol. 28, p. 39—40.
- Soffer O.** Upper Paleolithic adaptations in central and eastern Europe and man-mammoth interactions // From Kostenki to Clovis: Upper Paleolithic — Paleo-Indian adaptations / O. Soffer and N.D. Praslov, Eds. New York, Plenum Press, 1993, p. 31—49.
- Stuart A.J.** Pleistocene vertebrates of the British Isles. London, Longman, 1982, 212 p.
- Stuart A.J.** Mammalian extinctions in the late Pleistocene of Northern Eurasia and North America // Biol. Rev., 1991, vol. 66, p. 453—562.
- Vartanyan S.L., Garutt V.E., Sher A.V.** Holocene dwarf mammoths from Wrangel Island in the Siberian Arctic // Nature, 1993, vol. 362, p. 337—340.

Поступила в редакцию  
14 февраля 1997