



В. Р. Алексеев

DOI: 10.24412/1728-516X-2021-2-92-109

*Причина непрерывно переходит в причину.
Томас Вулф*



**Владимир Романович
Алексеев,**
*доктор географических наук,
профессор, главный научный
сотрудник лаборатории
инженерной геокриологии
Института мерзлотоведения
им. П. И. Мельникова СО РАН*

Введение

В последние два десятилетия мировая общественность активно обсуждает проблему изменения климата на земном шаре. В дискуссию о причинах повышения глобальной температуры и аномалиях погоды включились не только учёные, но и политики, журналисты, бизнесмены, деятели культуры и даже представители различных религиозных конфессий. Состоялось несколько международных конференций и совещаний, издано огромное количество научных статей и книг, разработаны прогнозные сценарии будущего и пр. Особенно большое беспокойство у людей вызывает перспектива исчезновения ледников, ледниковых покровов и разрушения вечной мерзлоты. Считается, что в этом случае катастрофически повысится уровень Мирового океана, уйдут под воду многие города и плодородные земли, потеряют устойчивость важнейшие инженерные сооружения и пр. Действительно, вероятность такого сценария существует, особенно в связи с резким повышением степени загрязнения атмосферы техногенными

аэрозолями и парниковыми газами. Однако насколько реален подобный прогноз? Попробуем разобраться. Для этого нам придётся заглянуть в далёкое прошлое нашей матушки-планеты.

Что такое оледенение?

Оледенение (англ. glaciation) – одно из самых экстремальных событий в истории Земли. Для его оценки в свете современных достижений науки следует определиться с содержанием ключевого понятия. Существуют разные точки зрения на это уникальное природное явление. Примерно до середины XX столетия оледенением называли в основном крупные массивы льда – ледники, образующиеся при многолетнем накоплении и метаморфизме снежного покрова, а также процесс их расширения при похолодании климата. Считалось, что ледники – основной объект гляциологии (С. В. Калесник), а все другие виды льда должна изучать гидрология – наука о природных водах [1]. Многие учёные до сих пор придерживаются этой точки зрения. Гляциологический словарь (1984) –

наиболее авторитетное справочное издание современной отечественной и мировой гляциологии, определяет оледенение как «совокупность длительно существующих природных льдов различного происхождения: ледников, морских, озёрных, речных, наледных, грунтовых и пещерных льдов» [2]. Там же даётся расшифровка близкого однокоренного слова «обледенение», обозначающего «образование корки плотного сублимационного или конжеляционного льда на поверхности земли, судов, самолётов и наземных предметов – проводах, столбах, фермах, деревьях и пр.». По сути, термины «оледенение» и «обледенение» обозначают один и тот же процесс – накопление льда в географическом пространстве. Разница лишь в том, что обледенение – это частный случай оледенения, более масштабной аккумуляции твёрдой фазы воды. В приведённых определениях отсутствует указание снега, который представляет собой разновидность природного льда, и так же, как и другие его виды, является продуктом климата. Снег образует снежные облака, ежегодно покрывает огромные площади суши, в том числе ледники, плавучие морские льды, лёд рек, озёр и водохранилищ. Он играет исключительно важную роль в формировании структуры теплового и водного баланса планеты и отдельных регионов, определяет важнейшие черты климата, жизненные формы растений и животных, деятельность человека и многое другое. Непонятно, почему это криогенное образование выпало из дефиниции понятия «оледенение», тем более что именно снег продуцирует ледники и ледниковые покровы. Сегодня есть все основания рассматривать оледенение не только как «длительно существующие природные льды» (имеются в виду десятки, сотни и тысячи лет), но и как совокупность всех форм ледовых образований, возникающих в криосфере Земли, причём вне зависимости от продолжительности их формирования и развития. Это значит, что рассмотрение проблем оледенения нашей планеты предполагает также и учёт кратковременных форм оледенения – сезонных, внутригодовых и многолетних. Именно такой подход использован автором при подготовке настоящей статьи.

Ледниковые периоды в геологической истории Земли

По современным данным возраст Земли составляет около 4,54 млрд лет (погрешность определения $\pm 1\%$). Человеку, далёкому от палеогеографии, трудно представить масштаб геологического времени, который, действительно, грандиозен. Если всю историю Земли приравнять к 45 годам, то возраст человечества уложится всего лишь в 4 часа. Считается, что наша планета сформировалась в результате аккреции (гравитационного притяжения) массы газа и космической пыли, оставшихся от обра-

зования Солнца [ru.wikipedia.org]. Долгое время Земля находилась в расплавленном состоянии из-за активного вулканизма и частых столкновений с другими космическими объектами, и лишь после прекращения космической бомбардировки начала остывать (рис. 1).

Тогда же появились первые признаки жизни (протокариоты), однако до возникновения многоклеточных организмов потребовалось ещё почти 2,5 млрд лет. Охлаждение планеты привело к формированию твёрдой оболочки – земной коры толщиной от 6 до 40 км, которая «плавала» на подвижной высокотемпературной мантии. Дегазация мантии, ледяные астероиды и метеориты обеспечили образование атмосферы и океанов, возникли реки, озёра, и с этого времени Земля стала подвергаться периодическим оледенениям продолжительностью в десятки миллионов лет. Первое (Гуронское) оледенение, длившееся около 200 млн лет, случилось 2,3 млрд лет назад. Оно приобрело глобальные масштабы – планета была полностью заморожена от полюсов до экватора. Под ледниками сформировалась толща вечной мерзлоты мощностью в несколько километров. Предполагают, что это оледенение состояло из двух или трёх ледниковых периодов, разделённых временным потеплением (межледниковьем), во время которого часть поверхности Земли освобождалась ото льда и была покрыта пресноводными водоёмами. Горные породы под ними могли сохраняться очень долго в многолетнемёрзлом состоянии, а значительная их часть вообще не оттаивала. Следующая череда ледниковых периодов зафиксирована в течение последнего миллиарда лет (табл. 1).

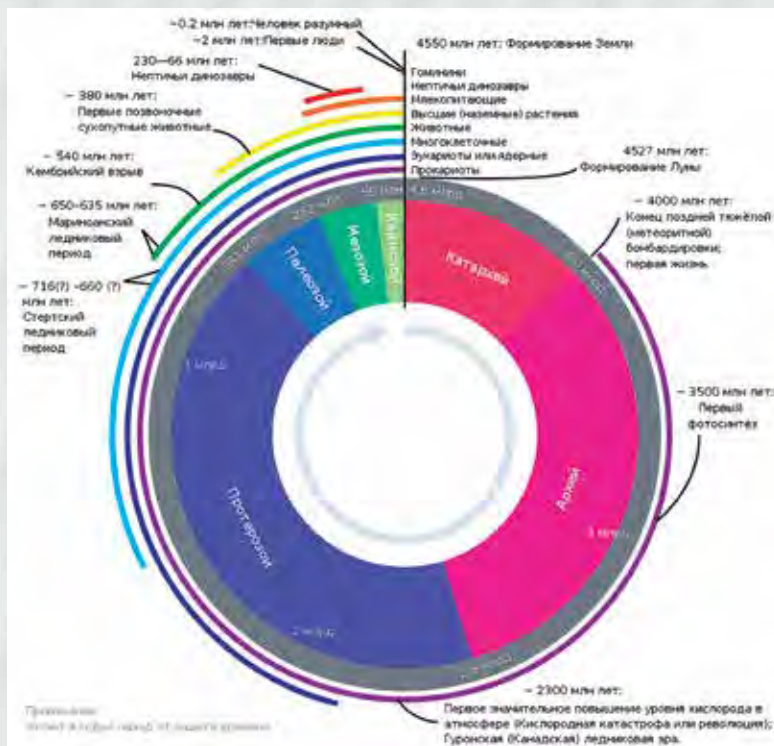


Рис. 1. Относительные временные размеры геологических эпох и ледниковых периодов в истории Земли

Таблица 1

Ледниковые периоды в истории Земли
(<http://www.pppa.ru/additional/12zem/geographic-shell-5533.php>)

Ледниковый период	Возраст, млн лет	Примерная продолжительность, млн лет
Кайнозойский	1	10
Мезозойский	150	Не известна
Пермско-каменноугольный	300	50
Позднеордовикский	450	25
Варангский (эокембрийский)	600	20
Стертский (инфракембрийский I)	750	50
Гнейсёский (инфракембрийский II)	900	50
Гуронский (раннепротерозойский)	2300	200

Продолжительность их существования колеблется в пределах 20–50 млн лет, лишь последний, кайнозойский период, длится 10 млн лет, однако он ещё не закончился. Обращает на себя внимание ритмичность смены ледниковых периодов длительностью около 150 млн лет. Эту особенность объясняет новейшая гипотеза развития глобальных оледенений. Суть её заключается в следующем.

Причиной всеобщего похолодания является уменьшение количества солнечной радиации, а также изменение объёма углекислого газа в атмосфере. Сокращение количества тепловой энергии, поступающей к земной поверхности, может происходить и при постоянной солнечной активности, например, в результате массового извержения вулканов, образования «биологически индуцированных облаков» и пр. В любом случае, снижение температуры воздуха вызывает обильное выпадение снега, превращающегося в ледники и ледниковые покровы, расширение зоны плавучих льдов, формирование наледей, вечной мерзлоты и других форм оледенения. Площадь распространения снежно-ледяных образований постепенно увеличивается, процесс охлаждения ускоряется благодаря высокой отражательной способности снега и льда. Так происходит до тех пор, пока льды не покроют весь земной шар, после чего включается обратный механизм. Дело в том, что при полном оледенении планеты за счёт блокирования коры выветривания горных пород и уничтожения биомассы, в атмосфере накапливается большое количество углекислого газа, который создаёт парниковый эффект. Именно он и выводит планету из кризисной ситуации: начинается бурное таяние льдов, перестройка климата в сторону потепления, рождение новых форм жизни и пр. Для перехода Земли из периода межледниковья в очередной цикл глобального оледенения

нужно, чтобы количество солнечной энергии, поступающей к дневной поверхности, сократилось примерно на 2 % в течение десяти тысяч лет [ria.ru/20200729/1575116050.html].

