

*В авторской редакции*

## **ПРИРОДНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ЛЕСНОГО ПОЯСА СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ-МИФ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?**

### **ЧАСТЬ 1. (обзор литературы)**

О.В Смирнова<sup>1</sup>, А.П. Гераськина<sup>1</sup>, В.Н. Коротков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, 117485, Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная, 84/32*

<sup>2</sup>*Институт глобального климата и экологии имени академика Ю. А. Израэля, Россия, 107258, Москва, ул. Глебовская, 20Б*

*E-mail: [ovsinfo@gmail.com](mailto:ovsinfo@gmail.com)*

*Посвящается Ивану Григорьевичу Пидопличко - борцу за свободу Родины и за независимость научных взглядов.*

#### **Вальтер Г. Растительность Земного Шара [1].**

*«Отмеченная в последнее время общая тенденция - крен в сторону узкой специализации - неблагоприятно сказывается, прежде всего, на экологии. Дело в том, что экология с её постановкой вопроса о причинности явлений требует синтетического подхода к анализу, а это сопряжено с необходимостью привлечения и осмысления данных смежных отраслей наук.*

#### **Donlan C.J. et al. The American Naturalist [2].**

*«Far more than any other species in the history of life on Earth, humans alter their environments by eliminating species and changing ecosystem function, thereby affecting the very future of evolution. This is at least in part because the ecological consequences of the historical losses are unknown and even unimagined...»*

#### **Милюков Ф.Н. Человек и ландшафты [3].**

*«Сейчас уже всем ясно что традиционные физико-географические (природные) зоны фиксируют не современные, а восстановленные ландшафты... Отрыв физической географии от действительности особенно нетерпим в преподавании этой науки».*

**Аннотация.** Состояние живого покрова Земли вызывает серьезное беспокойство в отношении возможности его успешного существования и полноценной реализации экосистемных функций в современных условиях. Это определило необходимость пересмотра наших взаимоотношений с Природой на основе современных достижений науки, аккумулированных в концепции комплементарности – взаимного благоприятствования живых существ в процессе жизни и в результате смерти. Анализ данных показал: максимальная реализация комплементарных отношений на территории Северной Евразии была достигнута в период

миоцен-плиоцена, что обусловило достижение огромного биоразнообразия, высочайшей продуктивности, а также максимальной реализации климаторегулирующих функций Биоты. Массовое уничтожение организаторов комплементарных систем – гигантов-фитофагов мамонтового комплекса – привело к глобальным последствиям: изменению температурного режима, сокращению кормовых ресурсов, падению почвенного плодородия, изменениям размеров и границ ареалов животных, растений, грибов и представителей остальных царств, а также к смене комплементарных систем гигантов-фитофагов и трав системами с господством деревьев, развитие которых делало эти ландшафты малопригодными для сохранившихся фитофагов. Дальнейшие преобразования Биоты Северной Евразии стала определять хозяйственная деятельность человека.

**Key words:** комплементарность, биота, гиганты-фитофаги, климат, биоразнообразие, ареал, экосистема, хозяйственная деятельность.

## **Введение. Концепция комплементарности как основа решения проблемы взаимоотношения человека и Природы**

Результаты исследований ПРИРОДЫ, накопленных за последние столетия, показали, что миллионы лет её развитие было направлено на совершенствование способов взаимодействия сосуществующих и вновь возникающих видов. Это составляло основу решения проблем поддержания и развития жизни на Земле до появления человека. Взаимное благоприятствование живых существ (*комплементарные отношения*) определяло способность доантропогенной Биоты Земли реализовать экосистемные функции. Непонимание значимости комплементарных отношений в Природе, осознание и исследование которых началось только в прошлом столетии, обусловило время и непонимание значимости этих отношений для познания и, возможно, сохранения Природы как основного условия выживания человечества [4, 5]. В настоящее время представления об огромной роли комплементарных отношений в существовании Природы широко распространяются в научной среде, но и сейчас они в очень малой степени влияют на отношение населения Земли к ПРИРОДЕ (вернее, к осколкам ПРИРОДЫ).

На наш взгляд причина игнорирования роли комплементарных отношений при решении проблем сохранения и восстановления живого покрова Земли состоит в

том, что всеобъемлющие исследования начались в то время, когда значительная часть ключевых видов и множество подчиненных видов были уничтожены человеком, т.е. практически полностью нарушена целостность Биоты Земли. В результате перестали существовать многие *комплементарные системы видов*, оптимизирующие основные функции Биоты Земли: климаторегулирующую и поддержания биологического разнообразия [6, 7]. Это стало препятствием к созданию оптимальной среды обитания для множества видов, а также определило неустойчивость их комплексов (сообществ, биоценозов, экосистем) к изменениям условий среды, обусловленных всё усиливающимися, неблагоприятными для существования Природы антропогенными воздействиями.

**Оценивая значимость комплементарных отношений в поддержании устойчивого существования жизни на Земле, мы поставили задачу проанализировать и обобщить данные, посвященные палеоистории Биоты Северной Евразии.**

**В качестве начального этапа** мы рассматриваем период миоцен–плиоцена – время максимального развития комплементарных систем живых существ в составе гиппарионовой фауны.

**В качестве завершающего этапа** мы рассматриваем период плейстоцена – начала голоцена – время полного разрушения комплементарных систем живых существ вследствие массового уничтожения человеком гигантов-фитофагов мамонтового комплекса в процессе развития присваивающего хозяйства.

Мы надеемся, что проведённый анализ составит необходимую основу для пересмотра взаимоотношений человека с Природой, ориентируя их на восстановление природных закономерностей, как на особо охраняемых «осколках» природных систем в заповедниках, заказниках, национальных парках и других территориях, так и на эксплуатируемых территориях. Мы полагаем, что пересмотр взаимоотношений человека с Природой, основанный на четком понимании

значимости природных закономерностей, сформированных на протяжении миллионов лет до начала господства человека над Природой, представляет собой главное условие сохранения Жизни на Земле.

### **Состояние Биоты Северной Евразии в анализируемый период**

Для анализа доантропогенного состояния Биоты рассматриваемой территории мы выбрали период миоцена-плиоцена – время господства гиппарионовой фауны и формирования «злаковых биомов», определявших структурно-функциональные особенности ландшафтов в анализируемый период. Комплекс млекопитающих гиппарионовой фауны был широко распространен в Евразии и в Северной Америке от 12 до 2 млн. лет назад. За основу предковой фауны, господствующей на огромных пространствах Европы, а также Азии, Африки и Северной Америки, целесообразно принять гиппарионовую фауну в целом [8]. В фауне переходной от миоцена к плиоцену, наряду с гиппарионами, страусами и газелями – обитателями лесолугово-степных ландшафтов, были и лесные жители: куница, халикотерий и пр. Из миоценовых родов Восточной Азии и Северной Америки для переходной фауны были характерны бобры, мастодонты, гиппарионы, примитивные белки.

Список общих видов гиппарионовой фауны Африки и Европы включал: жирафов, мастодонтов, гиппарионов, антилоп, носорогов; а фауны Европы и Северной Америки: бобров, мастодонтов, гиппарионов, жирафов, безрогих носорогов, оленей, антилоп, газелей, саблезубых тигров, индрикотериев, гиен, вонючек, страусов, зайцев, сеноставцев [9–14].

Гиппарионовая фауна возникла в раннем неогене Евразии и поддерживала как единые образования *«комплементарные системы» – множество совместно существующих видов, объединенных средообразующей деятельностью ключевых видов.* Комплементарно взаимосогласованные системы живых существ осваивали и преобразовывали ландшафтные комплексы речных бассейнов, где участки лесов, водоемов, лугов, степей и болот существовали как единые

образования взаимодействующих видов позвоночных и беспозвоночных животных (травоядных и хищников), растений и представителей других царств, объединенных средообразующей деятельностью гигантов-фитофагов мамонтового комплекса. Мозаичный ландшафт плиоцена-миоцена предоставлял необходимые условия жизни для различных видов растительноядных и хищных животных: гиппарионов, носорогов, мастодонтов, слонов, жирафов, быков, антилоп, бегемотов, гиен, саблезубых кошек и многих других существ.

К настоящему времени накоплены огромные данные о совместно обитающих видах животных в разных регионах анализируемой территории. Так, 50 тыс. костей разных видов были собраны И.Г. Пидопличко на Украине в Одесских катакомбах в 40-х-50-х годах XX века. Его данные и сейчас исследователи рассматривают как типовые для характеристики лесо-лугово-степных ландшафтов плиоцена Северной Евразии. Согласно полученным данным в этих ландшафтах совместно обитали животные, ныне существующие отдельно: бобры – в долинах рек; медведи, рыси, барсуки, зайцы, лисы, ежи, мыши лесные, олени – в лесах и на опушках; гиены, хорьки, слепыши, хомяки, корсаки – в степях; верблюды, страусы – в степях и в пустынях и пр. [15–18].

Один из наиболее значимых процессов формирования гиппарионовой фауны – это появление и развитие «*злаковых биомов*» – сообществ, где злаки выступали индикаторами комплементарных отношений в системах живых существ анализируемой территории. Этот процесс был обусловлен переходом растительноядных животных от питания листьями и ветками деревьев, кустарников и кустарничков к питанию травами. Первое по значимости место в формировании травяных биомов заняли злаки, обладающие максимальной, среди прочих трав, способностью побегов отрастать после их скусывания животными в результате деятельности интеркалярных меристем, стимулируемых воздействием слюны животных-фитофагов. Сопряженная эволюция растений и животных-фитофагов:

слонов, мастодонтов, мамонтов и других крупнейших травоядных, а также лошадей, пищеварительная система которых в наибольшей степени, по сравнению с остальными фитофагами, адаптирована к использованию не только мягкой пищи – растущих и развивающихся растений, но и грубой пищи – сухих побегов злаков и других трав (растительной ветоши), определила господство на анализируемой территории лесо-луговых (лесо-полянных) комплексов экосистем [19–21].

