

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Лещинского Сергея Владимировича «Вымирание шерстистого мамонта (*Mammuthus primigenius*) как отражение глубоких абиотических изменений в экосистемах Северной Евразии в конце плейстоцена – голоцене» на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.02 – Палеонтология и стратиграфия

Диссертация С.В. Лещинского посвящена одной из наиболее обсуждаемых научных загадок недавнего прошлого - причинам массовой гибели и вымирания крупных млекопитающих в плейстоцене – голоцене, хронологически и территориально связанной с эволюцией человека.

Актуальность. Причины гибели плейстоценовой фауны до настоящего времени остаются дискуссионными, а их определение имеет не только фундаментальное значение, но и практическое - для выявления закономерностей развития фауны и адаптации биосферы к изменениям природных условий и климата. Дискуссионные версии вымирания плейстоценовой фауны - антропогенные, климатически обусловленные и катастрофические связаны с разобщенностью исследований мамонтов, по разным научным дисциплинам - геологии и палеонтологии, археологии, биологии и экологии, геохимии и, в последнее время, медицины. Для определения причин гибели назрела необходимость переоценки условий обитания мамонтов, захоронения и преобразования с учетом новых данных о возрасте и патологиях костных останков, климатических и геодинамических событиях в Евразии на основе комплексного междисциплинарного анализа.

Личный вклад. Автором самостоятельно поставлены цель и задачи исследований, фактический материал работы собран за 25 лет в экспедициях и коллекциях музеев Евразии лично автором или при его участии. Разработаны геоэкологический метод поисков и разведки местонахождений мамонтовой фауны и палеолита, метод оптимальной подготовки костных аншлифов для микроскопического изучения. Результаты работы доложены на 19 международных, 5 всероссийских научных форумах, опубликованы в 55 работах, в т.ч. 14 статьях журналов перечня ВАК, 1 коллективной монографии.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, включает 467 стр., 8 табл. 197 рис., список источников (1362 шт).

Во введении сформулированы актуальность, цель и задачи, защищаемые положения и новизна результатов, благодарности коллегам.

Цель диссертации – анализ абиотических связей биогеоценозов Северной Евразии временного интервала ~ 50 – 4 тыс. радиоуглеродных лет назад в контексте фундаментальной проблемы вымирания шерстистого мамонта.

Глава 1. Состояние проблемы вымирания шерстистого мамонта
Выполнен анализ основных гипотез вымирания шерстистого мамонта - антропогенного давления или потепления климата, включающих прямое истребление человеком, пандемии, и/или нехватку пищевых ресурсов при изменениях климата - снегонакопления, образования сплошных лесов и др.

Гипотеза истребительной охоты не имеет достоверных подтверждений. Климатические гипотезы вымирания не объясняют, как мамонты выжили, почему не мигрировали в благоприятные обстановки при отступании на северо-восток их популяций в конце плейстоцена – голоцене. Антропогенные и климатические гипотезы недооценивают влияние абиотических факторов - геохимии среды и минерального дефицита питания млекопитающих.

Глава 2. Фактический материал и методы исследований. Автору удалось объединить исследования мамонта методами разных научных дисциплин: палеонтологии, тафономии, стратиграфии, динамической и исторической геологии, геокриологии, биологии и медицины, что соответствует решению поставленной цели. Приведены описания полевых и аналитических методов изучения отложений в раскопах, по керну скважин, документации геологических разрезов и местонахождений мамонтовой фауны, сбора и анализа палеонтологических коллекций (млекопитающих, остракод, семян, плодов, спор и пыльцы растений), радиоуглеродного, палинологического, палеоэкологического, карпологического и микрофаунистического анализов.

Особо следует подчеркнуть методическое значение этой главы. Изложены методы препарирования ископаемых остатков, необходимые для выявления и сохранения признаков прижизненных деструктивных изменений, их отличий от дефектов искусственного происхождения. Рассмотрены применение микроскопических, рентгеновских, гистологических методов для диагностики патологических изменений скелета и зубов, а так же биогеохимический рентгеноспектральный микроанализ костей, эксперименты для диагностики тафономических изменений костей современных животных.

Глава 3. Динамика окружающей среды, стратиграфия и неотектоника Северной Евразии в конце плейстоцена – первой половине голоцена. Автор анализирует и реконструирует изменения климата, мерзлоты, растительных сообществ, ландшафтов, обстановок седиментации и геодинамических режимов.

В разделе 3.1 Окружающая среда и литолого-фациальные условия ~50 – 4 т.л.н. выполнен анализ палеогеографических и палеоклиматических моделей Евразии, которые влияют на решение проблемы вымирания мамонтов и мегафауны плейстоцена - интерпретацию результатов исследований костных остатков, оценку динамики ареалов и механизмов адаптации фауны.