Надо сказать, что масштабы, местоположение и конфигурация оледенения поверхности Земли во все времена были неоднородными. Причины этого – тектонические движения и процессы взаимодействия океана, суши и атмосферы. Дело в том, что земная кора по мере остывания планеты претерпевала очень большие изменения – трескалась, коробилась, проседала или, наоборот, вспучивалась. При этом материки смещались относительно друг друга, меняли плановые очертания. Соответственно из-

менялись форма и местоположение морей и океанов, рек и озёр. Всё это приводило к перестройке направления движения водных масс и воздушных потоков. Смещался также наклон земной оси, что, в конечном итоге, определило большую изменчивость оледенения и во времени, и в пространстве. Современные материки представляют собой части протерозойского суперконтинента, существовавшего 2,2–1,2 млрд лет назад. Он состоял из двух частей: Лавразии на севере и Гондваны на юге, и омывался водами большого океана под названием Тетис. В юрское время (150 млн лет назад) суша окончательно раскололась, материки разползлись и, в конечном итоге, приняли положение, близкое к современному. Однако окончательная их конфигурация оформилась лишь к началу четвертичного периода (2,5 млн лет назад). Несмотря на указанную динамику поверхности Земли, глобальные оледенения сохраняли ряд общих признаков и свойств, а именно:

1) основная масса льда располагалась в высоких и умеренных широтах и в горах (рис. 2);



Рис. 2. Так выглядела Земля в период полного оледенения. Жизнь фактически прекращалась

2) в акваториях полярных морей и океанов формировались шельфовые ледники и обширные площади плавучих морских льдов, реки и термокарстовые озёра полностью промерзали, а крупные пресноводные водоёмы большую часть года находились подо льдом;

3) территорию, свободную ото льда, а также значительную часть подледникового пространства, занимала толща вечной мерзлоты, глубокое же сезонное промерзание горных пород распространялось вплоть до экватора;

4) в перигляциальной зоне, в областях сплошного и прерывистого распространения многолетнемерзлых горных пород большую площадь занимали наледитарины, в которых аккумулировались огромные запасы выходящих на поверхность подземных вод; на равнинах рыхлые до промерзания отложения на глубину 20–30 м пронизывались клиньями повторно-жильных и пластами инъекционных льдов;

5) свободная ото льда суша подвергалась мощной криогенной и ледниковой обработке, в результате чего рельеф местности приобретал характерные морфологические черты, а слагающие территорию горные породы быстро выветривались, сортировались, превращаясь в курумы, а слой сезонного промерзания-протаивания пород засолялся и трансформировался в тонкодисперсный тиксотропный материал – покровный суглинок;

6) основная часть морей и океанов охлаждалась на всю глубину, при этом формировались отрицательно температурные воды – криопэги, глубоководная же часть океанов находилась в застойном состоянии; уровень мирового океана то опускался, то поднимался, что создавало определённые катаклизмы в развитии нарождавшихся биологических систем;

7) ледниковый климат был крайне суровым, он угнетал и ограничивал развитие жизни на большей части планеты; при полном покрытии её льдом живые организмы погибали или находились в анабиозе; в межледниковье климат менялся в сторону потепления, создавались благоприятные условия для возникновения новых жизненных форм и биоразнообразия;

8) сплошное оледенение Земли нивелировало широтную зональность и высотную поясность природных условий, а разрушение ледниковых покровов приводило к формированию контрастных ландшафтов, отражающих широтную и внутриконтинентальную неоднородность распределения тепла и влаги на поверхности планеты; временами случались глобальные катастрофические события, обусловленные активной вулканической деятельностью, падением астероидов и крупных метеоритов, саморазвитием ледников и пр.;

9) глобальные оледенения вызывали изменение формы Земли и её

магнитного поля в ответ на колебания массы льда; на суше освобождение территории от ледников сопровождалось поднятием, а при нарастании льда – опусканием их ложа. В океанах, наоборот, дегляциация приводила к увеличению объёма воды и проседанию дна, а нарастание ледяной массы – к понижению уровня воды и поднятию дна. Этот процесс приводил к формированию морских эрозионных террас высотой до 250 м.

Приведённая характеристика составлена на основе изучения кайнозоя, особенно его последней части – четвертичного периода, продолжительность которого примерно совпадает с возрастом человечества. Поэтому рассмотрим его более подробно.

Время мамонта и человека

Кайнозойская эра началась примерно 66 млн лет назад. Она делится на три основных периода – палеоген продолжительностью 43 млн лет, неоген (20,5 млн лет) и четвертичный период или антропоген (около 2,5 млн лет). Четвертичный период подразделяется на две основные геологические эпохи: плейстоцен и голоцен (10–12 тыс. лет). На рубеже неогена и плейстоцена завершился долгий, тернистый путь формирования биосферы, начавшийся более 3,5 млрд лет назад. Границы биосферы то расширялись, охватывая весь земной шар и нижние слои атмосферы, то сокращались до изолированного пространства в глубинных частях Мирового океана. Существовал ли непрерывный восходящий процесс эволюции зародившихся живых организмов, или он прерывался в периоды лихолетья, когда на многие миллионы лет планета покрывалась снегом и сковывалась льдом, остаётся неизвестным. Вероятнее всего, в межледниковье жизнь начиналась едва ли не с нуля. Тем не менее, к началу четвертичного периода животный и растительный мир предстал во всей своей красе и удивительном разнообразии, а границы и структура биосферы приобрели очертания, близкие к современным (рис. 3).

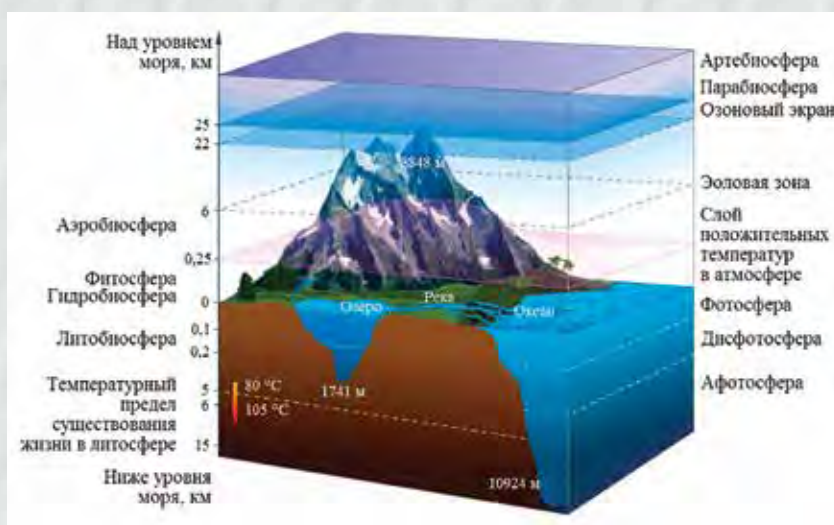


Рис. 3. Структура биосферы в настоящее время
(https://physicon.ru/demo/demo_content/content/900102/900102.htm)

В плейстоцене началось интенсивное похолодание. На Северное полушарие со стороны полюса четыре раза напозлали гигантские ледниковые покровы. Увеличилась площадь оледеневшей Антарктиды, периодически покрывались льдом многие речные долины, горные хребты и нагорья Центральной Азии, Северной и Южной Америки, Австралии, Центральной Африки. Мир был объят холодом. Во время последнего материкового Вюрмского оледенения (в России его называют Валдайским) ледники покрывали 28 млн км² суши (рис. 4), ныне свободной ото льда, а уровень Мирового океана опускался приблизительно на 150 м ниже современного. Трудно представить, какое гигантское количество воды было изъято из влагооборота и сконцентрировано в ледяных щитах и шапках. Вечная мерзлота и глубокое сезонное промерзание горных пород, водоёмов и водотоков распространялись почти до экватора. Лишь 10 тыс. лет назад, с началом голоцена, наступил перелом: льды и вечная мерзлота отступили, сдвинулись к полюсам границы распространения морских льдов и айсбергов, природа вернулась в относительно равновесное состояние. Началось очередное межледниковье, которое длится по сей день.

Важнейшим событием четвертичного периода стало появление на Земле «человека разумного» (*Homo sapiens*). Согласно эволюционной теории Дарвина, ему предшествовал «человек прямоходящий» (*Homo erectus*), который произошёл от обезьян вида приматов (шимпанзе или бонобо). Возраст человечества точно не установлен. Исследователи ДНК считают, что отделение человека от обезьяноподобного предшественника произошло 6-7 млн лет назад. Согласно данным археологических раскопок, человек современного вида сформировался от 150 до 300 тыс. лет назад. Прародина человека была на Ближнем Востоке (белая раса), в Юго-Восточной Азии (жёлтая раса) и Северной Африке (тёмнокожая раса). Это территория с весьма благоприятным климатом, позволявшим обходиться без огня и использовать в основном растительную пищу (плоды, листья и корни вечнозелёных растений), а также мелких насекомых. Постепенно первобытные люди освоили пространства с более холодными условиями, где выпадал снег и промерзала почва, где преобладали хвойные и лиственные деревья, травы и ягодные кустарники. Человек научился добывать огонь и перешёл на смешанный фито-плотоядный образ жизни. В высоких широтах

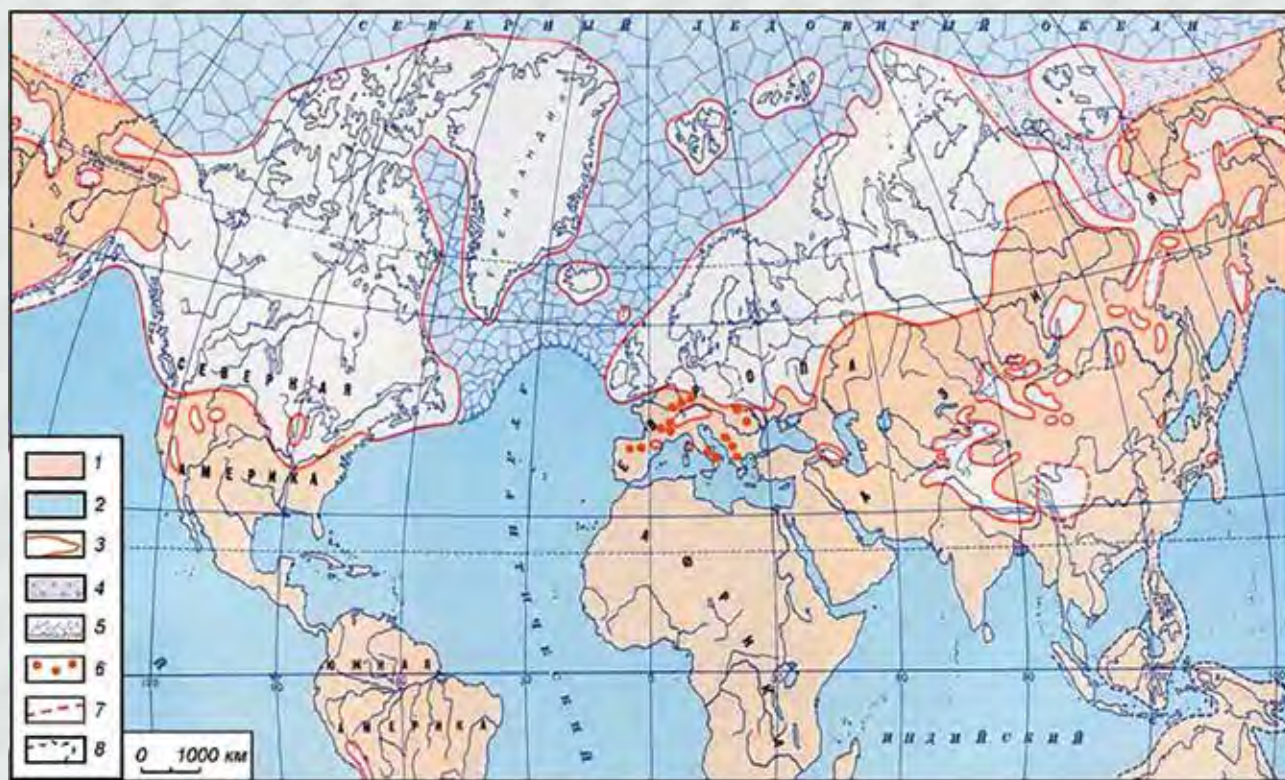


Рис. 4. Оледенение Северного полушария Земли в конце плейстоцена. Эпоха похолодания началась около 110 тыс. лет тому назад и окончилась около 11,7 тыс. лет назад. В это время происходило неоднократное разрастание и сокращение ледниковых покровов. Максимум последнего оледенения приходится на период 26,5–19 тыс. лет назад.