Наиболее мощного развития гиппарионовая фауна и флора этого периода достигла к плейстоцену. Совокупная деятельность сформированных к этому времени комплементарных систем, включающих позвоночных и беспозвоночных животных (наземных и почвенных), разнообразных растений, грибов, бактерий и других существ, обеспечивала исключительно высокий уровень изъятия растительной продукции, достигающий для сообществ с участием крупнейших млекопитающих рекордных значений – 30–60 %. Мортмассу – остатки ветоши – перерабатывали сапрофаги. Значительную по массе продукцию экскрементов и трупов травоядных и хищников в считанные дни потребляли копрофаги и падальщики. Эта коадаптация растений, в первую очередь трав, и животных разных типов: фитофагов, хищников, копрофагов, падальщиков и др. ускорила биологический круговорот и, в дальнейшем, положила основу для развития животноводства в антропогенный период.

Несмотря на понимание важности исследований почвенной Биоты, как ключевого звена в функционировании экосистем, большая часть прошлых и современных исследований экосистем посвящена преимущественно наземным организмам. В то же время жизнь подземных организмов на современном уровне знаний характеризуется значительным биологическим разнообразием, определяющим возможность устойчивого существования и высокую продуктивность комплементарных систем в целом как биотического единства наземных и подземных организмов. И если ранее высказывалось предположение о

видовой и даже функциональной избыточности подземной биоты [22, 23], то в настоящее время гипотеза избыточности все чаще ставится под сомнение [24–26]. Полевые эксперименты показывают функциональную недостаточность почвенной биоты в пределах лесных растительных сообществ при разложении трудноразлагаемого опада [26]. Из-за особенностей почвенной среды обитания плохо изученную сложную почвенную жизнь часто называют «черным ящиком» или даже «проклятием черного ящика» [27], а неизвестные нам потери почвенного разнообразия – «слепой зоной глобального вымирания» [26]. Убедительно подчеркивается роль почвенной биоты, в особенности крупных ключевых видов или экосистемных инженеров (дождевые черви, муравьи, термиты), как в создании среды обитания для огромного числа мелких организмов (мезофауны, грибов, бактерий), так и в пространственном и временном распределении жизненно важных ресурсов (воды, питательных веществ) [28]. Трофическая, локомоторная и, в целом, средообразующая деятельность «экосистемных инженеров» уникальна, но в тоже время масштабна и значима, и несмотря на высокое таксономическое разнообразие почвенных беспозвоночных, в почве нет функциональных эквивалентов «*экосистемным инженерам*». Исследователи часто подчеркивают функциональные взаимосвязи отдельных групп почвенной биоты с определенными видами растений (например узкоспециализированных групп бактерий, грибов) – [29] но очень редко в комплементарном комплексе функциональных взаимоотношений учитываются сопряженные взаимосвязи: крупные гиганты-фитофаги – растения – почва – почвенная биота. Такой сложный, таксономически и функционально разнообразный комплекс почвенной биоты даже по современным представлениям мог сформироваться при условиях высокого разнообразия и богатства наземной биоты в период расцвета плейстоценовой флоры и фауны. Не только переработка растительного опада, но и экскрементов и трупов животных – важные функции разных групп почвенных организмов [30], значительное сокращение или даже

исчезновение которых в современных экосистемах мы не учитываем при изучении почвенной биоты. В связи с этим возникают новые задачи: изучение потерь почвенной биоты совместно с потерями крупных наземных видов растений и животных и, наконец, исследование глобального вымирания почвенной биоты [26].

Таким образом, в течение миоцена-плиоцена сформировались высокопродуктивные *комплементарные системы*, организованные гигантами-фитофагами мамонтового комплекса, основным кормом которых были высокопродуктивные травы, преимущественно злаки, а также, кустарнички, кустарники, подрост деревьев разных видов. Навоз и другие производные жизнедеятельности гигантов-фитофагов и сопутствующих им видов, а также трупы животных, опад растений активно перерабатывало огромное население почвенной биоты.

Комплексы комплементарных систем объединяли значительную (возможно полносоставную) Биоту суши Северной Евразии и были способны в полной мере реализовывать основные экосистемные функции живого покрова, в том числе непрерывное поддержание потоков жизни в значительном диапазоне климатических условий. Судя по невероятному расцвету жизни, оценить который позволяют полученные настоящему времени и постоянно пополняющиеся палеоданные, миоцен-плиоцен был временем максимального развития Биоты Северной Евразии [8, 9, 12–14, 22].

### **Антропогенные мифы в познании истории Биоты Земли в плейстоцене – времени достижения абсолютного господства человека над ПРИРОДОЙ**

По поводу этого времени ведутся отчаянные дискуссии, причины которых не столько недостаток данных, сколько «значительный крен в сторону узкой специализации» или «*предвзятость мнения*» – то, о чем предупреждал Г. Вальтер. Конец плиоцена – плейстоцен – время величайших событий в истории Биоты Земли: наступление «ледникового периода», появление предков человека, исчезновение

массы крупных и крупнейших млекопитающих – ключевых видов плейстоценовых ландшафтов.

### ***История развития представлений о «ледниковом периоде»***

Причины существенных преобразований живого покрова Земли в плейстоцене – голоцене не имели однозначного решения, поскольку в течение более двух веков бушевали споры о наличии ледникового периода, вызвавшего изменения климата и определившего изменения в составе и структуре Биоты Земли и формирование современных «природных» зон. История формирования гляциалистических представлений такова: изучая разные явления природы, исследователи обнаружили в долинах рек и на равнинных территориях большое количество эрратических валунов (лат. Erraticus – блуждающий) – камней со следами исчерченности. Первоначально эрратические валуны рассматривали как следы потопа, описанного в Библии. Затем Ч. Ляйель [31] сформулировал дрифтовую гипотезу, в русской литературе она ранее была изложена М.В. Ломоносовым [32], который так объяснял формирование эрратических валунов: *«Морозы и льды показывают силы свои паче над каменной твердостью, и земля от них, а паче от льдов, много чувствует перемены. Надменные преизобилием вешних вод великие реки поднимают тяжкие свои зимние кровли и, отрывая части от берегов, тянут на себе вниз быстринною. Упирая, отираясь и ударяя в берега безмерными силами, подрывают и опровергают крутые яры, и немалые островки сдирают, ломаясь при том и сами с великим шумом. Отставая от берегов, отрывают от гор и далече с собою вниз относят вмерзлые в них зимою камни»*. Последователь М.В. Ломоносова И.И. Лепехин [33] так изложил свои наблюдения на р. Курье (притоке Северной Двины): *«Если посмотреть на берега и окружающие их низменные места, то великое множество увидим на них каменьев, которые тут родиться не могли. Такими пришельцами снабдевает большею частью весенний лед, который вмерзшие в него камни, иногда*

*и великой тяжести, с природного уносит места по отдаленным раскидывает берегам...».*

В противовес взглядам М.В. Ломоносова и Ч. Ляйеля, Л. Агассис [34] выдвинул иную гипотезу разноса эрратических валунов и их исчерченности. Он утверждал, что такие валуны «представляют собой одно из главных доказательств оледенения Земли и специфического – ледникового периода в её истории».

Таким образом, основа и исходный пункт этих гипотез – разная трактовка образования и разноса эрратических валунов (и иного эрратического материала) и появления на них штриховки: дрифтовая гипотеза, где основной фактор разноса – айсберги, морские, озерные и речные льды; ледниковая гипотеза, где основной фактор разноса ледники, причем не только горные, но и равнинные, которые, двигаясь, доставляли эрратический материал до юга Русской равнины, т.е. на сотни км от Скандинавского щита или на многие сотни км от Новой Земли. Согласно представлениям сторонников ледниковой гипотезы мощные покровы с толщиной льда до 3.5–4.5 км мертвящим саваном погребали под собой цветущие равнины Европы, Северной Америки, Северной Азии. Последователи ледниковой гипотезы считали прочно установленным, что ледники не просто погребали моря и сушу, а выпахивали и вырезали в породах кристаллических щитов – в Балтийском и в Канадском, глубочайшие фиорды и желоба, многочисленные озёрные котловины и шхерный рельеф, друмлины и бараньи лбы. Блуждающие ледники наносили на кристаллические породы борозды и штриховку, полировали их. В среде ученых утвердилось представление, что ледники дробили коренные породы на глыбы и валуны, включали их в свои тела и перемещали за тысячи километров [35–38]. Эти представления гляциалистов вступали в резкие противоречия не только с результатами исследований геологов и биологов, вполне обоснованно развивавших дрифтовую гипотезу, [39–44], но и с палеоданными, продемонстрированными еще

в классических работах И.Г. Пидопличко [15–19], подтвержденных современными данными радиоуглеродной хронологии [45–47].

*Принимая концепцию гляциологов о наличии огромных территорий, покрытых в плейстоцене льдами, или просто не обсуждая её, исследователи способствуют сохранению необоснованных представлений в биологии, препятствуя познанию и восстановлению возможно полноценной Биоты Земли – основного условия устойчивого существования Природы а, следовательно, и всего человечества.*

*Покровные ледники Земли.* Учитывая огромную значимость проблемы «ледникового периода» для решения современных задач сохранения и восстановления Биоты Земли, мы сочли необходимым пояснить способ её решения, приведя фрагменты из общедоступной работы В.Г. Чувардинского [43, стр. 11, 12], которую необходимо использовать в школьном и вузовском преподавании. *«К настоящему времени гляциологи, геологи, буровики и геофизики изучили динамику и закономерности движения покровных ледников по всей их толще, по всем их разрезам в разных частях Земного шара. Особое, уникальное значение имеют результаты сквозного, докоренного основания, разбуривания льдов Антарктиды и Гренландии, выполненные по Международным проектам. Тщательное изучение многокилометровых колонок льда, а также изучение вертикальных обрывов льда и исследование льда в туннелях, пробитых в основании ледников, дали неожиданные результаты. Оказалось, вместо толщ мореносодержащего льда, сплошь начиненного огромными глыбами и валунами (что привычно изображается на схемах и рисунках в учебниках по общей и четвертичной геологии, и по геоморфологии), в материковых льдах фиксируются только включения супесчано-глинистого и мелкозёмистого вещества. Даже в придонных частях ледников – там, где принято помещать мощную придонную морену, набитую огромными глыбами и утюгообразными валунами.... в теле ледника фиксируются только*

мелкие линзы и сгустки глинистого и супесчаного вещества, да редкие песчаные зёрна... «Итак, вопреки канонам ледниковой теории покровные льды не срезают, не выпахивают, не вспарывают подстилающие породы, не формируют экзарационные типы рельефа не создают разного рода гляциотектонические» сооружения. Они не имеют включений глыб, валунов и после своего таяния могут оставить лишь тонкий чехол из супесчано-глинистых осадков».