Автор разделил изучаемый период на три этапа 50-25, 24-10 и 10-4 т.л.н. и выполнил анализ: изменений климатических условий (температур воздуха, количества осадков, сухости/влажности); эволюции природной среды (колебаний уровня моря; развития наземного/шельфового оледенений; деградации и аградации мерзлоты); неотектонических движений, отражавшихся на растительности, источниках воды, местообитаний мамонтов Евразии.

Представленные данные о среде обитания мамонта убедительно доказывают существование мозаичных ландшафтных условий – сочетаний тундрово-степных, лесотундровых, лесостепных, северотаежных и других растительных сообществ как в теплые, так и в холодные периоды; отсутствие покровного оледенения и подпрудного озера в центре Западной Сибири;

заниженную оценку неотектонических событий, определявших фаціальную обстановку формирования долинных комплексов севера Евразии.

В разделе 3.2, автор, для анализа процесса вымирания мамонтовой фауны, рассматривает опорный регион - Западно-Сибирскую равнину, которая в позднем плейстоцене-голоцене была областью формирования озерно-аллювиальных отложений и субаэральными покровов. Приведены детальные палеонтолого-стратиграфические характеристики толщ, установлен возраст и генезис отложений местонахождений мамонтов Луговское, Красноярская курья, опорных разрезов Куйлинский яр, Торфяной яр и др. уточняющие региональную стратиграфическую схему и ландшафтные реконструкции. В полигенетических толщах установлены озерно-аллювиальные, пойменные, старичные и делювиальные отложения. Доказано, что бессточного (на север) единого подпрудно-ледникового Мансийского озера между 30 и 18 т.л.н. не существовало, а сартанскому криохрону соответствовал эрозионный этап. Установлено, что во второй половине сартанского криохрона – голоцене на севере в ландшафтах лесотундры доминировали лугово-степные растительные ассоциации с криофилами, сопоставимые с «мамонтовой» или «холодной северной» степью. При повышении влажности и температуры, в долинах стали преобладать прибрежно-водные растения, снижалась доля растительности сухих местообитаний, началось заболачивание и торфонакопление.

В разделе 3.3. приведены материалы о неравномерных по скорости блоковых положительных субвертикальных движениях, как на равнинах платформ, так и в их горном обрамления в регионах распространения мамонтов в плейстоцене. С активным тектогенезом связаны разработка и перестройка речных долин, формирование надпойменных террас и интенсификация эрозионного стока. Показано, что землетрясения 7–9 баллов сопровождалось в предгорьях и на юге Сибирской платформы обвальными-осыпными явлениями; на юго-востоке Западно-Сибирской плиты - неравномерным «пульсирующим» подъёмом блоков на 10–12 м за сартанско-голоценовый этап и образованием сейсмиков в отложениях. Следы «мгновенного» разжижения при сейсмических воздействиях приурочены к аллювиальным, озерным не мерзлым отложениям зафиксированы в Западной Сибири на рубеже каргинского–сартанского периодов; ~17 т.л.н.; в конце среднего – начале позднего голоцена.

Глава 4. Биогеохимические связи в экосистемах финала плейстоцена – голоцена Северной Евразии, минеральное голодание и тафономия мамонтовых «кладбищ» содержит решение проблемы: абиотический фактор - геохимическая мозаичность ландшафтов Евразии определяла химический состав пищи, воды и нормальное/нарушенное состояние плейстоценовой фауны, отразившихся на костных, хрящевых тканях и зубах мамонтов.

В разделе 4.1. рассмотрено влияние макро- и микроэлементов (дефицита кальция, магния, фосфора, натрия, калия, меди, кобальта, цинка, йода и др.) в среде, приводящее к минеральному голоданию и литофагии современных и вымерших млекопитающих животных. Доказана зависимость мамонтовой фауны от литофагии, миграций к источникам солей – в ландшафты, обогащенные Са, Mg, Na. Миграция мамонтов, посещение солонцов были

обусловлены экологической катастрофой – окислением ландшафтов с юга на север: сокращением щелочных, щелочноземельных и распространением кислых и кислых глеевых с дефицитом микроэлементов.

В разделе 4.2 Тафономия массовых захоронений останков мамонтов, изложены закономерности разрушения и захоронения останков современной крупной фауны в субэаральных условиях; результаты изучения коллекций ископаемых костей для выявления следов воздействий: процессов переотложения; падальщиков и растений; выветривания и химической, микробной деградации после захоронения. Скопления костей мамонта разделены на три типа: пещерные, озерно-аллювиальные, субэаральные.