1 – суша без ледников; 2 – океаны и моря; 3 – граница покровного материкового оледенения; 4 – фирновые бассейны; 5 – паковый морской лёд; 6 – очаги горного оледенения; 7 – предполагаемая граница оледенения; 8 – предполагаемые контуры материков и островов во время максимума оледенения

преобладала растительность тундрового типа – карликовые берёзки, низкорослые кустарнички, мхи и лишайники. Южнее к тундре примыкали хвойные леса из сосны, пихты, ели, а также листопадные насаждения осины, берёзы, тополя и ивы, которые переходили в дубовые, грабовые и кленовые леса. Ещё южнее тайга и дубравы сменялись степями, а далее располагались саванны, тропические и экваториальные лесные массивы.

Многие животные плейстоценового периода смогли приспособиться к резким похолоданиям. Обитатели северных широт обросли густой шерстью, накопили огромный слой подкожного жира, увеличили свои размеры. Например, белый медведь стал крупнее своих азиатских сородичей почти в 10 раз. Шерстистый мамонт достиг высоты 3 м. Он был самым крупным наземным животным четвертичного времени. То же происходило в холодных водах морей и океанов, где самым крупным млекопитающим был кит. Экспансия ледников сопровождалась периодическим сдвигом природных зон и высотных поясов, что вынуждало человека перемещаться то к северу, то к югу вместе со стадами диких животных и стаями птиц, которые стали основным источником пропитания. Люди изобрели каменный топор, копьё, лук, научились изготавливать каменные и костяные наконечники стрел, строить примитивное жильё, обрабатывать шкуры, шить зимнюю одежду. Обстоятельства заставили их объединяться в родовые общины, использовать коллективный способ добычи пищи. Охотились в основном на травоядных животных (олений, коз, лошадей, бизонов, носорогов, мамонтов и др.) методом ловчих ям, облав и загонных. Благо, в то время этих видов млекопитающих было в изобилии. Однако со временем количество животных стало сильно сокращаться. Многие виды вообще исчезли. Массовое вымирание животных началось в позднем плейстоцене. В интервале 132 000–10 000 лет до н. э. вымерли: в Африке к югу от Сахары – 18 видов (16 % существовавших тогда видов мегафауны), в Азии – 38 (52 %), в Европе – 19 (59 %), в Северной Америке – 43 (74 %), в Южной Америке – 62 (82 %), в Австралии – 26 (71 %). Если исключить африканский континент, можно считать, что вымерли почти все виды наземных животных с массой тела более тонны. Всего за указанный период на планете погибло 65 % известных науке видов крупных животных. Особенно пострадали представители мегафауны тяжелее 45 кг [wiki2.org/ru].

Причины массового вымирания животных до сих пор окончательно не выяснены. Существует несколько гипотез: 1) падение на землю гигантских метеоритов, сопровождающееся взрывами в атмосфере; 2) тяжёлые болезни и эпизоотии, вызванные неизвестными вирусами; 3) смещение полюсов Земли; 4) повышение глобальной температуры и связанная с ним смена природно-климатических поясов; 5) деятельность первобытных охотников. Каждая из этих гипотез имеет свои весомые аргументы, но и аналогичные противоречия. В последние годы бурно обсуждается идея о решающей роли популяции древних людей в гибели животных. Основанием для такой точки зрения стала выявленная зависимость

численности мегафауны от времени прибытия *Homo sapiens* на тот или иной континент. Этот взгляд оформился как «гипотеза охоты и разрушения людьми среды обитания животных» [3]. Рассмотрим её на примере шерстистого мамонта, появившегося в Сибири примерно 300 тысяч лет назад и распространившегося затем по территории Европы и Северной Америки.

Численность мамонта очень сильно колебалась (рис. 5), что связано с условиями естественного изменения среды обитания вне зависимости от антропогенеза. Однако среди всего комплекса мамонтовой фауны этот вид оказался самым уязвимым в трофической цепи того периода. Мамонт был грузным, объёмным, малоподвижным животным, он не мог быстро бегать, спасаясь от хищников, и активно защищаться. Это была гора мяса, жира и шерсти. Шкура, бивни и кости использовались человеком для строительства жилья – надо же было спастись от снега, ветра и холода. Всё это сделало мамонта наиболее выгодной мишенью для первобытных охотников (рис. 6). Половое созревание мамонтов наступало в возрасте 10–15 лет, а в неблагоприятных условиях – на 5–7 лет позже (для примера: половозрелость лосей наступает в возрасте двух лет). Взрослому мамонту требовалось в сутки до 500 кг пищи. Рацион животного состоял из трав, кустарников и ветвей мелколиственных древесных пород (ольхи, ивы, чозении,

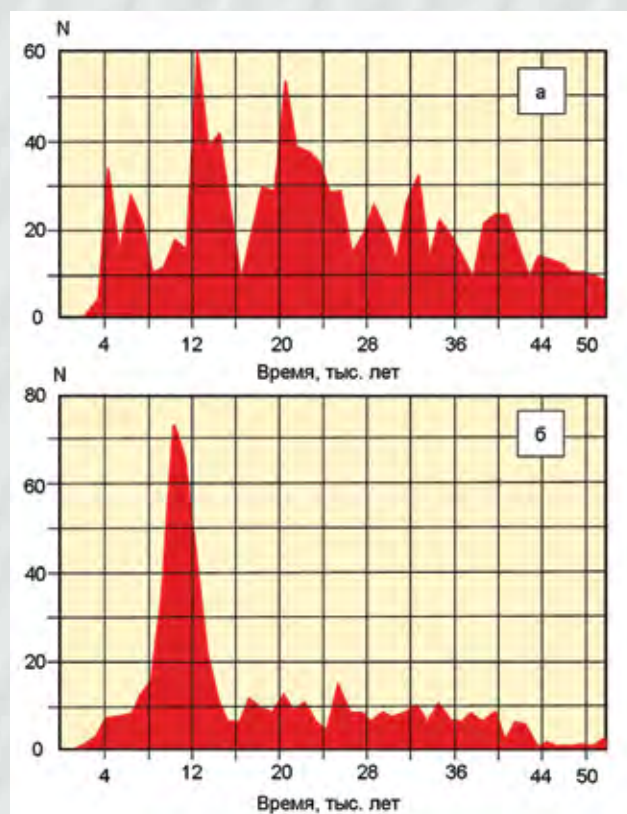


Рис. 5. Динамика условной численности популяции мамонтов (N) в Северной Евразии (а) и Северной Америке (б) [4]



**Рис. 6. В. М. Васнецов. «Охота на мамонта» (1883–1885 гг.).
Деталь росписи зала Государственного исторического музея**

ного льда, попасть в трещины, увязнуть в термокарстовых болотах, образующихся на месте ежегодных бугров и площадей пучения с вытаивающими ледяными линзами и пластами. Катастрофически опасными для этих массивных животных могли быть и подвижки ледников, снежные и снежно-ледовые заторы и паводки, солифлюкционно-селевые потоки, береговые обвалы блоков мёрзлого грунта и пр. На численность популяции мамонта и процессы их миграции повлияла также аридизация постледниковых ландшафтов, сопровождавшаяся формированием холодных пустынь с развеваемыми песками (тукуланами) и очень скудным растительным покровом.

берёзы), поедались также молодые побеги и шишки хвойных деревьев. Эти растения сильно деформировались и легко уничтожались вследствие механического воздействия, иначе говоря, просто вытаптывались стадами крупногабаритных особей. Случался и повсеместный гололёд, особо губительный, когда переохлаждённый дождь и морось выпадали на снежный покров. Восстановление кормовой базы в условиях полярного климата затягивалось на многие десятилетия, что резко ухудшало состояние животных, заставляло их голодать, мигрировать на большие расстояния.

Особо следует сказать о роли мерзлотных явлений. Холодные степи и лесотундра – места обычного обитания мамонтов – на больших площадях сложены тиксотропными мелкодисперсными грунтами, содержащими сеть полигонально-жильных льдов, которые вытаивали при нарушении поверхностных условий теплообмена. При этом возникали опасные труднопроходимые участки территории – канавы, овраги, болота, мелководные термокарстовые озёра. Летом няша – тестообразная, тягучая масса сезонного грунта – являлась характерным признаком деградирующей мерзлоты. Внешне она кажется твёрдой и прочной, но стоит немного потоптаться на ней, как вы начинаете утопать, вязнуть. Выбраться из подобной трясины очень трудно. Особенно часто такая ситуация возникала на аласах (хасырях) – плоских котловинах диаметром до нескольких километров с мелководными озёрами и полигонально-западинным рельефом. Вспомним многовековой опыт якутов-скотоводов: они специально ограждали гиблые участки местности от посещения домашними животными.

Большую опасность для мамонтов представляли наледи и наледные поляны. Здесь их подстерегали новые опасности. Зимой на наледях животные могли провалиться в подлёдные полости, наморозить на своих конечностях снежно-ледяные комья, поскользнуться на скользком наледном льду и не встать, как это сейчас нередко случается с оленями, лошадьми и коровами. Летом мамонт мог обрушиться вместе с толщей налед-

Специфика геокриологических условий, их изменчивость в связи с существенными колебаниями климата, до сих пор в полной мере не учитывалась при рассмотрении проблемы мамонтовой фауны. А ведь они очевидны. Достаточно проанализировать места захоронения трупов животных: все они приурочены или к так называемому ледовому комплексу (едоме), или к русловым отложениям наледных рек. Об этом писал ещё в 1897 г. один из первых исследователей трупов мамонта геолог Эдуард Толль [5]. Формирование мамонтовой фауны относят к началу среднего плейстоцена, когда функционировал гигантский ледяной покров мощностью до 3–4,5 км. Грандиозное покровное оледенение представляло собой серию оледенений или стадий одного оледенения. Все они отражались на глобальном климате и, конечно, на географическом положении природных зон и высотных поясов. Не все животные выдерживали изменение среды обитания. Например, вместе с мамонтом погиб другой крупный компонент мамонтовой фауны – шерстистый носорог. Он пережил самое холодное время, приходящееся, по мнению большинства исследователей, на период 18–17 тыс. лет назад; спустя 4–5 тыс. лет он исчез не только с территории Восточной Сибири, но и Евразии. Носорог, также как и мамонт, имел большие размеры, был малоподвижен и входил в рацион древнего человека. Исчезли пещерные медведь и лев, саблезубый тигр и многие другие виды териофауны. Однако маловероятно, что виновником их вымирания стал первобытный человек, скорее, наоборот, хищники контролировали популяцию людей.