**Пермско-каменноугольное оледенение** – из работы В. Г. Чувардинского [43, стр. 1–3]. «Гипотеза о пермско-каменноугольном оледенении впервые возникла в середине XIX века на основе находок в Индии и в Австралии обнажений тиллитов и штрихованных валунов. Затем подобные валунные отложения были найдены в Южной и Экваториальной Африке, в Европе, Казахстане, Южной и Северной Америке, на Аравийском полуострове. Позже всего тиллиты были обнаружены в Антарктиде. За полтора – два века ледниковая гипотеза превратилась в незыблемую теорию и вместе с теорией мощного четвертичного оледенения широко внедрилась в науки о Земле и стала безоговорочно считаться фундаментальным, эпохальным научным достижением. Одновременно научные коллективы разных стран – ботаники, зоологи, палеогеографы, климатологи и геологи собрали за этот период богатейший, уникальный, датированный фактический материал по растительному и животному миру позднего палеозоя – времени формированию мощных залежей каменного угля». Обобщение этих работ приводит к заключению, что в раннем карбоне климат на большей части поверхности земной суши был почти тропическим. В этом теплом и влажном климате широко распространились леса из гигантских древовидных папоротников и разных семенных растений....». В это время сформировались залежи каменного угля, составляющих почти 30 % мировых запасов этого топлива. Анализ этих залежей позволил, по отпечаткам растений, составить полноценную характеристику богатейшей флоры пермокарбона....». Подтверждением этого

заклучения В.Г. Чувардинского служат данные о каменноугольных лесах этого времени [48, 49]. Всесторонний анализ событий плейстоцена применительно к живому покрову Северной Евразии представлен в монографии [50] и в серии статей [51–54].

*Подробное описание споров о ледниковом периоде приведено нами как пример односторонних взглядов на объект исследования, приводящий к ошибочным представлениям, которые тормозят развитие науки.*

### **Биота Северной Евразии в плейстоцене: высочайшая продуктивность и огромное биологическое разнообразие**

Несоответствие сурового, по представлениям гляциологов, климата плейстоцена и огромной продуктивности, по данным биологов и палеонтологов, «мамонтных» экосистем этого времени, вскармливавших невероятную по численности мегафауну, экологически подобную современной африканской, и получило название «парадокс доисторических пастбищ». Суть этого процесса прекрасно отражена в работах: И.Г. Пидопличко [15–19], P.S. Martin [55, 56], N. Owen-Smith [57, 58] и П.В. Пучкова [59-63]. Эти исследователи показали, что в плейстоцене фитоценозы «мамонтных» и прочих экосистем обладали большей, чем в голоцене, продуктивностью и мозаичностью сообществ трав – основного корма крупных фитофагов, а также преобладанием парковых (не сомкнутых) лесов и саванн по сравнению со сплошными современными лесами. Палеоанализ огромного материала доказывает, что *экосистемы, обеспечивающие кормом огромные стада гигантов-фитофагов и охотившихся на них хищников, были распространены в течение большей части кайнозоя на всем земном шаре.* Они отличались высокой производительностью и мозаичностью, а также господством сообществ трав с доминированием злаков – наиболее ценного корма для крупных травоядных животных. Плейстоценовые сообщества не были похожи на современные зональные формации: сомкнутые леса, луга или степи, а на участки их

контактов – «экотоны» – в современной терминологии. Такие территории представляли собой мозаику сообществ находящиеся на разных стадиях восстановления растительности. Плейстоценовые сообщества отличались значительным разнообразием Биоты и большей, чем в голоцене, численностью и разнообразием крупных млекопитающих. Наиболее значимой (для живого покрова Земли в целом) особенностью этих сообществ был однотипный состав жизненных форм животных Северного и Южного полушария [64–68]. Это определяло формирование структурно и функционально сходных комплементарных систем обоих полушарий. Разгадку этого «парадокса доисторических пастбищ», по представлениям П.В. Пучкова *«невозможно отыскать в климатических особенностях плейстоцена, ...поскольку сходные экосистемы были на материках с различным климатом, сохраняя при этом богатейшее население крупных и крупнейших млекопитающих, а также сопутствующих им видов»* [60–63]. Сопоставляя палеоданные и результаты натурных исследований палеотропиков – современных аналогов плейстоценовых экосистем – исследователи смогли объяснить особенности растительного покрова доисторических пастбищ [65–70]. Сопоставление жизненных форм современных и плейстоценовых типов животных выявило их полную идентичность в отношении формирования комплементарных систем. Это иллюстрирует копия оригинального рисунка из статьи Н.К. Верещагина и Г.Ф. Барышникова [64] (рис. 1).

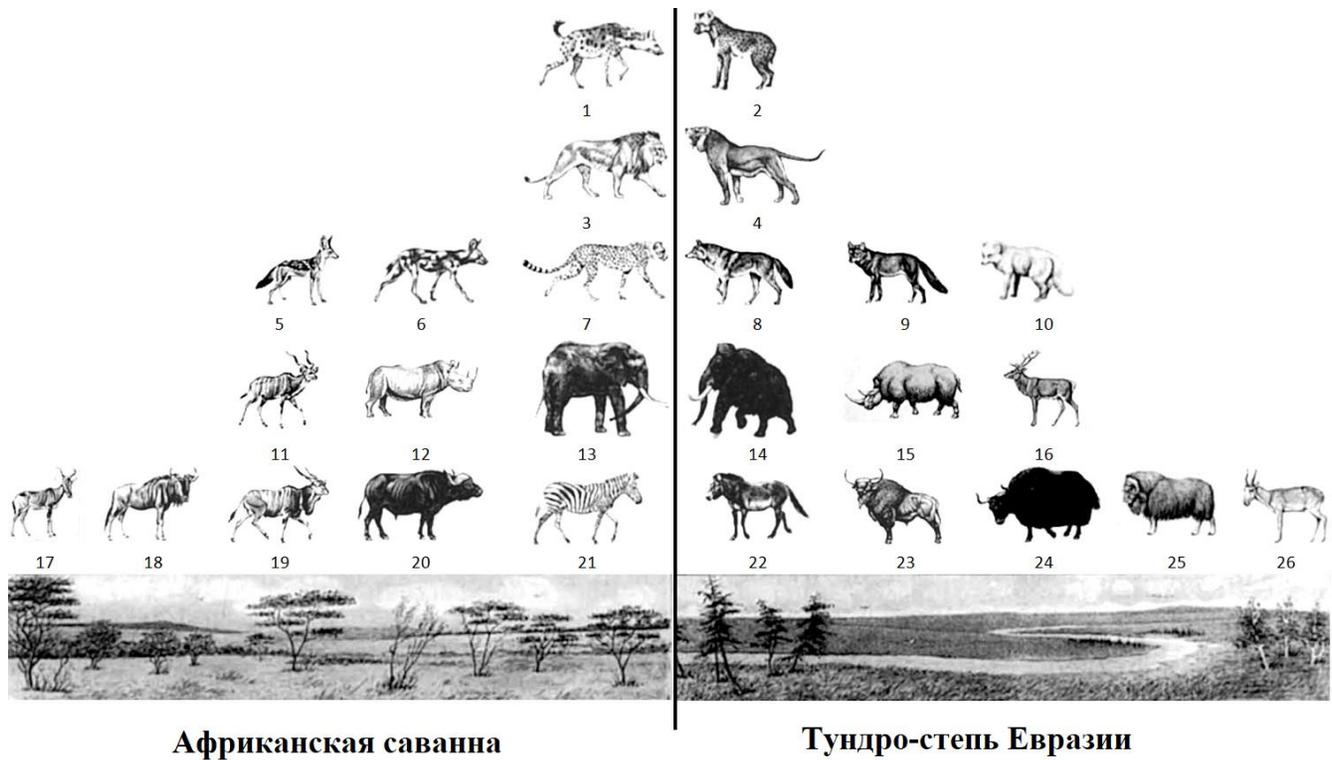


Рис. 1. Схематическое сравнение фаун африканской саванны и плейстоценовой тундро-степи Евразии [64].

**Список видов:**

**Пятый уровень (падальщики):** 1 – пятнистая гиена (*Crocota crocuta* Erxl.) и полосатая гиена (*Hyaena hyaena* L.), 2 – пещерная гиена (*Crocota spelaea* Goldf.)

**Четвертый уровень (хищники второго порядка):** 3 – африканский лев (*Panthera leo* L.), 4 – пещерный лев (*Panthera spelaea* Goldf.)

**Третий уровень (потребители копытных и грызунов, активные хищники, хищники первого порядка):** 5 – шакалы (*Canis mesomelas* Schreb, *C. adustus* Sundev.), 6 – гиеновидная собака (*Lycaon pictus* Temm.), 7 – гепард (*Acinonyx jubatus* Schreb.), 8 – волк (*Canis lupus* L.), 9 – дикая собака (*Cuon alpinus* Pall.), 10 – арктическая лиса (*Alopex lagopus* L.)

**Второй уровень (животные, потребляющие травы, листья кустарников, ветки и кору):** 11 – антилопы куду (*Tragelaphus strepsiceros* Pall., *T. imberbis* Blyth), 12 – белый носорог (*Ceratotherium simum* Burch.), 13 – африканский слон (*Loxodonta africana* Blum.), 14 – мамонт (*Mammuthus primigenius* Blum.), 15 – шерстистый носорог (*Coelodonta antiquitatis* Blum.), 16 – благородный олень (*Cervus elaphus* L.)

**Первый уровень (травоядные):** 17 – африканские газели (*Gazella granli* Brooke, *G. thomsoni* Giinth.), 18 – антилопа гну (*Connochaetes taurinus* Burch.), 19 – антилопа топи (*Dama fiscus korrigum* Ogilby), степной бубал (*Alcelaphus buselaphus* Pall.), 20 – африканский буйвол (*Syncerus coffer* Sparrm.), 21 – зебры (*Equus greyvi* Oust., *E. burchelli* Gray), 22 - евразийские лошади (*Equus latipes* V. Grom., *E. lenensis* Russ.), 23 – забайкальский буйвол (*Parabubalis capricornis* V. Grom), 24 – степной зубр (*Bison priscus* Woj.), 25 – овцебык (*Ovibos moschatus* Zimm.), 26 – сайга (*Saiga tatarica* L.)