Тафономический анализ Берелёхской озерно-аллювиальной коллекции (11-14 т.л.н) выявил: кости мамонта без следов окатанности; не выветрены и слабо выветрены (95%); на микроуровне – со слабым растворением внешней зоны и без бактериального воздействия. Это указывает на быстрое захоронение (1-3 года) останков в субаквальных анаэробных условиях – затоне. Доказано, что в равных условиях кости молодых особей выветривались сильнее, чем зрелых.

Субэаральные местонахождения Евразии (27–11 т.л.н.) включают горизонты костей вместе с артефактами. Выветриванию костей способствовали криоаридные субэаральные условия и низкая скорость осадконакопления, оставлявшие погибших животных на поверхности для «утилизации» падальщиками. Слабо выветренные кости приурочены к «грязевым» образованиям или были перекрыты отложениями оползней.

Тафономический анализ показал, что на сартанских зверовых солонцах Западной Сибири, Европы доля костей и зубов молодняка мамонтов от всей группы составляет от 30 до 50%. Они были больше подвержены минеральному голоданию при жизни, их кости имели меньшую устойчивость к разрушению, т.е. доля погибших молодых особей могла превышать 70%, что вело к резкому снижению численности мамонтов.

Большая часть механических дефектов костей мамонтов, которые раньше относили к деятельности человека, на основе сравнения с современными остатками были вызваны трамплингом (растаптыванием) хоботными, крупными хищниками. В холодном климате такие дефекты связаны с морозным иссушением и растрескиванием; с использованием бивней при добывании пищи зимой - сдирания коры, разгребания снега и раскалывания льда.

Анализ деградации костей, зубов мамонтов под воздействием растворов и микробиоты после захоронения выявил зависимость изменения их химического состава, глубины выветривания от состояния костей на момент смерти, прежде всего от степени порозности - максимальная у костей детенышей при остеопорозе.

В заключении сделан вывод о связи глубокого геохимического окисления ландшафтов в конце плейстоцена – голоцене и доказательствах минерального голодания у популяций мамонта, начиная с 27 – 24 т.л.н., которое привело к образованию массовых захоронений на зверовых солонцах Евразии.

Глава 5. Палеоэкология, геохимический стресс, энзоотические заболевания и вымирание шерстистого мамонта. Выполнен палеоэкологический анализ, рассмотрены вопросы интерпретации ископаемых при реконструкциях среды обитания, доказано прижизненное неблагоприятное воздействие среды по патологическим изменениям костей и зубов мамонтов.

В разделе 5.1 анализируются не только деформации и аномалии костей мамонтов, но и недостатки их интерпретации, в т.ч. обусловленные традиционными представлениями о связи заболеваний скелета с инфекциями; слабой изученностью влияния геохимии на формирование скелета и отсутствием критериев прижизненных и посмертных изменений костей, зубов. Показано, что многие палеонтологические коллекции не пригодны для оценки влияния геохимических условий на состояние мамонтов. В Евразии кондиционными для оценки заболеваний скелета и палеоэкологических реконструкций по ископаемым являются немногие местонахождения мамонтов, приуроченные к солонцам на известняках, диатомитах и морских глинах (рис. 116). На костях мамонтов нет следов массовой охоты древнего населения.

Выявлены деструктивные изменения костей и зубов мамонтов (до 70 % от общего объема в разных коллекциях), вызванные общей причиной – минеральным голоданием с типичными признаками: остеодистрофией, остеопорозом, остеофиброзом, остеомалацией, остеолизом, переломами, язвами, бороздками трения и др. Определены отличия химического состава нормальных и остеопорозных костей по соотношениям Ca/P, Ca/Sr, содержанию Mg, Na, обусловленные прижизненными условиями. Исключены элементы, привнесенные после захоронения. Доказано, что посмертная проницаемость остеопорозных костей выше, чем нормальных, а минимальные искажения содержаний химических элементов - в средней зоне компактных ископаемых костей.

Результаты диагностики прижизненных заболеваний костей, уменьшение размеров мамонтов в связи с нарушением обмена веществ, полной мере, оценить не могу, моя специальность - науки о Земле. Считаю доказанным заключение, что костные остатки сартанских мамонтов имеют признаки заболеваний костей, связанные с минеральным голоданием (до 90 %), в отличие от каргинских и более древних. Материалы подтверждают вывод о глубоком окислении ландшафтов после 50–40 т. л.н., имевшем два максимума 24–18 и 14–8 тыс. л.н., с которыми связано образование массовых захоронений мамонтов на солонцах.