Еще в 1984 г. М. И. Будыко [6] на основе палеогеографических материалов и математических расчётов пришёл к заключению, что причина экологической катастрофы состоит в нарушении определённого равновесия между биомассой преследуемых животных, приходящейся на единицу занимаемой ими площади, и скоростью изменения этой биомассы во времени, т.е. рождаемостью и объёмом биомассы, потребляемой одним человеком за год. Н. Н. Воронцов в своей работе

приводит следующие показатели [7]. Прирост биомассы мамонтов в течение года составлял 4 тонны на 100 км². В пищу использовалось примерно 40 % туши, что давало ресурс потребления 2500 кг/год на 100 км². При минимальной норме суточного потребления мяса 600–700 г/сутки для родового сообщества в количестве 25 человек требовалось чистого мясного продукта примерно 15 тонн/год. Для этого племя должно было осваивать территорию в 370 км², убивая около шести взрослых мамонтов в год. Общая численность мамонтов в Евразии и Северной Америке в эпоху синантропов оценивается в 1 млн, а всех людей (около 1 млн лет назад) – в 125 тыс. (по Э. Диви). В эпоху неандертальцев (100–40 тыс. лет назад) популяция людей увеличилась до 1 млн человек [helpiks.org/4-10578.html]. Вряд ли плотность населения в приледниковой зоне была выше, чем на территориях с умеренным и субтропическим климатом. Ведь даже сейчас средняя плотность населения Арктики составляет всего 0,63 чел/км². Тем не менее, родовые общины могли уничтожать огромное количество травоядных животных, и мамонт был в числе первых. На палеолитических стоянках человека «кухонные отбросы» содержат останки тысяч мамонтов разного возраста и пола. Характерный пример – древняя стоянка на р. Берелех (левый приток Индигирки), открытая в 1970 г. Н. К. Верещагиным [8]. Это самая северная в мире стоянка палеолитического человека. Её возраст примерно 12,5–14 тыс. лет. На месте стоянки обнаружены кости сотен мамонтов.

Основная популяция мамонта вымерла около 10 000 лет до н.э. Был ли человек главной причиной этой трагедии – вопрос спорный. Многие учёные считают, что роковую судьбу символа четвертичного оледенения – шерстистого мамонта, определили его гигантские размеры, медленный рост, долгий период созревания и ярко выраженная зависимость от динамики кормовой базы. Определённую роль, видимо, сыграла динамика криогенных условий обитания на фоне роста численности первобытного населения и совершенствования орудий и методов охоты.

Был ли всемирный потоп?

Голоцен считается межледниковым периодом, однако, несмотря на глобальное потепление, ледники на Земле полностью не исчезли. По-прежнему остались подо льдом Антарктида, гигантский остров Гренландия, значительная часть гор и долин Центральной Азии, Европы, Северной и Южной Америки. Под ледяными шапками находятся арктические острова, вулканы Камчатки. Речные системы Алтая, Саян, Забайкалья и Северо-Востока России питаются талыми водами горно-долинного оледенения. Сохранились и морские полярные льды, в том числе многолетние паковые поля. Многие реки и озёра промерзают до дна, долины рек ежегодно покрываются наледями. Широко распространены снежный покров, гололёд и гололедица, вечная и сезонная мерзлота. Да и биосфера не так уж сильно изменилась – всё осталось на своих местах, только сдвинулось на Севере – к югу, а на Юге – к северу. Так

что не зря выдающийся российский гляциолог академик В. М. Котляков одну из своих книг назвал «Мы живём в ледниковый период» [9].

Однако «всё течёт, всё изменяется», эволюция – закон природы. Удивительно, как быстро преобразился человек. За 10–12 тыс. лет он прошёл путь от каменных орудий до атомных ледоколов и космических кораблей. В геологическом масштабе это – миг, но он породил цивилизацию, и не одну. Многие из них погибли и исчезли, как исчезли мамонты. Назовём некоторые из них: Чавинская (898 г. до н. э. – 200 г. н. э.), Майя (1200 г. до н. э. – 900 г. до н. э.), Нубийская (2000 г. до н. э. – 1000 г. до н. э.), Древнего Египта (3100 г. до н. э. – 332 г. до н. э.), Атлантида (15 тыс. лет до н. э. – 9,5 тыс. лет до н. э.) и др. Оказывается в голоцене не всё было так просто. Видимо, возникали «необычные» условия, которые отражались в судьбе человечества настолько сильно, что приводили к гибели, трансформации и переселению целых народов. Что-то мы знаем об этом, но многое остаётся загадкой. Одно из таких событий – Всемирный потоп, страшное, опустошительное наводнение. Эта катастрофа широко известна по разным письменным источникам – древним папирусам, свиткам, глиняным табличкам и пр. В Библии, например, об этом говорится: *«Бог в наказание за грехи готовит потоп и решает спасти праведника Ноя. Получив предупреждение, Ной строит ковчег и прячется там со своими сыновьями и их семьями. Праведник берёт туда многочисленных животных – "каждой твари по паре". Как только двери ковчега закрываются, начинается разрушительное наводнение. Потоп длится сорок дней и сорок ночей, всё живое гибнет. Под водой скрываются даже горные пики. Она начинает убывать только через 150 дней, и на семнадцатый день седьмого месяца ковчег пристает к горе Арарат. Однако лишь первого числа десятого месяца показались горные вершины. Ной ждал еще 40 дней, после чего выпустил ворона, который, не найдя суши, каждый раз возвращался назад. Затем Ной трижды (с перерывами по семь дней) выпускал голубя. В первый раз голубь также вернулся ни с чем, во второй принёс в клюве свежий масличный лист, что означало, что показалась поверхность земли. В третий раз голубь не вернулся. Тогда Ной смог покинуть корабль, и его потомки вновь заселили землю»*. [sitekid.ru/tajny_i_zagadki/vsemirnyj_potop__mif_ili_pravda.html] (рис.7).

Вулканический массив Арарат высотой 5165 м (два конуса – Малый и Большой) расположен в пределах Армянского нагорья на востоке Турции. Согласно Корану, «пристанью» для Ноева ковчега является гора Аль-Джуди. Иранцы считают ею гору Тахт-е Солейман. Есть предания, что обломки ковчега находятся на территории нынешней Саудовской Аравии. Люди многих стран хотят быть причастными к рождению новой эры человечества, причём попытки доказать существование катастрофического наводнения продолжают до сих пор. К сожалению, представленные древесные остатки «Ноева ковчега» при проверке радиоуглеродным методом оказываются слишком молодыми. Однако есть



Рис. 7. Ноев ковчег. Разгрузка животных после Всемирного потоп

артефакты, которые научно доказывают возможность подобных катаклизмов, причём не только на Ближнем Востоке, но и в других странах. При этом ссылаются на подъём уровня воды в результате неожиданно бурного таяния ледников, возникновение цунами, прорывы подпруженных озёр, проливные затяжные дожди и пр. Называются даже точные даты потопов. Например, американские геологи Уильям Райан и Уолтер Питман из Колумбийского университета считают, что в Причерноморье катастрофа произошла около 7500 лет до н.э. В то время на месте Чёрного моря существовало гигантское пресноводное озеро, отгороженное от котловины Мраморного моря скальным массивом. Уровень озера был примерно на 150–160 м ниже уровня Мирового океана, о чём свидетельствует обнаруженная ими затопленная береговая линия. На берегу озера располагались древние поселения, построенные первыми земледельцами. По мнению учёных, катастрофа началась в результате теплового разрушения арктического ледникового покрова. Таяние ледников привело к повышению уровня Средиземного моря на 100–150 м. Потоки воды хлынули через грунтовую перемычку на месте современного пролива Босфор, образовав гигантский водопад, который функционировал непрерывно в течение 300 дней, поднимая уровень воды в озере на полметра в сутки. Не все учёные соглашались с этой версией, в частности, потому, что уровень Мирового океана не мог подняться на указанную величину так быстро, в течение одного года. Однако гипотеза нашла своих приверженцев и активно развивается [sitekid.ru/tajny_i_zagadki/vsemirnyj_potop_mif_ili_pravda.html].

Привлекательны представления о гидросферных катастрофах, разработанные известным российским гляциологом М. Г. Гросвальдом [10]. Они основаны на

тщательном анализе огромного палеогеографического материала, накопленного отечественными и зарубежными учёными в течение последних 100–150 лет. Впервые проблема Всемирного потопов рассматривается автором не на основе толкования древних текстов, а на геологических корреляциях, подтверждённых натурными наблюдениями. Об этой гипотезе есть смысл рассказать более подробно, поскольку она является новой парадигмой крупномасштабных событий четвертичного времени.

Согласно М. Г. Гросвальду, в максимум последнего оледенения, а также в более ранние эпохи, северную часть нашей планеты покрывал мощный Панарктический ледяной покров, состоящий из куполов толщиной до 3 км, разделённых седловинами глубиной до 1,5 км. Ледниковые купола и горнодолинные ледниковые комплексы

подпруживали сток всех евразийских рек, в результате чего формировалась система пресноводных приледниковых озёр (рис. 8). Именно приледниковые озёра были местами зарождения гигантских наводнений. Сток из озёр осуществлялся в двух направлениях: на юг и юго-запад – в сторону Аральского, Каспийского и Чёрного морей, и на восток – в Тихий океан. Преобладала Транссибирская система стока. Она простиралась от хребта Черского до Альпийских гор, занимая площадь около 23 млн км². Вода из рек и озёр поступала сначала в Черноморскую впадину, а затем через Мраморное проточное озеро питала Средиземное море. Объём стока на замыкающем створе Транссибирской системы, по оценке М. Г. Гросвальда, составлял 2500 км³/год, а расход воды был близок к 60–70 тыс. м³/с.