Помимо полного соответствия комплементарных систем, а также современных и плейстоценовых типов животных, полностью совпадали и их кормовые ресурсы, а также способы их использования членами трофических цепей.

Согласно натурным данным, повышенная продуктивность африканских саванн – следствие выпаса, ускоряющего оборот веществ и энергии. Крупные фитофаги потребляют 17–94 % первичной продукции и возвращают в почву изъятые вещества с мочой и навозом. Исследователи установили, что потравленные растения, вследствие наличия интеркалярных меристем, кустятся более интенсивно, чем непотравленные [13]. Повторная пастьба по ним эффективнее, чем по нетронутому травостою (на этой основе сформировались дву-многообразные укосы сена в сельском хозяйстве черноземных областей). Стравливаемые растения дольше непотравленных зеленеют в сухой сезон и быстрее наращивают биомассу в период дождей. В исследованиях также было установлено, что крупные и особенно крупнейшие звери создают благоприятную среду обитания для остальных обитателей комплементарных сообществ. При стравливаниях способность компенсаторного роста слабеет, но пастбища не деградируют благодаря сезонным миграциям фитофагов и изъятию части особей хищниками, а также гибелью части особей от старости и болезней [64]. *Этот способ использования пастбищ – совместный выпас животных принципиально различных по интенсивности и способам потребления ресурсов – принципиально отличается от современной пастьбы.*

В результате использования разными видами животных разных кормов и в разное время, кормовые ресурсы доисторических пастбищ не уменьшались. Деградация пастбищ препятствовало разновременное подавление разными фитофагами разных растений, а восстановление пастбищ обеспечивало расселение различными млекопитающими и птицами семян кормовых трав [55–63].

Исследователи установили, что повышенная мозаичность растительности возникает из-за неравномерности стравливания, вытаптывания и удобрения пастбищ животными. Мозаичные участки отличаются нанорельефом, структурой и влажностью почвы, содержанием питательных веществ и составом почвенной фауны. Это увеличивает разнообразие растительности вне зависимости от состава и обилия фитофагов. Модельная реконструкция плейстоценовых сообществ демонстрирует высочайшую эффективность использования ресурсов на основе принципа комплементарности. Данные, полученные исследователями, о видовом составе и особенностях существования Биоты Северной Евразии в Вюрме в сочетании с данными исследователей африканских саванн, поколебали представления о Вюрме как одном из суровых, в климатическом отношении, периодов плейстоцена, причем климаторегулирующую функцию по современным представлениям, выполняли стада крупных и крупнейших фитофагов [60–72].

Следует обратить особое внимание на то, что несоответствие данных из разных областей знаний показывает необходимость реконструкций климата плейстоцена, основанные на взаимосогласованном стремлении представителей разных специальностей найти путь **к решению проблем «ледникового периода»**. Однако, это станет возможным только в том случае, если помимо данных географии, геологии, геоморфологии, климатологии и прочих естественных наук мы сможем на паритетных началах оценить климаторегулирующую роль Биоты доантропогенного периода на основе палеоанализа доисторической Биоты Северного полушария и сопоставления этих данных с данными аналогов, в качестве которых целесообразно использовать **комплементарные системы животных, существующие в настоящее время в Южном полушарии** [64], а также огромное количество палеоданных о господстве крупных и крупнейших фитофагов на территории Северной Евразии в плейстоцене и части голоцена.

Следует отметить, что, принимая концепцию гляциологов о наличие огромных территорий, покрытых в плейстоцене льдами, или просто не обсуждая её, мы способствуем сохранению в биологии необоснованных представлений, препятствуя познанию, а, возможно, и восстановлению полноценной Биоты Земли – основного условия устойчивого существования Природы, а, следовательно, и всего человечества.

### **Климаторегулирующая роль Биоты Северной Евразии в доантропогенный период**

Необходимость модельных реконструкций климата плейстоцена для выяснения причины огромной продуктивности доисторических пастбищ в климатически неблагоприятный период ставит перед исследователями вопрос о наличие климаторегулирующей роли БИОТЫ – мощной самосохраняющейся системы, основная цель которой – поддержание устойчивого существования всех живых существ, объединенных в комплементарные системы гигантами-фитофагами мамонтового комплекса.

Несмотря на то, что огромные успехи палеонтологии позволяют реконструировать состав и структуру экосистем доантропогенного периода, решение вопроса о влиянии доантропогенной Биоты на климат еще не стало актуальной проблемой для исследователей, хотя отдельные попытки в этом направлении предпринимаются [73]. Эти и многие другие палеоданные, а также данные натурных наблюдений, ставят чрезвычайно важные вопросы о возможности оценки устойчивого существования современной Биоты и прогнозах ее развития при тех или иных воздействиях человека. По представления гляциологов климатические условия Вюрма не были пригодны для жизни значительной части видов Биоты Северного полушария [34-38]. Однако палеонтологи обнаружили и датировали кости именно тех животных, которые по мнению гляциологов не могли обитать в Северном полушарии в Вюрме [74] (рис. 2).

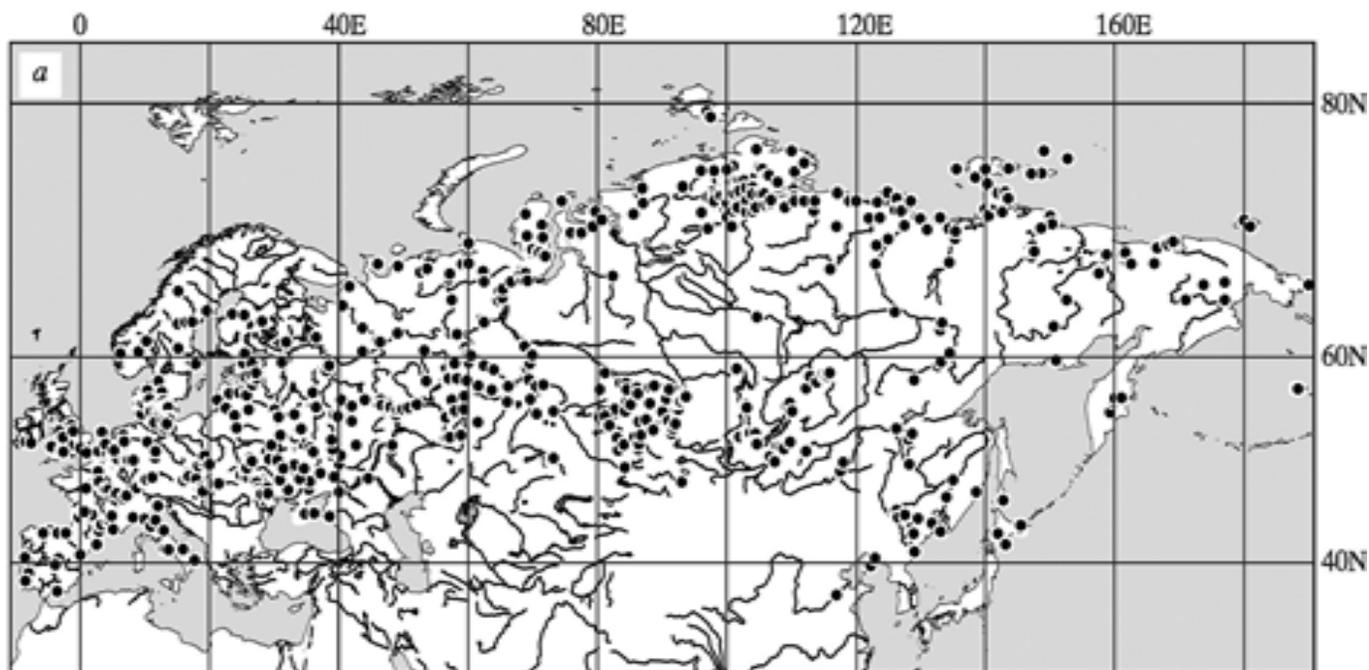


Рис. 2. Позднеплейстоценовые и голоценовые местонахождения мамонта в Северной Евразии [74].

Так, например, обзор палеоисследований показывает, что на Новосибирских островах в позднем Вюрме жили мамонты, пещерные львы, шерстистые носороги, бизоны, овцебыки, сайга, лошади, лоси, благородные олени, волки, россомахи, бурые медведи, зайцы, полевки, северные олени, песцы, лемминги и многие другие животные [52–57]. На Среднем Урале, помимо перечисленных выше видов, в пещерах жили: гималайский медведь и дикобраз – современные обитатели высокогорий и многие другие животные [66–67]. Для оценки условий жизни в позднем Вюрме мы приводим, в качестве примера, несколько строк из работы Н.К. Верещагина, которые позволяют мысленно реконструировать климат позднего Вюрма: *«Судя по исследованиям массовых природных кладбищ копытных в долинах рек и по раскопкам палеолитических стоянок на Русской равнине и в Сибири численность особей и вес биомассы копытных были очень велики. На единицу площади этот вес был, по-видимому, не ниже, чем в саваннах экваториальной Африки. Показателем расцвета ряда степных видов копытных в плейстоцене служит их индивидуальный вес. Так, например, по расчетам размеров черепа и*

*скелета вес среднеплейстоценовых бизонов в Поволжье достигал 1,5–2 тонны против 800–900 кг у современных зубров и бизонов» [72].*

Существенные продвижения в решении проблемы «парадокса доисторических пастбищ» стали очевидны, когда были обобщены палеоданные об огромном разнообразии гигантов-фитофагов мамонтового комплекса, населяющих Северную Евразию.

Постоянное увеличение палеоданных, свидетельствующих об абсолютном господстве крупных и крупнейших фитофагов и огромном количестве сопутствующих им видов на протяжении всего плейстоцена и части голоцена [55–72], ставит перед исследователями задачу пересмотра представлений об особенностях позднего Вюрма и о роли комплементарных систем, организованных крупными и крупнейшими фитофагами в поддержании благоприятного температурного режима для роста и развития трав – основного корма гигантов-фитофагов мамонтового комплекса и сопутствующих им видов, а также полноценного развития почвенной Биоты.