5.2. Дискуссионные вопросы и обсуждение результатов исследований. Автор показал, что главным абиотическим фактором в обеспечении благоприятных условий обитания крупных млекопитающих являются Ca-Mg-Na-геохимические ландшафты, а не температура. Прижизненные костные патологии поздних евразийских мамонтов указывают на связь с неблагоприятными геохимическими ландшафтами и не полностью отражают прижизненное соотношение больных и условно здоровых особей в популяциях.

В разделе 5.3. показано что мамонты, в сравнении с более мелкими травоядными, испытывали бóльшую потребность в минеральном питании,

поэтому их остатки с признаками остеодистрофии преобладают на солонцах. Адаптация млекопитающих к ухудшению геохимических условий проявилась в уменьшении размеров тела и скелета - поздних мамонтов в 2 раза по сравнению с каргинскими, раннесартанскими. Высокую скорость формирования патологий, уменьшение скелетов мамонтов обусловил хронический минеральный дефицит из-за сокращения минеральных оазисов, ультрапресного и кислого состава вод, без антропогенного давления.

В заключении диссертации подведен итог исследований и основной вывод: вымирание популяций мамонтов в Евразии обусловлено абиотическими факторами - изменением геохимии ландшафтов с рубежа 27–24 тыс. л.н.

Общая характеристики работы. С.В. Лещинским для решения фундаментальной проблемы – определения причин массового вымирания мамонтов в Евразии на основе междисциплинарного подхода к обобщению результатов палеонтолого-стратиграфического, палеогеографического, палеоэкологического и тафономического анализа, изучения энзоотических заболеваний скелета, зубов ископаемых и современных млекопитающих доказаны следующие положения:

1. В среде обитания мамонтов Северной Евразии в период с 27 – 24 до 9 тыс. л.н. произошла последовательная смена щелочных, нейтральных на кислые и глеевые ландшафты, вызванная сочетанием неотектонической, сейсмической активизации в регионах и колебаниями климата.
2. Доказана зависимость мамонтов от источников солей в виде литофагии, их миграции к минеральным источникам, обусловившие формирование мамонтовых «кладбищ» вблизи солонцов.
3. Установлены патологические изменения костей, зубов, скелетов и уменьшение размеров особей, связанные с хроническим минеральным голоданием мамонтов, выявлен механизм адаптации крупных травоядных млекопитающих к экстремальным условиям среды обитания.
4. Доказано, что вымирание шерстистого мамонта в Северной Евразии определялось геохимическим стрессом и длилось не менее 20 тыс. лет.

Научная новизна диссертации, по моему мнению, состоит в установлении возраста, субэарального, озерно-аллювиального и склонового генезиса и палеоландшафтов местонахождений мамонтов. Важнейший аспект диссертации – разработка геохимической концепции вымирания и методологии палеонтологических исследований:

- приёмов сбора коллекций ископаемых, обеспечивающих полноту, сохранность и целостность информации о местонахождениях мамонтов;
- внедрения современных микроморфологических, биогеохимических методов изучения костных остатков;
- корректных принципов интерпретации материалов для достоверных реконструкций природной среды и экологических связей популяций мамонтов.

Достоверность. Автору удалось обработать огромный массив данных, обобщить результаты междисциплинарных исследований и получить:

- достоверные выводы о механизме влияния эволюции природной среды на развитие, деградацию, адаптацию мегафауны позднего плейстоцена – голоцена;

- объективные диагностические признаки заболеваний скелета крупных млекопитающих и различия между патологическим процессом, связанным с минеральным дефицитом, и изменениями, происходившими в костной ткани после смерти животного при захоронении.

Теоретическое значение диссертации состоит в обосновании геохимической гипотезы вымирания шерстистого мамонта, разработке методов палеонтологии и тафономии для изучения патологических и постмортемных физико-химических изменений костей и зубов крупных млекопитающих плейстоцена, развития представлений о закономерности эволюции плейстоценовой мегафауны и экосистем Евразии. Определение роли биотических, абиотических факторов существования и вымирания фауны плейстоцена имеет **практическое значение** для предотвращения негативного влияния на биосферу и человека современных естественных изменений природы. Полученные результаты применимы для оценки палеоэкологии древнего населения Евразии, могут быть использованы в медико-биологических исследованиях и при подготовке специалистов в области геологии, археологии, экологии и географии.