Гоби-Амурская система стока формировалась под воздействием Охотского и Тибетского ледниковых щитов и соединяющей их системы горно-покровных ледников Алтая и юга Восточной Сибири. В то время межгорные впадины и котловины были затоплены, ледники Прибайкалья и Забайкалья сбрасывали айсберги в оз. Байкал, истоки Ангары были закрыты ледяной пробкой, сток воды из озера осуществлялся на север, в бассейн р. Лены. На территории Монголии, Джунгарии и на Тибетском плато сток из приледниковых озёр концентрировался в гигантской Трансгобийской реке, которая во время разливов отлагала большое количество ила. Он стал источником китайских лессов (см. рис. 8). Гоби-Амурская гидрологическая система сбрасывала воду попеременно в Жёлтое и Японское моря. Площадь её в период максимума оледенения достигала 6,5–7 млн км². Объём стока составлял около 1200 км³/год, а суммарный расход измерялся 30–35 тыс. м³/с. Характерно, что Японское море периодически превращалось

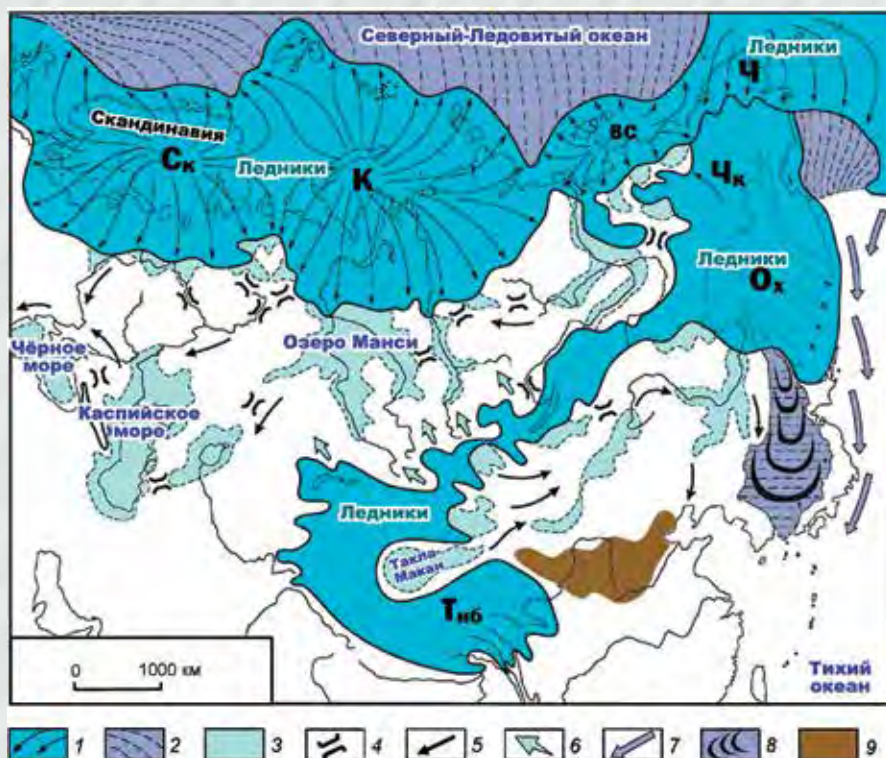


Рис. 8. Позднеплейстоценовое оледенение и системы приледникового стока Северной Азии [10].

1 – ледниковые покровы с линиями движения льда и горно-ледниковые комплексы; 2 – плавающие шельфовые ледники с их линиями движения; 3 – прогляциальные озёра; 4 – основные спилвеи (каньонообразные ложбины, выработанные водным потоком, берущим начало из приледниковых озёр); 5 – направление движения воды в приледниковых системах стока; 6 – прорывы горных ледников – подпрудных озёр; 7 – дрейф айсберговых армат; 8 – моря с «покрышками» из талой воды; 9 – площадь накопления китайских лессов. Ледниковые покровы и комплексы: Ск – Скандинавский, К – Карский, ВС – Восточно-Сибирский, Ч – Берингийский (Чукотский центр), Чк – Черско-Колымский, Ох – Охотский, Тиб – Тибетский

в замкнутый морской бассейн, в котором накапливался слой пресной воды. Он увеличивал количество и толщину плавающего льда, что приводило к изменению ледовитости и климатических условий акватории, а в конечном итоге – влияло на состояние Охотского ледникового щита и всей восточной части палеогидрологической системы.

Выделено два типа гигантских прорывных потоков – океанические и горно-долинные.

Океанические прорывные потоки. На выходе в Атлантический океан, в районе современного пролива Фрама, периодически создавалась ледяная пробка, которая превращала Арктический бассейн в изолированное подпрудно-ледниковое озеро (рис. 9). Сток воды в Тихий океан преграждал Берингийский «мост», перекрытый мощной толщей Чукотского ледникового щита. При нарастании толщины льда уровень Мирового океана понижался, а пьезометрический уровень подледной воды, наоборот, увеличивался. Таким образом, бассейн находился под огромным гидростатическим давлением.

За 2–3 тыс. лет разница в уровнях достигала 1000 м, вследствие чего на евразийскую сушу выдавливался слой воды толщиной 200–300 м.

Напряжения в Арктическом подледниковом морском бассейне разрешались путём прорыва водных масс, которые возникали на участках наиболее тонкого ледяного покрова, т.е. там, где существовали подводные желоба, прогнутый шельф и языки выводных ледников.

М. Г. Гросвальд показал, что из-под Евразийского ледникового покрова и его лопастей вырывалось множество гигантских водных потоков, которые переполняли приледниковые озёра и сливались через Средиземное море в Атлантический океан. При этом они производили титаническую работу по переформированию рельефа, образуя параллельные грядово-ложбинные комплексы и долины. Зона этих форм рельефа, сохранившихся до наших дней, простирается с востока на запад от границ северных ледниковых щитов, захватывая Прикаспийскую и Туранскую низменности, Тургайское плато и Западно-Сибирскую равнину. В Западной Сибири ширина зоны гривно-западного рельефа составляет около 1000 км. Длина самых крупных ложбин стока превышает

1500 км, а глубина измеряется многими десятками метров.

Другая система продольных стоковых ложбин длиной около 400 км тянется вдоль оси Приполярного и Северного Урала. Примечательно, что формы флювиального рельефа прямолинейны, что свидетельствует о большой мощности водных потоков и кратковременности их функционирования. В противном случае произошла бы нивелировка земной поверхности, развитие меандра, излучин и иного – древовидного – рисунка гидрографической сети. Катастрофический характер евразийских океанических потоков подтверждают расчёты их гидрологических характеристик. Расходы воды в гидравлической системе достигали сотен миллионов м³/с, а суммарный объём стока был величайшим на Земле – около 1 млн км³. При этом скорость сокрушительных, лавинообразных потоков составляла 110–145 км/ч. Они имели пластообразную форму, разбивались на ряд параллельных струй, которые врезались в грунтовую толщу, пересекали местность в генеральном направлении

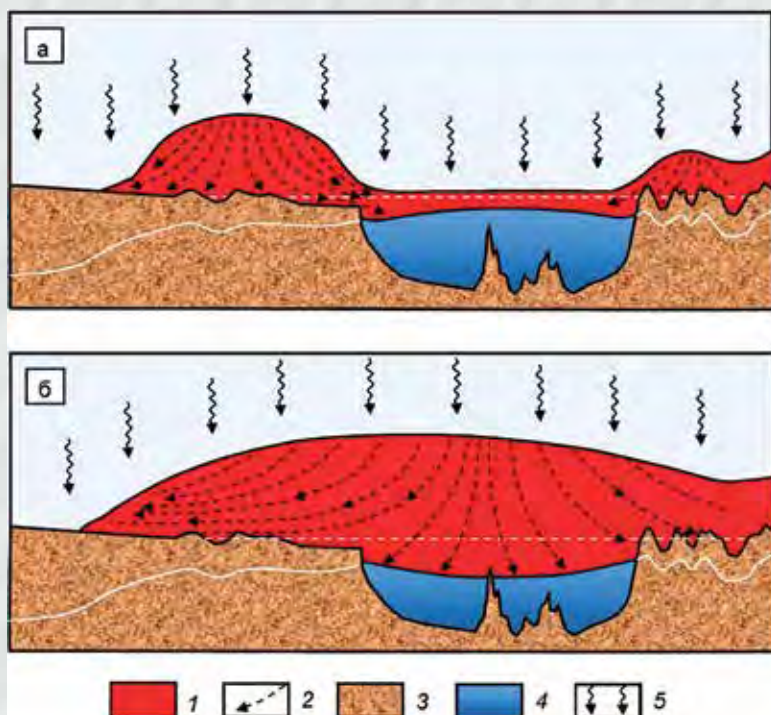


Рис. 9. Эволюция Панарктического ледникового покрова по М. Г. Гросвальду [10] с дополнением.

а – начало роста Центрально-Арктического шельфового ледника; б – стадия единого сверхщита мощностью до 4-5 км у Северного полюса Земли. Равновесие в ледниковой системе нарушалось на полпути между стадиями а и б.

1 – ледниковый щит; 2 – линии тока льда; 3 – горные породы; 4 – Арктическое подледниковое озеро; 5 – атмосферные осадки. Сплошной белой линией показаны предполагаемая нижняя граница вечной мерзлоты, пунктирной – пьезометрический уровень подледникового озера

стока, не считаясь с исходным рельефом, геологическим строением и временем года. Вырвавшиеся из-под льда мощные потоки воды выламывали глыбы ледникового льда, превращая их в айсберги и ледяную «крошку», выносили далеко за пределы оледенения и хоронили под покровом песка и ила. В дальнейшем эти погребения давали начало термокарстовым провалам. Масса движущегося льда буквально выпихивала каналы стока, смешивалась с грунтом, превращалась в сокрушительные гигантские сели. Количество океанических прорывных паводков не установлено, но, видимо, их было много. Два самых крупномасштабных события маркируются упомянутой выше транссибирской и приуральской системой грядово-долинных форм рельефа.

Горно-долинные прорывные паводки. Горы отличаются резкими перепадами высот и густой сетью эрозионно-текто-

нических долин. В них также встречаются крупные межгорные впадины, обрамлённые высокими хребтами. Двигаясь по долинам рек, горные ледники часто перегораживали долины боковых притоков и выходы из котловин, образуя водонепроницаемые перемычки. Выше возникающих плотин образовывались озёра, уровень воды в которых постепенно поднимался до некоторой критической высоты, когда накопленная масса воды разрушала перемычку и спускалась в виде сокрушительного паводка или ледогрунтового селя – йокульлаупа. Опасные прорывные паводки случались также при спуске озёр, образующихся выше конечных морен отступающих ледяных языков или лопастей покровных ледников. Спуск приледниковых озёр обычно происходил быстро, в течение 2-3 дней, реже он занимал 15–20 дней, при этом расходы воды измерялись сотнями и тысячами м³/с. Чем больше объём подпруженного озера, тем мощнее образующийся прорывной поток. Эта закономерность подтверждается данными современных натурных наблюдений (табл. 2). Размеры древних прорывных паводков, как показывают расчёты на основе геологических данных, были значительно больше. Широко известен прорыв плейстоценового озера Мизула (США, штат Монтана). Водоём был подпружен выступом Кордильерского ледникового щита толщиной более 600 м. Объём воды, скопившейся за ледяной плотиной, составлял по разным оценкам от 2,1 до 2,5 тыс. км³. Это в пять раз больше объёма озера Эри, одного из великих пресноводных бассейнов

Северной Америки. Скорость воды достигала 100 км/ч, расходы йокульлаупов доходили до 16–17 млн м³/с [ru.wikipedia.org/wiki]. Потоки размывали и переотложили 200 км³ горных пород. Предполагают, что за 2000 лет озеро спускалось не менее 40 раз, о чём свидетельствует серия эрозионных террас, сохранившихся в современной озёрной котловине.