***Необходимость и возможность оценки климаторегулирующей роли Биоты до начала антропогена. Отепляющая роль гигантов-фитофагов мамонтового комплекса***

Заметное продвижение в модельных реконструкциях доисторических пастбищ, обеспечивающих кормами огромные стада травоядных, в том числе гигантов-фитофагов мамонтового комплекса, стало возможным в результате проведения модельных экспериментов по включению гигантов-фитофагов в современные лесные сообщества [75, 76]. Были получены следующие результаты изменений лесных сообществ: изреживание или сильное сокращение древесного полога; изменение видового состава трав в целом за счет значительного увеличения доли злаков; ускорение циклов оборотов элементов минерального питания; увеличение продуктивности пастбищ; уменьшение числа пожаров в связи с отсутствием

ветоши. Моделируя обстановку плейстоцена авторы пришли к заключению, что больший, чем в настоящее время, размер тела травоядных млекопитающих – это ключ к объяснению парадоксальной производительности травяных экосистем из-за более эффективного использования растений травоядными животными с большими размерами тела вследствие особенностей их пищеварительной системы.

Подтверждением представлений об отепляющей роли Биоты стали все увеличивающиеся в мировой литературе данные о значительных объемах глобальных выбросов метана от огромного поголовья крупного рогатого скота. Сельскохозяйственные животные отличаются высокой интенсивностью выделения  $\text{CH}_4$  в результате внутренней ферментации, которая характерна для пищеварительной системы жвачных животных [73, 77–79]. С этим источником связано 30 % глобальных антропогенных выбросов метана [80–81]. Метан – один из важнейших газов, создающих парниковый эффект в атмосфере Земли, он в 21–25 раз эффективнее удерживает тепло в атмосфере Земли, чем  $\text{CO}_2$  [82]. Данные, полученными в замечательных экспериментах С.А. Зимова [83] по реконструкции доантропогенной Биоты, в значительной степени способствует пониманию причин процветания Биоты Земли в плейстоцене, обусловленного средообразующей деятельностью гигантов-фитофагов мамонтового комплекса.

Одновременно, следует напомнить, что высокая производительность злаковых биомов обусловлена способностью интеркалярных меристем к отрастанию после скусывания, стимулируемому слюной пастбищных животных [13, 14]. Сочетание способности злаков к отрастанию после скусывания с особенностями пищеварительной системы крупных пастбищных животных и обуславливает «парадоксально высокую продуктивность» пастбищ, как доисторических, так и современных, при условии учета пастбищных нагрузок на Биоту.

Следует обратить внимание, что сходное заключение о роли гигантов-фитофагов значительно раньше проведенных исследований [73, 75] было сделано

П.В. Пучковым и многими другими авторами [59–63] на основе детального анализа палеоистории эпохи Вюрма, представленной в серии статей под общим названием *«некомпенсированные вюрмские вымирания»*.

На основе натуральных и модельных данных П.В. Пучков реконструировал «доисторические» (доантропогенные) леса эпохи Вюрма. Согласно его данным, подтвержденным многими исследователями, доисторические леса были высоко мозаичны, с разреженным древесным пологом, с повышенным локальным разнообразием и большой плотностью крупных млекопитающих. Факторами, улучшающими среду обитания разных животных, были крупнейшие звери. При этом в понятие «улучшение среды обитания» целесообразно вложить и влияние крупных стад гигантов-фитофагов мамонтового комплекса на изменение температурного режима среды их обитания. Это обобщение результатов исследований доисторических лесов, проведенное В.Г. Пучковым и его коллегами, целесообразно рассматривать как аксиому концепции комплементарности.

Необходимо также отметить огромную роль почвенной Биоты как в обеспечении высокой продуктивности растительного покрова доисторических пастбищ, так и в утепляющем эффекте почвенной Биоты, комплементарно связанной с крупными млекопитающими. В современных исследованиях почвенного дыхания на полях в Канаде показано, что при внесении навоза крупного рогатого скота микробная биомасса повышается в 2–3 раза, и также пропорционально растет выделение углекислого газа (2–3 раза), что приводит и к повышению температуры почвы. Внесение минеральных удобрений не оказывает такого эффекта [84]. Однако, широко известно, что повышение содержания углекислого газа в современных плохо структурированных почвах может оказывать негативные эффекты на функционирование всей почвенной жизни. Напротив, в почвах, где обитают как крупные роющие позвоночные животные (суслики, сурки и др.), так и крупные роющие беспозвоночные (норные черви) создаются большие

объемы свободных пространств, в которых трудно представить повышение содержания углекислого газа до критических для почвенной жизни уровней. Поэтому, можно предположить, что разнообразие роющих почвенных животных в доантропогенный период компенсировало эффекты парниковых газов, которые не оказывали угнетающего влияния на почвенную биоту, но обладали утепляющим эффектом.

Несомненно, что эти представления высказанные как предположение, основанное на сравнении современной Биоты Северной Евразии и палеобиоты [50, 84], требуют углубленного исследования с широким использованием модельных экспериментов. Сопоставление высочайшей продуктивности пастбищных экосистем плейстоцена, где все процессы поддержания и развития Биоты определяли гиганты-фитофаги мамонтового комплекса, в сочетании со сведениями об утепляющем эффекте стад современных сельскохозяйственных животных [77–82], дают основание предполагать, что Биота анализируемой территории в целом оказывала существенное воздействие на климат Земли в плейстоцене.

**Деградация Биоты анализируемой территории в плейстоцен – голоцене – времени постепенного достижения абсолютного господства человека над**

### **Природой**

*Расцвет «присваивающего» хозяйства – постепенное разрушение комплементарных систем лесо-лугово-болотных ландшафтов Северной Евразии: плейстоцен-голоцен.* Огромное разнообразие Биоты: видов животных, растений и представителей других царств, успешно существовавших на просторах Северной Евразии в плейстоцене – начале голоцена составило основу стремительного расцвета «присваивающего хозяйства». Освоив разные типы охот и приручив собаку, люди начали стремительно уничтожать в первую очередь крупных фитофагов – наиболее удобный объект для коллективных охот [85, 86]. К настоящему времени огромные данные свидетельствуют об использовании по

преимуществу крупных животных и гигантов-фитофагов в пищу, для построек жилищ, изготовления одежды, утвари, орудий труда и даже украшений. Это также свидетельствует об огромных ресурсах Биоты Северной Евразии и о благоприятных климатических условиях существования всех видов Биоты в целом, что и обусловило стремительную экспансию человека в Северном полушарии [55–63, 87].

***Некомпенсированные вюрмские вымирания – время полного уничтожения гигантов-фитофагов мамонтового комплекса и разрушения комплементарных систем Северной Евразии.***

Такое название процесса – «некомпенсированные вымирания» – дано палеонтологами соответствующему этапу Вюрма вследствие того, что до этого времени, по их представлениям, в процессе эволюционного развития Биоты Земли одни виды постепенно сменяли другие виды, однако Вюрм отличался стремительным исчезновением огромного числа видов животных – преимущественно гигантов-фитофагов мамонтового комплекса, вымирание которых не сопровождалось появлением и развитием каких-либо новых существ. Массовое вымирание представителей Биоты Вюрма (животных и растений) началось в позднем плейстоцене (130 тысяч лет назад). Большинство из них датируется началом голоцена. Возможные причины вымирания трактуются неоднозначно: одна часть исследователей считает основной причиной изменение климата. Другая – уничтожение человеком. При этом все исследователи признают, что особенно сильно пострадала мегафауна – животные тяжелее 45 кг.

Первым исследователем, который обосновал заключение, *что гибель животных ледникового периода – (ВЮРМА) – это следствие деятельности первобытных охотников*, был Альфред Рассел Уоллес (1823–1913), британский натуралист, путешественник, географ, биолог и антрополог [88], затем его гипотеза была многократно поддержана его последователями и получила широкое признание [89–107]. Все вместе эти исследователи показали, что главная причина крушения

экосистем «мамонтовых степей» – палеолитическая революция, в процессе которой первобытные люди освоили наиболее совершенные методы охоты на крупных и крупнейших животных как наиболее легкую добычу при коллективной охоте. Влияние первобытного человека стало четко проявляться в результате исследований палеолитических стоянок, где были найдены и датированы кости, шкуры, зубы и другие части животных, используемые для изготовления орудий труда, одежды, хозяйственной и прочей утвари, жилищ и даже украшений. Аналогичные представления высказывали его предшественники [67–71].

Несмотря на то, что данные о продуктивности растительного покрова в позднем вюрме отсутствовали, авторы проводили аналогии между продуктивностью "мамонтовых" пастбищ и современных африканских саванн на основе сходства состава жизненных форм, размерных показателей и прочих характеристик видов, которые организовывали и возглавляли комплементарные системы Северного и Южного полушария. Применительно к анализируемой территории собранные материалы показали, что в позднем плейстоцене человек активно осваивал Северные области Земли – стоянки этого времени известны далеко за Полярным кругом: на средней Печоре, в низовьях рек Алдана и Лены, в бассейнах рек Индигирки и Колымы, на Чукотке, Камчатке, Аляске [96, 97]. На Новосибирских островах в состав мамонтовой фауны, непрерывно существовавшей здесь с 55 тыс.л.н. до 2.9 тыс.л.н., входил мамонт, до 2.4 тыс.л.н. – овцебык на Таймыре и лошадь в низовьях Колымы до средневековья. В целом, в России и прилегающих территориях известно более 1200 стоянок и местонахождений верхнего палеолита, многие из них многослойны. Так, например, в Костенковско-Борщевском районе на Среднем Дону известно более 20 памятников, на которых представлено более 60 культурных слоев. Свидетельствами освоения самых разнообразных территорий служат стоянки человека и в горах

Кавказа и Памира, в Средней Азии и на Ближнего Востока. Известны местонахождения в ныне безводных и пустынных районах.

Об интенсивности освоения ресурсов Северной Евразии в верхнем палеолите свидетельствует также изготовление украшений: ожерелья, диадемы, браслеты; появляется расшитая бусинами одежда, широко распространяется плетение, вязание и, в некоторых районах, ткачество. Возраст образцов первого текстиля – 26 тыс. лет, они обнаружены на стоянках в Моравии (Центральная Европа). Растительным сырьем для него служили волокна крапивы и конопли.