Общие замечания. В диссертации повторно изложены ряд положений и некоторые результаты исследований, что увеличивает объем текста. Как, например, результаты анализа единичных следов жизнедеятельности древнего населения и представления о сокращении благоприятных ландшафтов. В главе, посвященной природным условиям, приведены еще не доказанные заключения из следующих глав, не хватает иллюстраций обзорного характера – расположения изученных опорных разрезов и местонахождений палеолитической фауны, которая приводится в 5-й главе.

Автор уделил недостаточно внимания геологической информации об источниках минеральных солей в Арктической зоне и геокриологическим условиям местонахождений. Так, например, для местонахождения Берелёх источником могут быть элювиальные, делювиальные и коренные выходы меловых сульфидизированных андезитов и их туфов, в отличие от морских глин и диатомитов в Западной Сибири. Некорректно охарактеризована едома (с. 90) – ледовый комплекс с полигонадно-жильными льдами сформировавшийся в сухой тундро-степи не включает пластовые льды.

В главе 3 разнообразие представлений исследователей об обстановке обитания мамонтов можно было бы представить в виде таблицы: изотопно-кислородные стадии позднего плейстоцена - этапы развития природной среды. Это облегчило бы доказательство вывода о том, что реконструированные температурные условия позднего плейстоцена не являются фактором, определявшим существования и разрушение популяции мамонта.

Характеристики разрезов сложно воспринимать, поскольку изложены в разной последовательности – не по географической приуроченности, а расположены по возрасту комплексов костей мамонтов. Так, например, в разделе 3.2 в разрезе выделено пять разновозрастных толщ, но на стр. 109 – 110 неясно, на каком основании определен каргинский и сартанский возраст отложений толщ 2,3. Только дальше выясняется, что было переотложение

каргинско-сартанских костей в современные осадки. В большинстве разрезов приведено правильное стратиграфическое описание – снизу вверх, от древних к молодым слоям, но на рис. 57 номера слоев и описание сверху вниз (стр. 120). Не приведен сводный разрез «Торфяного яра», только фотографии и таблица возраста. Отсутствует завершение раздела, которым могла быть сводная схема палеоландшафтов опорных разрезов местонахождений мамонтов.

В разделе 3.3, посвященном тектогенезу, не ясно, как соотносится «единый» песчаный покров на приморских низменностях Ямала, Тазовского и Гыданского полуостровов с неотектоническими движениями? Не отрицая разнонаправленных неотектонических движений и сейсмических событий (современные до 3 баллов), трудно согласиться с утверждением, что интенсивность поднятий в Карском регионе была выше, чем на юге равнин Западной Сибири (с. 154). Высота и положение в разрезе верхнесартанских отложений не доказывают подъема моря или блока Ямала (с. 155). Инверсии рельефа и разновысотное положение толщ могут быть связаны с термокарстом, просадками поверхности и переотложением морских фораминифер в озерные осадки. Без комплексного анализа разрезов, геохимии, истории промерзания – протаивания толщ интерпретация явлений как неотектонических в этом районе не обоснована.

В главе 4 рассмотрены геологические и экологические предпосылки миграции мамонтов на север, северо-восток к источникам солей на осушенном шельфе и приморских низменностях. Не раскрыто, как залегание рассолов на глубинах до 200 м и более от поверхности в первую половину сартанского периода создавало условия для формирования благоприятных геохимических ландшафтов на осушенных побережьях Атлантического, Северного Ледовитого океана (с.176 – 177)? После промерзания сверху засоленной толщи возникает мерзлое препятствие для выхода рассолов на поверхность. Вопрос, достаточно ли содержания примесей во льду для компенсации минерального голодания? При кристаллизации воды происходит опреснение льда, т.е. большинство пластовых, жильных льдов – пресные и ультрапресные. Если для мамонтов доказана литофагия, то может не льды служили источником, а охлажденные засоленные вязко-пластичные глинистые отложения? Засоленные глины часто вскрываются и быстро оттаивают при сходе криогенных оползней, их выходы маркируются богатой растительностью в тундре, их и колоть бивнем не надо.

В главе 5, посвященной анализу связи минерального голодания, адаптивных механизмов и заболеваний скелетных систем мамонтов, повторно рассмотрены методические вопросы пригодности коллекций, палеоэкологии, тафономического анализа, применение биогеохимических методов изучения костей ископаемых и др., возможно, их следовало отнести в главу 2.

Несмотря на сделанные замечания, диссертация С.В. Лещинского является законченным целостным научным исследованием, которое посвящено крупной теоретической проблеме естествознания – причинам массового вымирания мамонтов, автореферат соответствует её содержанию.

Таким образом, диссертация Сергея Владимировича Лещинского «Вымирание шерстистого мамонта (*Mammuthus primigenius*) как отражение