В России наиболее крупные прорывы древних ледниковых озёр известны на Алтае. Характерным

Таблица 2

Расходы некоторых современных прорывных потоков в горных районах Северного полушария Земли [10]

Название и местоположение озера	Объём воды в озере, км³	Максимальный расход прорывного потока, м³/с
Мерцбахера, Тянь-Шань	0,20	1000
Тулсеква, Британская Колумбия	0,23	1600
Греналоун, Исландия	1,5	5000
Лейк-Джорж, Аляска	1,7	10000

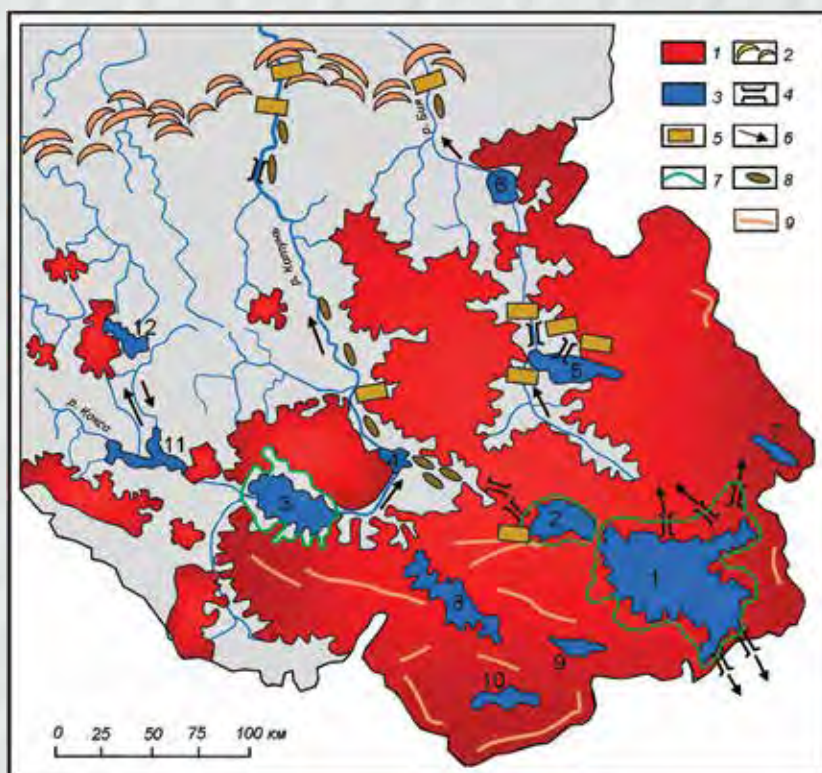


Рис. 10. Палеогляциологическая схема Алтая. Хронологический срез около 14 тыс. лет назад. По А. Н. Рудому [11].

1 – ледниковые комплексы; 2 – вероятный предел распространения ледников; 3 – ледниково-подпрудные озёра и их номера (цифры в поле карты: 1 – Чуйское, 2 – Курайское, 3 – Уймонские, 4 – Яломанское, 5 – Улаганские, 6 – Телецкие, 7 – Джолукульское, 8 – Джазатерское, 9 – Тархатинское, 10 – Бертекское, 11 – Абайское, 12 – Канские); 4 – спилвеи (канал катастрофического сброса воды из ледниково-подпрудных озёр); 5 – гигантская рябь течения, образованная прорывными водными потоками; 6 – направление движения прорывных водных и водно-ледниковых потоков; 7 – предполагаемые максимальные границы подпрудно-ледниковых озёр; 8 – дилuviальные террасы и увалы; 9 – область развития современного горно-долинного оледенения

признаком водно-ледниковых потоков здесь является гигантская рябь течений, детально описанная сибирским гляциологом А. Н. Рудым [11]. Это система чередующихся серповидных или извилистых гряд высотой до 20 м и длиной до одного километра, образующихся при прохождении катастрофических прорывных паводков. Обычно гряды имеют асимметричную форму поперечного сечения и состоят из косослоистых песчано-галечных отложений с включением валунов и глыб, принесённых издалека. Знаки ряби, наряду с другими геологическими признаками, позволяют определять некоторые гидрологические характеристики древних потоков и палеогеографические условия их прохождения. Пример восстановления одной из таких картин прошлого показан на рис. 10. Согласно ориентировочным расчётам, мощность прорывных потоков на Алтае достигала 400 м, скорость – 15–20 м/с, а расходы –

16–17 млн м³/с. Следы неоднократного спуска подпруженных ледниковых озёр известны и в других местах Евразии – в Саянах, Прибайкалье и Северном Забайкалье, Монголии, Тибетском нагорье, Гималаях и др.

«Прорывно-ледниковую гипотезу катастроф» разделяют не все исследователи четвертичного периода. Особенно часто критикуются крупномасштабные палеогеографические реконструкции, основанные на использовании морфологических признаков земной поверхности, в том числе «знаков ряби», однако совокупность современных взглядов на всю историю оледенения Земли и отдельных её частей позволяет вполне определённо ответить на вопрос, поставленный в заголовке данного раздела, был ли вселенский потоп? Уверенно можно сказать: да, был, и не один раз. Причём охватывал он не только отдельные регионы, но и весь земной шар, точнее, обширные прибрежные территории океанов и морей. Причины катастрофических наводнений были разные. Космические явления (факторы, которые влияют на орбитальные параметры Солнечной системы и нашей Галактики в целом) вызывали деградацию глобального оледенения планеты, когда в океан стекало гигантское количество талой воды, законсервированное в ледниках и ледниковых покровах. Продолжительность этих явлений измерялась не месяцами и годами, а десятками, сотнями и миллионами лет. В геологическом масштабе времени – это периоды между соседними глобальными оледенениями или их

стадиями развития. Короткопериодные события (внутригодовые, многолетние и вековые) определялись в основном земными процессами. Вулканические извержения, землетрясения, подвижки ледниковых масс, прорывы приледниковых и подледниковых озёр и др. носили внезапный, неожиданный характер и воздействовали на биоту и окружающую среду преимущественно локализовано, т. е. ограничивались в основном местными и региональными геоморфологическими рубежами, хотя и отражались на климате планеты и состоянии всей биосферы. Предвидеть такие природные катаклизмы очень трудно, но оценить тенденции изменения климата и связанные с ними экологические условия вполне возможно. Для этого надо хотя бы в первом приближении рассмотреть особенности развития климатических циклов.

Климатические циклы в истории Земли

Климат Земли не может быть постоянным уже потому, что наша планета не покоится на трёх китах или черепахах, как это представляли себе древние мудрецы, а является частью подвижной Солнечной системы, входящей в одну из бесчисленных галактик мироздания. В земном масштабе климат – есть функция взаимодействия суши, оледенения и океанов, осуществляемого через земную атмосферу. Температура, увлажнение (осадки) и химический состав атмосферного воздуха – главные характеристики среды обитания, используемые при изучении биосферы. В изменениях климата установлена определённая цикличность, причём продолжительность циклов и амплитуды глобальных температурных колебаний зависят, прежде всего, от космических факторов. Даже суточные изменения температуры приземного слоя воздуха происходят в результате смены дня и ночи, т.е. регулируются количеством тепловой энергии, приходящей от Солнца.

Различают три группы соподчиненных климатообразующих факторов. *Космические факторы* связаны с периодом обращения нашей Галактики вокруг некоторого центра мегагалактических скоплений продолжительностью около 1,2 млрд лет и периодом обращения Солнечной системы вокруг центра Галактики длительностью 200 млн лет. К *астрономическим факторам* относят: 1) изменение эксцентриситета (сжатости) орбиты Земли с периодом около 100 тыс. лет; 2) изменение наклона оси вращения планеты по отношению к плоскости эклиптики с периодом 40,7 тыс. лет; 3) прецессию – медленное вращение земной оси, вызванное гравитационным воздействием Луны и Солнца. Продолжительность этого периода составляет около 20 тыс. лет. *Геосферные факторы* определяются изменчивостью состава, строения и морфологических характеристик оболочек Земли, реагирующих как на внешние воздействия, так и на процессы, происходящие внутри планеты и на её поверхности. К ним относят глобальное перераспределение вещества и энергии: эпейрогенические и орогенические движения земной коры, сдвиги материков, массовые и серийные вулканические извержения, перестройку конфигурации материков и океанов, изменение массы биологического вещества и состава атмосферы и др. Продолжительность климатических циклов, определяемых геосферными факторами, измеряется десятками, сотнями и тысячами лет. Общая интегрально-динамическая модель изменения глобального климата, разработанная сибирскими мерзлотоведами В. Т. Балобаевым и В. В. Шепелё-

вым [12], представлена на рис. 11. Графики отражают следующие динамические особенности теплового состояния земной поверхности: во-первых, экстремальные периоды потепления и похолодания климата ограничиваются глобальными температурами -2 и $+2$ °C; во-вторых, оптимальные климатические условия на фоне всех циклов продолжительностью от 20 тыс. лет до 1,2 млрд лет укладываются в тот же диапазон температур ± 2 °C; в третьих, каждый временной цикл представляет собой осреднённую гармонику совокупности циклов меньшей продолжительности. Предложенная концептуальная модель объясняет глобальные экологические катастрофы, приуроченные к фанерозою – части геологического времени, берущего начало около 542 млн лет назад и продолжающегося по сей день (фанерозой характеризуется изобилием животного и растительного мира).

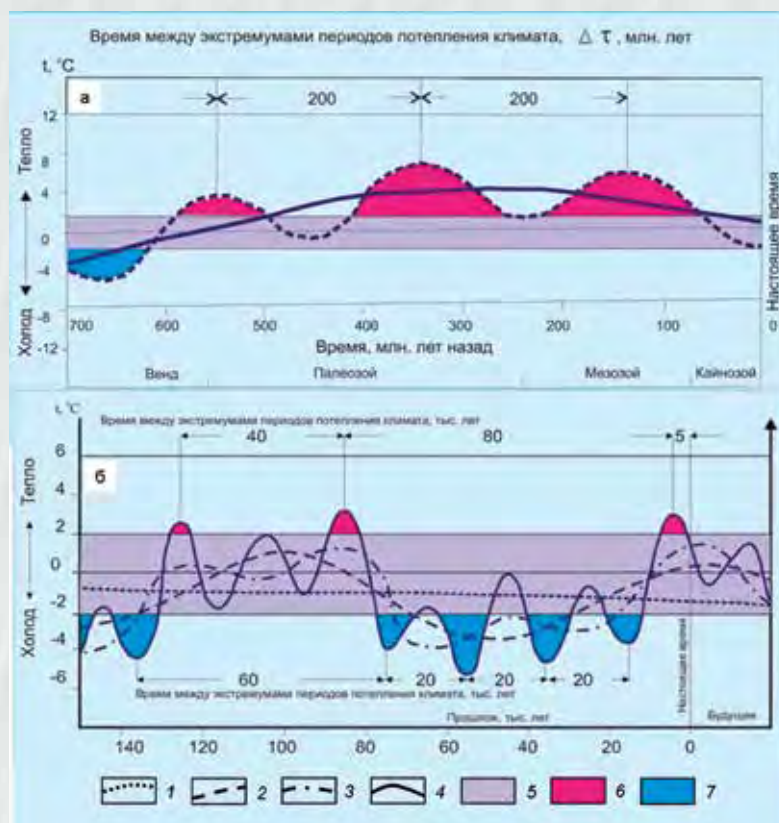


Рис. 11. Концептуальная модель изменения глобальной температуры поверхности Земли в течение последних 700 млн (а) и 150 млн (б) лет назад [12].