В это же время формируются обряд погребения, самый известный пункт – стоянка Сунгирь [94] во Владимирской области, обнаружена в 1955 году. Данные о пище, одежде и орудиях труда и охоты, а также об изготовлении украшений свидетельствуют о благоприятных климатических условиях обитания человека на территории Северной Евразии в позднем Вюрме – последней и одной из самых суровых ледниковых эпох по представлениям гляциологов.

Кроме разнообразия животного мира, четко выявляющегося в исследованиях стоянок, палинологи отмечают разнообразный характер флоры. В одних и тех же спорово-пыльцевых спектрах позднего плейстоцена найдены современные тундровые, степные и лесные виды [92, 98].

По данным исследователей для «вюрма» характерна малая доля пыльцы деревьев и кустарников и большая доля пыльцы трав, главным образом, из семейств злаков, маревых и гвоздичных, а также из родов *Artemisia*, *Ephedra* и *Dryas* и др. [102] Среди деревьев максимальная доля пыльцы в спорово-пыльцевых спектрах приходится на r-стратегов: представителей родов *Betula*, *Salix*, *Pinus* и пр. В качестве главной особенности природы вюрма исследователи считали преобладание нелесных ландшафтов и господство в растительном покрове злаков. Следует отметить, что представления о воздействии ключевых видов Вюрма на растительный покров и формирование позднеплейстоценовых ландшафтов

развивались в результате использования метода биологических и экологических аналогов [96–98], что стало возможно в результате углубленного изучения средообразующей роли африканских слонов и других обитателей саванн.

Огромное средообразующее воздействие растительных видов мамонтового комплекса (и в первую очередь, самого мамонта) подавляло развитие деревьев на плакорах, создавая преимущества для трав [99, 100]. Позднеплейстоценовый растительный покров не был похож на современный: открытые пространства сочетались с лесными участками, одновременно были широко представлены экотонные сообщества. По данным палеонтологов и зоологов в криогенные степях Северной Евразии эпохи Вюрма обитал мамонт трогонтериевый, мамонт хазарский, слон южный, лев пещерный, медведь пещерный, носорог этрусский, носорог шерстистый, сайга, лошадь широкопалая. В лесо-луговых комплексах – лось, благородный олень, волк, россомаха, бурый медведь, северный олень, песец, сибирский и копытный лемминги, слон степной, лесной волк, медведь бурый, олень благородный и зубр.

На Новосибирские островах с 55 тыс. л.н. до 9 тыс. л.н. – жил мамонт трогонтериевый, мамонт хазарский, слон южный, лев пещерный, медведь пещерный, носорог этрусский, носорог шерстистый, сайга, до 2.4 тыс. л.н. - лошадь до 2.9 тыс. л.н. – овцебык и другие крупные животные; [58, 59, 71, 72]. В лесо-луговых комплексах обитали: слон, лесной волк, медведь бурый, олень благородный и зубр. К настоящему времени эти данные зарегистрированы в работах палеонтологов и отражены в картографическом материале, что позволяет оценить уровни потерь видов Биоты Северной Евразии и, в первую очередь, гигантов мамонтового комплекса.

Влияние первобытного человека на Биоту установлено в результате анализа костей, покровных тканей, содержание желудков, также одежды и утвари, изготовленных из шкур, костей и зубов животных. Одновременно, исследования

палеонтологами жилищ, утвари, оружия для охоты и пр. четко объясняют так называемый парадокс «некомпенсированных вюрмских вымираний». В суровой обстановке плейстоцена, описываемой в многочисленных сочинениях, совершенно удивительной представляется продуктивность «мамонтовых» экосистем, вскармливавших мегафауну, экологически подобную африканской. Поскольку такая продуктивность не находит объяснений при современных представлениях о «возможностях» доисторических экосистем, то ее характеризуют как «парадоксом тундростепи» или как «парадокс доисторических пастбищ» [92, 93]. *Это название свидетельствует о том, что исследователи, невероятно сузив свой кругозор, просто не приняли во внимание огромные палеоданные о практически полном уничтожении гигантов мамонтового комплекса в Северном полушарии.*

Эта научная «слепота» особенно парадоксально выглядит в настоящее время, когда обширнейшая мировая литература свидетельствует о массовом уничтожении гигантов – фитофагов Северного полушария, чья организующая роль определяла огромную продуктивность и территориальное господство лесо-лугово-степных комплексов комплементарных систем, возглавляемых гигантами-фитофагами, практически полностью уничтоженными на первых этапах развития присваивающего хозяйства. Обобщение палеоданных и реконструкции ареалов животных и растений позволили высказать вполне обоснованное предположение, что возникновение пояса сомкнутых лесов на анализируемой территории в конце плейстоцена – первой половине голоцена есть результат гибели гигантов-фитофагов мамонтового комплекса; а формирование современных природных комплексов – следствие преобразования ареалов и полного или частичного уничтожения ключевых видов животных и растений в результате антропогенных воздействий [86, 87, 107, 108].

## **Заключение к 1 части**

Практически полное уничтожение гигантов-фитофагов мамонтового комплекса вызвало катастрофические события:

**1. изменение температурного режима** комплементарных систем в связи с прекращением тепляющего воздействия огромных стад гигантов-фитофагов мамонтового комплекса и значительным сокращением тепляющего эффекта почвенной Биоты в первую очередь в связи с исчезновением ресурса, значимого для ее устойчивого функционирования, – экскрементов крупных стад животных.

**2. падением почвенного плодородия** в связи с отсутствием продуктов жизнедеятельности (экскрементов) гигантов-фитофагов, а также с деградацией комплекса почвенной биоты.

**3. падение продуктивности комплексов трав** в связи с отсутствием гигантов-фитофагов, слюна которых стимулировала кущение и отрастание злаков, а также с отсутствием возвращения в почву биогенных элементов с трупами и экскрементами животных, а также с падением почвенного плодородия.

**4. изменением размеров и границ ареалов** животных, растений, грибов в связи с изменениями локального климата, обусловленное уничтожением гигантов-фитофагов.

**5. смена комплементарных систем с господством трав – основного корма фитофагов, системами с господством деревьев и кустарников,** более медленное развитие которых делало эти ландшафты непригодными (или малопригодными) для сохранившихся фитофагов.

Таким образом, спонтанное развитие Биоты Северной Евразии завершилось на протяжении конца плейстоцена – начала голоцена, когда присваивающее хозяйство привело к значительной деградации Биоты в целом. На этом этапе естественное развитие Биоты прекратилось, а ее отдельные фрагменты, охарактеризованные как «природные зоны», при тщательном исследовании их палеоистории оказываются антропогенно обусловленными образованиями разных этапов деградации.

Работа выполнена по теме ГЗ ЦЭПЛ РАН "Методические подходы к оценке структурной организации и функционирования лесных экосистем" номер государственной регистрации - АААА-А18-118052400130-7 и при финансовой поддержке проекта РФФИ (19-04-00-609 А).

### Список литературы

1. Вальтер, Г. Растительность Земного Шара / Г. Валтер. – М. : Прогресс, 1974. – Т. 2. – 423 с.
2. Donlan, J. C. Pleistocene rewilding: an optimistic agenda for twenty-first century conservation / J. C. Donlan, J. Berger, C. E. Bock, J. H. Bock, D. A. Burney, J. A. Estes, D. Foreman, P. S. Martin, G. W. Roemer, F. A. Smith, M. E. Soule, H. W. Greene // *The American Naturalist*. – 2006. – Vol. 168 (5). – P. 660–681. – DOI: 10.1086/508027.PMID 17080364.
3. Мильков, Ф.Н. Человек и ландшафты / Ф.Н. Мильков – М.: Мысль, 1973. – 223 с.
4. Kolasa, J. Ecological systems and the concept of biological organization / J. Kolasa, S. T. A. Pickett // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 1989. – Vol. 86 (22). – P. 8837–8841.
5. Smirnova, O. V. The concept “complementarity” as the basis for model and nature reconstruction of potential biota in the current climate / O. V. Smirnova, A. P. Geraskina, A. A. Aleynikov // *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. – 2018. – Vol. 3 (3). – DOI: 10.21685/2500-0578-2018-3-1.
6. Горшков, В. Г., Макарьева, А. М. Биотический насос атмосферной влаги, его связь с глобальной атмосферной циркуляцией и значение для круговорота воды на суше. Препринт / В. Г. Горшков, А. М. Макарьева. – Гатчина: Петербургский институт ядерной физики РАН. – 2006. – 49 с.
7. Павлов, Д. С. Биоразнообразие, экосистемные функции и жизнеобеспечение человечества / Д. С. Павлов, Е. Н. Букварева // *Вестник РАН*. – 2007. – Т. 77. – № 11. – С. 974–986.
8. Короткевич, Е. Л. История формирования гипарионовой фауны восточной Европы / Е. Л. Короткевич. – Киев: Наукова Думка, 1988. – 160 с.
9. Верещагин, Н. К. Формирование териофауны СССР в четвертичном периоде / Н. К. Верещагин, И. М. Громов // *Успехи соврем. териологии*. – 1977. – С. 32–45.
10. Верещагин, Н.К. От ондатры до мамонта. Путь зоолога / Н. К. Верещагин. – СПб., 2002. – 336 с.
11. Иорданский, Н. Н. Эволюция жизни / Н. Н. Иорданский. – М.: Академия наук, 2001. – 426 с.
12. Орлов, Ю. А. В мире древних животных / Ю. А. Орлова. – М.: АН СССР, 1961. – 192 с.
13. Алексеева, Л. И. Териофауна верхнего плейстоцена Восточной Европы (крупные млекопитающие) / Л. И. Алексеева. – М.: Наука, 1989. – 109 с.