1 – ход кривой цикла с периодом около 200 млн лет, обусловленного вращением Солнечной системы вокруг Галактического центра; 2 – ход кривой цикла с периодом 100 тыс. лет, обусловленного изменением эксцентриситета орбиты Земли; 3 – ход кривой цикла с периодом 40,7 тыс. лет, обусловленного изменением наклона оси вращения Земли к плоскости эклиптики; 4 – ход кривой цикла с периодом 20 тыс. лет, обусловленного прецессией земной оси; 5 – область оптимальных климатических условий; 6 – периоды экстремального потепления климата; 7 – периоды экстремального похолодания

Так, похолодание, случившееся на фоне 200-миллионного цикла во второй половине ордовика и начале силура (480–410 тыс. лет назад), привело к массовой гибели морских организмов; прекратили существование примерно 35 семейств. Похолодание в перми и раннем триасе (280–200 млн лет назад) вызвало исчезновение почти всех сухопутных животных, вымерло около 22 % морских организмов. Очередное похолодание, начавшееся в позднемеловое время около 70 млн лет назад, стало причиной едва ли не самой грандиозной катастрофы в истории биосферы: исчезли все животные крупнее крокодила, в том числе динозавры; сохранились лишь формы жизни, которые приспособились к более холодной среде обитания. К примеру, вымирание динозавров произошло от того, что зародыши в их яйцах не смогли развиваться при температурах ниже критической для их организма.

Показанные на графиках периоды потепления соответствуют бурному развитию жизни, при которых увеличивалось не только количество биомассы на Земле, но и численность видов растений и животных, т.е. их разнообразие. Однако экстримумы тёплых периодов не означали всемирное благоденствие. В это время на значительной части суши происходила аридизация, случались продолжительные засухи, во время которых, так же как и в экстримумы холодных периодов, жизнь замирала, менялась, а то и вовсе прекращалась под лучами палящего Солнца. В целом же, судя по приведённым схемам, на протяжении всей истории Земли, начиная с докембрия, на поверхности планеты где-то всегда существовали относительно благоприятные условия развития жизни, и именно они были хранителями и источником возрождения различных форм существования живых организмов. Несмотря на многократные катастрофические события и стрессы, а, скорее, благодаря им, животный и растительный мир эволюционировал по законам мироздания, что эквивалентно Законам божьим, т.е. именно периодические изменения климата как в сторону потепления, так и в сторону похолодания, обеспечили современную структуру и величайшее разнообразие биоты, в том числе появление и развитие человека.

Климат в истории человечества

Голоцен – наиболее изученный период геологической истории Земли. Видимо потому, что он ближе всего к настоящему времени и сохранил обилие палеогеографических свидетельств и артефактов. Тем не менее, ещё тридцать лет назад мы не имели непрерывной хронологии климатических событий за последние 12 тыс. лет – времени, в течение которого сформировался человек разумный. Эту непростую задачу решил российский климатолог, знаток криогенных физических явлений В. В. Клименко, который построил наиболее точную кривую изменения глобальной температуры и доказал её соответствие ритмам социально-исторических процессов [13]. В основу палеоклиматических реконструкций, В. В. Клименко положил огромный фактический материал, накопленный учёными разных

специальностей к концу XX века. Основная часть этих материалов базируется на спорово-пыльцевом анализе отложений, радиоуглеродных датировках торфяников, на изучении озёрных осадков, остатков орудий труда, охоты и быта первобытного человека, письменных источников разных времён и народов, а также на изучении годовых колец захороненных деревьев и др.

После разрушения Панарктического ледникового покрова, в Северном полушарии Земли наступили благоприятные климатические условия, известные как оптимум голоцена. Повышение глобальной температуры осуществлялось волнообразно; соответственно увеличивалось или уменьшалось увлажнение. В Сибири максимум наступил примерно 7 тыс. лет назад, в Европе – около 5,5 тыс. лет назад. В это время сформировалась близкая к современной ландшафтно-динамическая структура суши. Однако границы природно-климатических зон и высотных поясов были сдвинуты, соответственно, на 300–500 км к северу и 400–600 м по высоте (рис. 12).

В пределах территории России тундра занимала полярные пустыни, а лесотундра придвинулась к берегам Северного Ледовитого океана. На месте южной тайги простиралась зона хвойно-широколиственных древесных пород; на Русской равнине, в Карелии, росли широколиственные леса; в Белоруссии господствовали насаждения из дуба, граба, липы, вяза. В самый тёплый период оптимума средние летняя и годовая температуры воздуха в Северной Евразии были на 2–3 °C выше современных. Влажный и тёплый климат сохранялся на Ближнем Востоке, в Средней Азии и на юго-востоке континента. На юге Китая средняя годовая температура была на 1 °C, а в Цинхае и Тибете – на 4–5 °C выше современной. В Африке пустыню Сахара занимала саванна с полноводными реками и многочисленными озёрами. Озеро Чад имело площадь, сопоставимую с Каспийским морем – 320 тыс. км², это в 10 раз больше, чем сейчас. Нил питали многочисленные мощные притоки, его разливы превышали современные на 8–15 м, расходы воды в реках достигали 120–150 км³, т.е. превышали современные значения на 30–70 %. Существенные изменения природной среды произошли и в других частях света. Вместе с тем, несмотря на сильное потепление, в оптимум голоцена сохранялись ледниковые шапки на арктических островах и долинны ледники в горных регионах Евразии, Северной и Южной Америки. В Гренландии и в Антарктике ледниковые щиты находились почти в неизменном виде. Дело в том, что крупные ледниковые системы обладают своеобразной «инерционностью», т.е. реагируют на изменение климатических изменений не сразу, а много лет спустя. Короткопериодные изменения температуры воздуха и осадков вообще могут не отражаться на их поведении. На это неоднократно указывал выдающийся российский гляциолог П. А. Шумский (1915–1988). Таким образом, основная часть крупных ледников и ледниковых покровов даже в наше время состоит из массы льда, накопленного задолго до голоцена, т.е. в эпоху великих плейстоценовых оледенений. То же самое можно сказать и о вечной

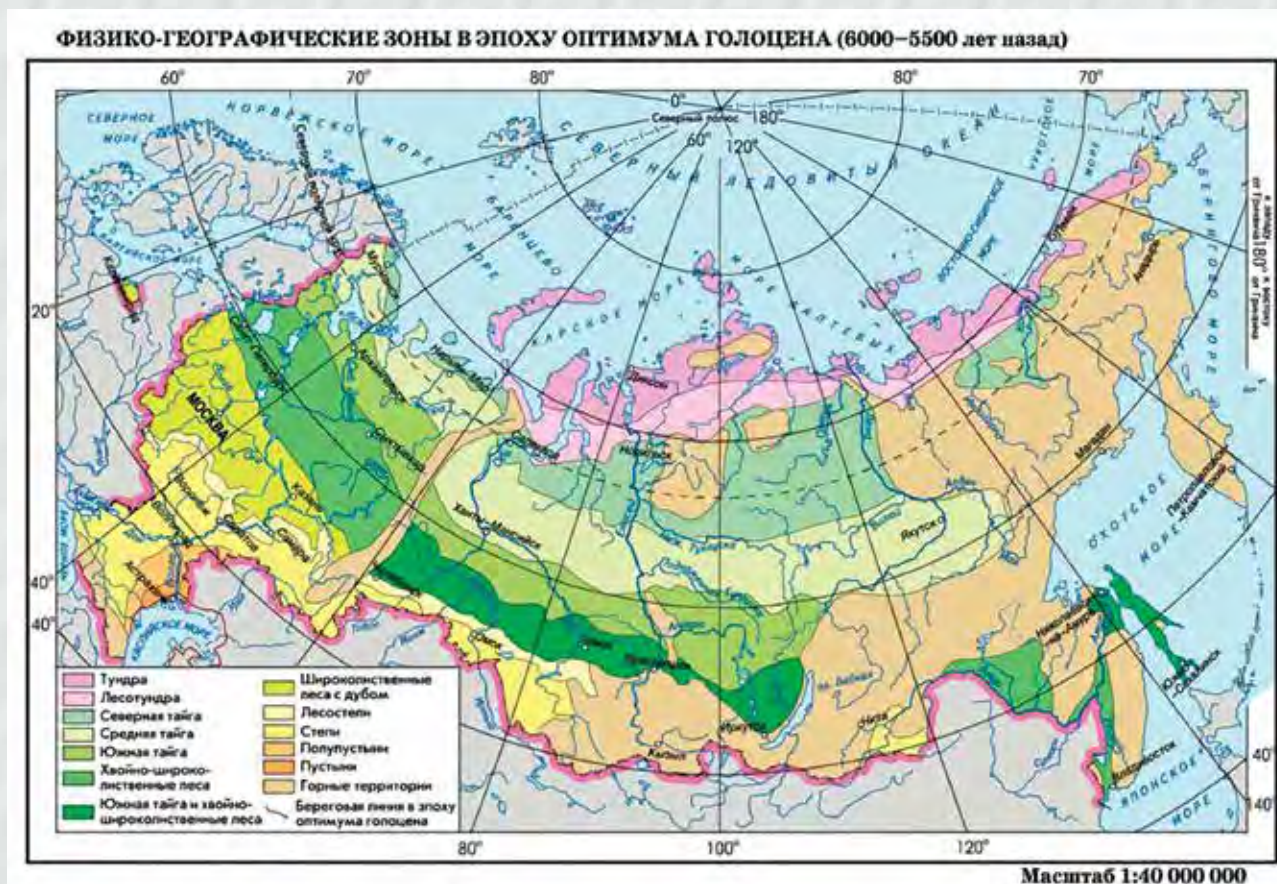


Рис. 12. Физико-географические зоны в эпоху оптимума голоцена (6000–5500 лет назад) [14]

мерзлоте. Предельная граница её распространения смещалась по широте и высоте, следуя волнам тепла и холода с некоторым запозданием, исчисляемым сотнями и тысячами лет, однако полностью вечномерзлые толщи горных пород не исчезали. Часть из них сохранилась до наших дней, о чём свидетельствуют остатки мамонтовой фауны и захоронённые деревья тех далёких времен. А что же человек? Как отреагировал он на благоприятные изменения климата и среды обитания в голоцене?