14. Пидопличко, И. Г. О ледниковом периоде. Возникновение и развитие учения о ледниковом периоде / И. Г. Пидопличко. – Вып. 1. – Киев: КГУ им. Т.Г. Шевченко, 1946. – 173 с.
15. Пидопличко, И. Г. О ледниковом периоде. Биологические и географические особенности европейских представителей четвертичной фауны / И. Г. Пидопличко. – Вып. 2. – Киев: Изд-во АН УССР, 1951. – 264 с.
16. Пидопличко, И. Г. О ледниковом периоде. История четвертичной фауны Европейской части СССР / И. Г. Пидопличко. – Вып. 3. – Киев: АН УССР, 1951. – 221 с.
17. Пидопличко, И. Г. О ледниковом периоде / И. Г. Пидопличко. – Вып. 4. – Киев Изд-во АН УССР, 1956. – 336 с.
18. Пидопличко, И. Г. Мировоззренческие основы гипотезы о периодических оледенениях земного шара / И. Г. Пидопличко // Природная обстановка и фауны прошлого. – Вып. 2. – Киев: Наукова думка, 1965. – С. 3–15.
19. Жерихин, В. В. Генезис травяных биомов / В. В. Жерихин // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. – М.: Недра, 1994. – С. 132–137.
20. Жерихин, В. В. Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике / В. В. Жерихин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2003. – 548 с.
21. Жерихин, В. В. Природа и история травяных биомов // Степи Евразии: проблемы сохранения и восстановления. / В. В. Жерихин. – М.: ИГАН РАН, 1993. – С. 29–49.
22. Andren, O. Biodiversity and species redundancy among litter decomposers / O. Andren, J. Bengtsson, M. Clarholm // The Significance and Regulation of Soil Biodiversity. – Dordrecht: Springer, 1995. – P. 141–151.
23. Groffman, P. M. Soil and sediment biodiversity – Cross-system comparisons and large-scale effects / P. M. Groffman, P. J. Bohlen // BioScience. 1999. – Vol. 49. – P. 139–148.
24. Ayres, E. Soil biota accelerate decomposition in high-elevation forests by specializing in the breakdown of litter produced by the plant species above them / E. Ayres, H. Steltzer, S. Berg, D. H. Wall // Journal of Ecology. – 2009. – Vol. 97 (5). – P. 901–912.
25. Maestre, F. T. Species richness effects on ecosystem multifunctionality depend on evenness, composition and spatial pattern. / F. T. Maestre, A. P. Castillo-Monroy, M. A. Bowker, R. Ochoa-Hueso // Journal of Ecology. – 2012. – Vol.100. – P. 317–330.
26. Veresoglou, S. D. Extinction risk of soil biota / S. D. Veresoglou, J. M. Halley, M. C. Rillig // Nature communications. – 2015. – Vol. 6. (1). – P. 1–10.
27. Cortois, R. The curse of the black box / R. Cortois, G. B. De Deyn // Plant and Soil. – 2012. – Vol. 350. (1-2). – P. 27–33.

28. Whitford, W. G. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems / W. G. Whitford // *Biodiversity & Conservation*. – 1996. – Vol. 5 (2). – P. 185–195.
29. Martin, F. M. Ancestral alliances: plant mutualistic symbioses with fungi and bacteria / F. M. Martin, S. Uroz, D. G. Barker // *Science*. – 2017. – Vol. 356 (6340). DOI: 10.1126/science.aad4501.
30. van Klink, R. Rewilding with large herbivores: Positive direct and delayed effects of carrion on plant and arthropod communities / R. van Klink, J. van Laar-Wiersma, O. Vorst, C. Smit // *PloS one*. – 2020. – Vol. 15 (1). P. 1–17.
31. Лайель, Ч. Основные начала геологии или новейшие изменения земли и её обитателей / Ч. Лайель. – М.: изд. А. Глазунова, 1866. – Т. 1. – 399 с.
32. Ломоносов, М. В. О слоях земных / М. В. Ломоносов – М.-Л., 1949. – 211 с.
33. Лепёхин, И. И. Дневные записки путешествия академика и медицины доктора Ивана Лепёхина по разным провинциям Российского государства / И. И. Лепехин – СПб., 1814. – Часть 3. – 376 с.
34. Имбри, Д. Тайны ледниковых эпох. Полтора века в поисках разгадки: пер. с англ. / Д. Имбри, К. П., Имбри. – М. : Прогресс, 1988. – 263 с.
35. Величко, А. А. Природный процесс в плейстоцене / А. А. Величко. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
36. Марков, К. К. Четвертичный период (ледниковый период – антропогенный период). Т. III. Материки и океаны / К. К. Марков, А. А. Величко. – М.: Недра, 1967. – 440 с.
37. Серебрянный, Л. Р. Древнее оледенение и жизнь / Л. Р. Серебрянный. – М.: Наука, 1980. – 128 с.
38. Котляков В. М. Гляциологический словарь / В. М. Котляков. – Л.: Гидрометиздат, 1984. – 496 с.
39. Чувардинский, В. Г. О ледниковой теории. Происхождение образований ледниковой формации / В. Г. Чувардинский. – Апатиты: КНЦ РАН, 1998. – 302 с.
40. Чувардинский, В. Г. Четвертичный период. Новая геологическая концепция / В. Г. Чувардинский. – Саарбрюккен : Lambert Academic Publishing, 2013. – 302 с.
41. Chuvardinsky, V. Quarternary relief on the Baltic Shield. Continental glacier or fault neotectonics? / V. Chuvardinsky. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2014. – 122 p.
42. Skuf'in, P. K. Chuvardinsky's antiglacial (generalized geological) conception / P. K. Skufyin, Yu. N. Golubchikov, S. P. Evdokimov, A. A. Predovsky // *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. – 2016. – Vol. 1 (4). – DOI 10.21685/2500-0578-2016-4-1.
43. Chuvardinsky, V. G. Planetary permo-carboniferous ice age–Bank of paleontological and geological facts for disproving the glacial theory / V. G.

- Chuvardinsky // *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. – 2017. – Vol. 2 (3). – DOI 10.21685/2500-0578-2017-3-1.
44. Крапивнер, Р. Б. Кризис ледниковой теории: аргументы и факты / Р. Б. Крапивнер. – Москва: Геос, 2018. – 320 с.
  45. Леви, К. Г. Радиоуглеродная хронология природных и социальных феноменов Северного полушария / К. Г. Леви, Н. В. Задонина, С. А. Язев. – Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2009. – Т. 1. – 715 с.
  46. Леви, К. Г. Радиоуглеродная хронология природных и социальных феноменов Северного полушария / К. Г. Леви, Н. В. Задонина, С. А. Язев. – Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2011. – Т. 2. – 527 с.
  47. Леви, К. Г. Радиоуглеродная хронология природных и социальных феноменов Северного полушария / К. Г. Леви, Н. В. Задонина, С. А. Язев. – Иркутск: Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2011. – Т. 3. – 847 с.
  48. Мейен, С. В. Основы палеоботаники / С. В. Мейн. – М.: Недра, 1983.
  49. Криштофович, А. Н. Палеоботаника / А. Н. Криштофович. – Л.: 1957. – 329 с.
  50. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность / отв. ред. О. В. Смирнова. – М.: Наука, 2004. – Кн. 1. – 479 с.
  51. Калякин, В. Н. Альтернатива гипотезе гигантских покровных оледенений / В. Н. Калякин // *Биогеография*. – 2003. – Вып. 11. – С. 62–73.
  52. Калякин, В. Н. Был ли ледниковый период? / В. Н. Калякин // *Энергия. Экономика. Техника. Экология*. – 2005. – Т. 1. – С. 61–65.
  53. Калякин, В. Н. О причинах и последствиях распада мамонтовых фаун / В. Н. Калякин // *Успехи современной биологии*. – 2014. – Т. 134 (1). – С. 81–96.
  54. Калякин, В. Н. Об особенностях трансформации териофаун Палеарктики и Неарктики в конце кайнозоя / В. Н. Калякин // *Успехи современной биологии*. – 2015. – № 4. – С. 390–409.
  55. Martin, P. S. Prehistoric Overkill / P. S. Martin, H. E. Wright (eds.) // *Pleistocene Extinctions: The Search for a Cause*. – New Haven: Yale University Press, 1967. – P. 75–120.
  56. Martin, P. S. Prehistoric Overkill: The Global Model / P. S. Martin, R. G. Klein // *Quaternary Extinctions*. – Tucson, Arizona: Univ. Arizona Press, 1984. – P. 354–403.
  57. Owen-Smith, N. Megafaunal extinctions: the conservation message from 11000 Years B.P. / N. Owen-Smith // *Conserv. Biology*. – 1989. – Vol. 3 (4). – P. 405–412.
  58. Owen-Smith N. Pleistocene extinctions: the pivotal role of megaherbivores / N. Owen-Smith // *Paleobiology*. – 1987. – Vol. 13. – P. 351–162.
  59. Пучков, П. В. Некомпенсированные вюрмские вымирания. Сообщение 1. Крупнейшие растительоядные: эври- или стенобионты? / П. В. Пучков // *Вестник зоологии*. – 1991. – № 5. – С. 45–53.

60. Пучков, П.В. Некомпенсированные вюрмские вымирания. Сообщение 2. Преобразование среды гигантскими фитофагами / П. В. Пучков // Вестник зоологии. – 1992а. – № 1. – С. 58–66.
61. Пучков, П. В. Некомпенсированные вюрмские вымирания. Сообщение 3. Перепромысел, «недопромысел» и другие факторы / П. В. Пучков // Вестник зоологии. – 1992б. – № 4. С.73–67.
62. Пучков, П. В. Некомпенсированные вюрмские вымирания. Сообщение 4. Старый Свет: смягченный кризис // П. В. Пучков // Вестник зоологии. – 1993а. – № 1. – С. 63–70.
63. Пучков, П. В. Некомпенсированные вюрмские вымирания. Сообщение 5. Кризис в Палеарктике Кризис в Палеарктике / П. В. Пучков // Вестник зоологии. – 1993б. – № 4. – С. 59–66.
64. Verechagin, N. K. The ecological structure of Mammoth Fauna in Eurasia / N. K. Verechagin, G. F. Baryshnikov // Ann. Zool. Fennici. – 1992. – 28. – P. 253–259.
65. Верещагин, Н. К. Млекопитающие Кавказа / Н. К. Верещагин / М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – 703 с.
66. Косинцев, П. А. Находки дикобраза (*Hystrix vinogradovi*) и гималайского медведя (*Ursus thibetanus*) в позднем плейстоцене Среднего Урала/ П. А. Косинцев, И. Н. Подопригора // Териофауна России и сопредельных территорий. Материалы Международного совещания (VII съезд териологического общества). – 2003. – С. 42–43.
67. Верещагин, Н. К. Ареалы копытных фауны СССР в антропогене / Н. К. Верещагин, Г. Ф. Барышников // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1980. – Т. 93. – С. 3–20.
68. Пидопличко, И. Г. Новые данные о фауне Мезинской стоянки // КСИА АН УССР. – 1959. – Вып. 8. – С. 104–109.
69. Пидопличко, И. Г. Позднепалеолитические жилища из костей мамонта на Украине / И. Г. Пидопличко – Киев: Наукова думка, 1969. – 164 с.
70. Алексеева, Л. И. Териофауна верхнего плейстоцена Восточной Европы (крупные млекопитающие) / Л. И. Алексеева. – М.: Наука, 1989. – 109 с.
71. Алексеева Л.И. Археозоологическая коллекция из раскопок Дьякова городища в Москве / Л. И. Алексеева, В. Н. Калякин, Н. А. Кренке // Археологические памятники Москвы и Подмосковья. – 1996. – С. 24–44.
72. Верещагин, Н. К. Охота первобытного человека и вымирание плейстоценовых млекопитающих в СССР / Н. К. Верещагин // Труды ЗИН. – 1971. – Т. 49. – С. 200–232.
73. Smith, F. Methane emissions from extinct megafauna / F. Smith, S. Elliott, S. Lyons // Nature Geoscience. – 2010 – Vol. 3 (5). – P. 374–375.
74. Маркова, А. К. Эволюция экосистем Европы при переходе от плейстоцена к голоцену (24-8 тыс. л. н.) / Маркова, А. К., Ш. Бохнке, П. А. Косинцев, И.

- Мол, А. Ю. Пузаченко, А. Н. Симакова, А. Верпоорте, И. Б. Головачев. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 556 с.
75. Zhu, D. The large mean body size of mammalian herbivores explains the productivity paradox during the last glacial maximum / D. Zhu, P. Ciais, J. Chang, G. Krinner, S. Peng, N. Viovy, J. Peñuelas, S. Zimov // *Nat Ecol Evol.* – 2018. – Vol. 2 (4). – P. 640–649.
  76. Bakker, E. S. Combining paleo-data and modern exclosure experiments to assess the impact of megafauna extinctions on woody vegetation / E. S. Bakker, J. L. Gill, C. N. Johnson, F. W. Vera, C. J. Sandom, G. P. Asner, J. C. Svenning // *Proceedings of the National Academy of Sciences.* – 2016. – Vol. 113 (4). – P. 847–855.
  77. Artyomov, V. M. A 125-year history of CH<sub>4</sub> emission factors variation and emissions from livestock and animal waste in Russia / V. M. Artyomov, A. I. Nakhutin // *Non-CO<sub>2</sub> Greenhouse Gases: Scientific Understanding, Control and Implementation Proceedings of the Second International Symposium.* – Netherlandst : Springer Science & Business Media, 2013. – P. 145.
  78. Артемов, В. М. Эмиссия метана в животноводстве на территории России в течение 125 лет / В. М. Артемов, А. И. Нахутин // *Доклады Россельхозакадемии.* – 2000. – № 1. – С. 24–26.
  79. Семенов, С. М. Роль метана в современном изменении климата / С. М. Семенов, И. Л. Говор, Н. Е. Уварова – Москва, 2018. – 106 с.
  80. Pachauri, R. K. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / R. K. Pachauri, M. R. Allen, V. R. Barros, J. Broome W. Cramer, R. Christ et al. – Geneva : IPCC, 2014. – 168 p.
  81. Saunio, M. The growing role of methane in anthropogenic climate change / M. Saunio, R. B. Jackson, P. Bousquet, B. Poulter, J. G. Canadell // *Environ. Res. Lett.* – 2016. Vol. 11 (12) 120207. – doi:10.1088/1748-9326/11/12/120207.
  82. Wuebbles, D. J. Atmospheric methane: trends and impacts. *Non-CO<sub>2</sub> Greenhouse Gases: Scientific Understanding, Control and Implementation.* / D. J. Wuebbles, K. Hayhoe – Dordrecht: Springer, 2000. – P. 1–45.
  83. Zimov, S. A. Mammoth steppe: a high-productivity phenomenon / S. A. Zimov, N. S. Zimov, A. N. Tikhonov, F. S. Chapin // *Quaternary Science Reviews.* – 2012. – Vol. 57. – P. 26–45. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.10.005>.
  84. Rochette, P. Dynamics of soil microbial biomass C, soluble organic C and CO<sub>2</sub> evolution after three years of manure application / P. Rochette, E. G. Gregorich // *Can. J. Soil Sci.* – 1998. – Vol. 78. – P. 283–290.
  85. Калякин, В. Н. Приручение волка – поворот в судьбе человека и биосферы / В. Н. Калякин // *Материалы VI Съезда териол. общ.* – М., 1999. – С. 107.

86. Калякин, В. Н. О динамике распада мамонтовой фауны севера Евразии / В. Н. Калякин, С. А. Турубанова // Бюлл. МИОП. Отд. биол. 2003. – Т. 108, вып. 4. – С. 10–19.
87. Смирнова, О. В. Современная зональность Восточной Европы как результат преобразования позднеплейстоценового комплекса ключевых видов / О. В. Смирнова, В. Н. Калякин, С. А. Турубанова, М. В. Бобровский // Мамонт и его окружение: 200 лет изучения. – М.: Геос, 2001. – С. 200–208.
88. Уоллес А. Р. Тропическая природа: пер. с англ. / А. Р. Уоллес. – Изд. 3-е. – М.: Мысль, 1975. – 224 с.
89. Бадер, О. Н. Сунгирь. Палеолитические погребения. Позднепалеолитическое поселение Сунгирь / О. Н. Бадер. – М.: Научный мир, 1998. – С. 5–160.
90. Бадер, О. Н. Проблема смещения ландшафтных зон в голоцене и археология / О. Н. Бадер // Первобытный человек, его материальная культура и природная среда в плейстоцене и голоцене. – М., 1974. – С. 225–230.
91. Бадер, О.Н. Палеоэкология и люди стоянки Сунгирь / О. Н. Бадер // Палеоэкология древнего человека. К X конгрессу INQUA (Великобритания, 1977). – М.: Наука, 1977. – С. 31–40.
92. Верещагин, Н. К. Берелехское “кладбище” мамонтов / Н. К. Верещагин // Мамонтовая фауна Русской равнины и Восточной Сибири // – Тр. ЗИН АН СССР. – 1977. – Vol. 72. – С. 5–50.
93. Верховская, Н. Б. Условия обитания мамонтовой фауны на северо-востоке Сибири (по палеоботаническим данным) / Н. Б. Верховская // Биогеография Берингийского сектора Субарктики: материалы X Всерос. симпозиума (Магадан, 1983). – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. – С. 194–203.
94. Алексеева, Л. И. Охотничья фауна стоянки Сунгирь / Л. И. Алексеева // Позднепалеолитическое поселение Сунгирь. – М.: Научный мир, 1998. – С. 240–257.
95. Алексеева, Л. И. Конечная фаза развития позднеледниковой териофауны (по материалам центральных районов Русской равнины) / Л. И. Алексеева, С. В. Тихомиров // Материалы по мамонтовой фауне Северной Евразии. – Тр. ЗИН АН СССР. – 1989. – Т. 198. – С. 111–118.
96. Верховская, Н. Б. Мамонтовые экосистемы и причины их исчезновения / Н. Б. Верховская // Журн. общ. биол. – 1988. – Т. 49 (1). – С. 70–83.
97. Гричук, В. П. Опыт реконструкции некоторых элементов климатов северного полушария в атлантический период голоцена / В. П. Гричук // Голоцен. – М.: Наука, 1969. – С. 41–57.
98. Левковская, Г. М. Палинологические данные к палеогеографии и хронологии культур каменного века на территории европейской части СССР, Сибири и сопредельных территорий / Г. М. Левковская // Первобытный человек, его материальная культура и природная среда в плейстоцене и голоцене. – М.: Изд-во ИГ АН СССР, 1974. – С. 204–210.

99. Верещагин, Н. К. Вымирание млекопитающих в четвертичном периоде Северной Евразии / Н. К. Верещагин, Г. Ф. Барышников // Тр. ЗИН АН. – 1985. – Т. 131. – С. 3–38.
100. Верещагин, Н. К. Охота первобытного человека и вымирание плейстоценовых млекопитающих в СССР / Н. К. Верещагин // Тр. ЗИН АН. – 1971. – Т. 49. – С. 200–232.
101. Долуханов, П. М. Палеогеографические рубежи верхнего плейстоцена-голоцена и развитие хозяйственных типов на юго-востоке Европы / П. М. Долуханов, Г. А. Пашкевич // Палеоэкология древнего человека. К X конгрессу INQUA (Великобритания, 1977). – М.: Наука, 1977. – С. 134–145.
102. Гричук В. П. История флоры и растительности Русской равнины в плейстоцене / В. П. Гричук. – М.: Наука, 1989. – 180 с.
103. Алексеева, Л. И. Археозоологическая коллекция из раскопок Дьякова городища в Москве / Л. И. Алексеева, В. Н. Калякин, Н. А. Кренке // Археологические памятники Москвы и Подмосковья. – 1996. – С. 24–44.
104. Алексеева, Л. И. Конечная фаза развития позднеледниковой териофауны (по материалам центральных районов Русской равнины) / Л. И. Алексеева, С. В. Тихомиров // Тр. ЗИН АН СССР. – 1989. – Т. 198. – С. 111–118.
105. Верещагин, Н. К. Охота первобытного человека и вымирание плейстоценовых млекопитающих в СССР / Н. К. Верещагин // Тр. ЗИН АН СССР. – 1971. – Т. 49. – С. 200–232.
106. Верещагин, Н. К. Палеогеография и палеоэкология зверей мамонтовой фауны в четвертичном периоде Северной Евразии / Н. К. Верещагин // Вопросы териологии и региональная териогеография. – М.: Наука, 1988. – С. 19.
107. Жегалло, В. И. Судьба мегафауны Голарктики в позднем антропогене / В. И. Жегалло, Н. Н. Каландадзе, Т. В. Кузнецова, А. С. Раутиан // Мамонт и его окружение. 200 лет изучения. – М.: ГЕОС, 2001. – С. 287–306.
108. Смирнова, О. В. Реконструкция истории лесного пояса Восточной Европы и проблема поддержания биологического разнообразия / С. А. Турубанова, М. В. Бобровский, В. Н. Коротков, Л. Г. Ханина // Успехи современной биологии. 2001. – Т. 121 (2). – С. 144–159.