Напомним, что человек к этому периоду уже прошёл долгий путь эволюции длиной около 2,5 млн лет. Позади остались мировые потопа, противостояние литосферных плит и горообразование, ледниковые нашествия, лютые морозы и многоснежья, истязающие засухи и многое другое. Более 99 % этого периода, названного палеолитом, составил каменный век – люди выделились из гоминид, научились использовать, а затем обрабатывать камни, приспособив их как инструменты для изготовления орудий охоты и защиты от диких животных, стали строить примитивные жилища, шить одежду и отражать свою жизнь и окружающий мир в рисунках на стенах пещер и скальных обрывах. Изменения в облике и укладе первобытного человека происходили медленно и неравномерно и, конечно, зависели от климатических условий и состояний животного и рас-

тительного мира, а поскольку природные зоны периодически смещались, то и группы людей мигрировали на большие расстояния. Впрочем, мы никогда не узнаем, почему первобытные племена покинули свою прародину Африку и расселились вначале на Ближнем Востоке, а затем «оккупировали» всю Евразию, Северную и Южную Америку, Австралию. В этом им, видимо, помогло глобальное плейстоценовое оледенение, во время которого уровень Мирового океана понизился на 150–200 м, вследствие чего образовались транзитные пути через Берингию и средиземноморскую сушу, Панамский перешеек и обнажившийся проход, соединивший Юго-Восточную Азию с Австралийским континентом. Таким образом, к окончанию ледникового периода позднепалеолитическая культура *Homo sapiens* фактически заняла всю пригодную для жизни часть суши, в том числе и арктические земли Евразии и Северной Америки, включая Гренландию.

Глобальное потепление климата в первой половине голоцена сыграло исключительно важную роль в истории человечества. Именно в это время появились люди с совершенно новыми признаками и свойствами. Они стали не только искусно обрабатывать камни, строить более совершенные укрытия, ловчие ямы и заграждения, но и обрабатывать землю, приручали диких животных – собаку, лошадь, оленя, верблюда, осла и пр.,

изобрели лыжи и нарты, колесо и плуг, что в корне изменило их образ жизни и стало первоосновой развития многих цивилизаций. В неолите, примерно в VII тысячелетии до н.э., фактически произошла социальная революция: возникли первые крупные постоянные поселения, например, Иерихон в Палестине (7,5–7,3 тыс. лет до н. э.), Чайоню-Тепеси на Армянском нагорье (7250–6750 гг. до н. э.) и Чатал-Гюк в Турции (7,4–5,6 тыс. лет до н. э.). Традиционные охоту и собирательство заменило земледелие, появилась собственность, возникла социальная иерархия. Наконец, возникли мегалитические сооружения, близкие к знаменитому Стоунхенджу. Оптимум голоцена – это знаковый рубеж между каменным веком и новой, цивилизационной эпохой развития человеческого общества. Примечательно, что именно с этого момента началось похолодание – очередная стадия климатического цикла, которая продлилась до середины XX столетия нашей эры (рис. 13).

Кривая изменения средней годовой температуры в этот период свидетельствует о сложных условиях становления и развития цивилизации. Периоды похолодания сопровождались затяжными морозными зимами, снегопадами, комплексом опасных криогенных явлений.

Периоды же потепления, наоборот, вызывали засухи, потерю урожая и упадок активности жизни, вплоть до полного исчезновения очагов самобытной культуры. Обращает на себя внимание очень большая амплитуда перепадов температуры воздуха в V–IV тысячелетиях и в период бронзового (3,5–1,3 тыс. лет до н. э.) века по сравнению с железным (1,3 тыс. лет до н. э. – 340 год н. э.) веком и с последующими периодами. В течение одного тысячелетия, начиная с 4300 г. до н. э., глобальная температура воздуха понизилась почти на 2,5 °С – случай совершенно беспрецедентный. Этот процесс имел признаки настоящей глобальной катастрофы, которая реализовалась с двумя пиками потепления. Они, конечно, повлияли на структуру природно-климатической зональности, но в целом не очень сказались на ходе глобальных эволюционных преобразований. Затем последовали несколько пиков резкого потепления, создавших благоприятные условия для жизни, однако не везде и не всегда. В ряде мест, особенно в зонах с субтропическим климатом, случались не менее экстремальные ситуации, вызванные жарой, опустыниванием, дефицитом или, наоборот, обилием влаги.

Понижение глобальной температуры приземного воздуха, как правило, совпадало со знаменательными событиями истории человечества. Так, во время самого глубокого понижения температуры (в 3,8–3,2 тыс. лет до н. э.) произошёл переход от каменного века к бронзовому, причём свершился он примерно в одно и тоже время в разных, изолированных друг от друга частях света. Бронза заменила камень: из неё стали делать топоры, наконечники стрел и копий, посуду, ритуальные украшения, мотыги, а затем и колёса. Возникли своеобразные металлургические провинции. В это время были созданы первые настоящие цивилизации – минойская, шумерская, египетская, китайская, индская. Но расцвет культур связан не только с холодом, но и с потеплением. Например, высшая фаза развития древней египетской цивилизации пришлась на период мощного опустынивания территории. В Месопотамии она совпала со временем обширных и постоянных наводнений. Видимо, экстремальные условия жизнедеятельности, как и сейчас, побуждали человека к интеллектуальной и социальной активности, что, в конечном итоге, приводило к своеобразным революционным прорывам. Письменная история общества вполне коррелирует с хронологической кривой глобальной температуры. Это детально раскрыто в монографии В. В. Клименко. «Поразительно, – пишет учёный, – и это уже совсем не похоже на совпадение, но все эпохи могучих культурных импульсов в климатическом отношении являются эпизодами больших и малых глобальных похолоданий» [13].

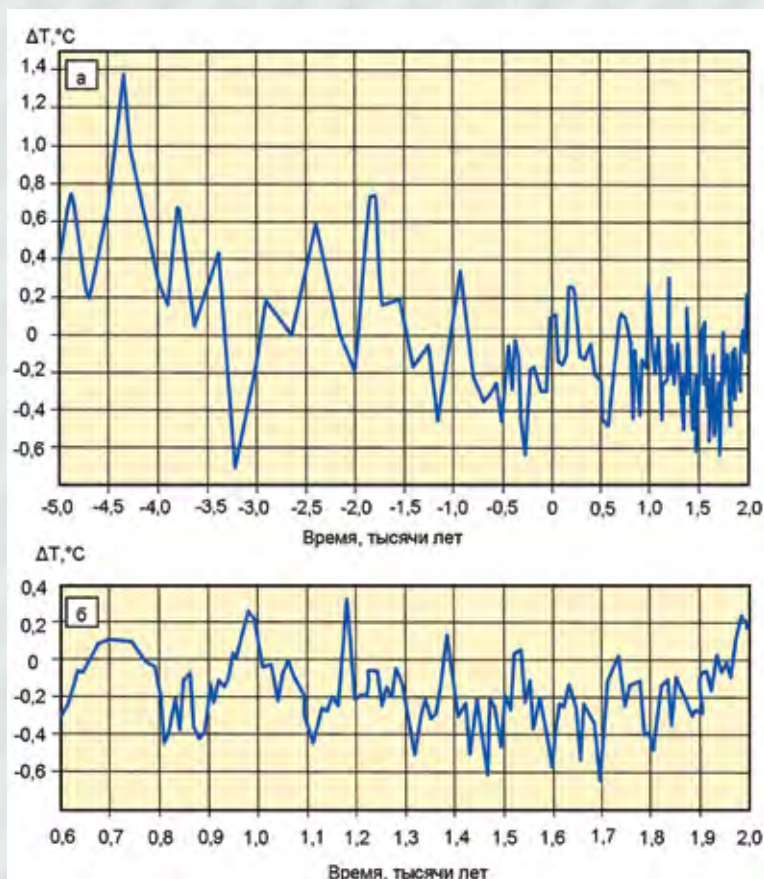


Рис.13. Изменение средней годовой температуры Северного полушария Земли за последние 7000 лет (а) и в VII–XX вв. н. э. (б) в аномалиях от средней температуры, рассчитанной за период 1951–1980 гг. [13]

Волны тепла и холода зафиксированы на протяжении всей истории цивилизации. Изменения были неравномерными и во времени, и в пространстве. Влияли не только планетарно-космические факторы, но и земные причины: океанические течения, удалённость от ледниковых шапок и ледовитых морей, положение и высота горных хребтов и нагорий, их изрезанность, крупные реки и озёра и пр. Но основная причина – географическая широта местности. В высоких широтах с арктическим климатом изменчивость природных комплексов была значительно меньше, соответственно и выше проявлялась адаптационная способность человека. Не случайно в арктических и субарктических областях земли не обнаружено крупных мегалитических сооружений. Здесь они были просто не нужны. Люди на протяжении многих тысячелетий сохраняли устойчивый уклад жизни, обусловленный частыми кочёвками, которые определялись сезонами года и пищевыми ресурсами, в том числе кормом для домашних животных (оленей). Люди на Севере легко приспосабливались к флуктуациям климата; «неудобства», связанные со сдвигами природных зон, гасились кочёвками. Очень важным, возможно, даже решающим событием для устойчивого развития народов Арктики и Субарктики стали изобретения разборного чума, лыж и нарт. Это позволило им легко осваивать гигантские просторы тундры и лесотундры, спасаться от снега, ветра и холода, своевременно покидать зоны проявления опасных и неблагоприятных ситуаций.

В бореальном (умеренно холодном) климатическом поясе важную роль сыграло изобретение срубов – деревянных изб и подсобных помещений, которые возводились одним топором без единого гвоздя или скобы. Земляные хижины сменили постоянные поселения – деревянные села и города с мостами, сторожевыми

башнями, настилами, защитными ограждениями. Возникло деревянное зодчество, искусство резьбы по дереву, появились сани, речные и морские суда – кочи, которые позволили совершать дальние поездки, усовершенствовались способы охоты и рыболовства. Широко внедрялось пастбищное скотоводство, для чего использовались заливные луга. Были раскорчеваны и распаханы речные террасы и другие плакорные места. Зимы престали казаться людям такими суровыми, а своевременные запасы рыбы, мяса, зерна, овощей и ягод избавили их от голода. Таким образом, жители лесной (таёжной) зоны на многие века и тысячелетия стали практически неуязвимыми для природных катаклизмов, и только полный переход к земледельческому типу хозяйствования вернул их к зависимости от засух, вымерзания и вымокания посевов, гололёда, других опасных природных явлений. Успешное противоборство жителей лесного пояса с лютыми морозами особенно ярко проявилось в период так называемого малого ледникового периода, наступившего в XIV–XIX веках, когда замерзли пролив Босфор и прибрежная часть Адриатического моря, а на льду Темзы и Дуная катались на коньках. Люди спокойно адаптировались к резким колебаниям температур, чувствовали себя вполне комфортно, о чём свидетельствуют живописные полотна художников из Англии, Франции, Германии, других западноевропейских стран (рис. 14).

В районах с аридным климатом, где испарение преобладало над количеством выпадающих осадков, люди и биота в целом более чутко реагировали на климатические изменения. Повышение температуры воздуха сопровождалось сокращением водных ресурсов, засухой, опустыниванием, и это сразу отражалось на жизнеспособности населения разных стран. От голода и жажды гибли люди и животные, исчезали целые цивилизации.



Рис. 14. Картина художника Хендрика Аверкампа (1585–1634 гг.), иллюстрирующая холода в Западной Европе во времена Малого ледникового периода

Известно около двадцати высочайших культур древности, которые «неожиданно» прекращали свое существование. Большинство из них исчезали именно в аридных зонах. Показательна судьба Великой степи, протянувшейся от берегов Тихого океана до Причерноморья на расстояние около 10 000 км. С севера степь ограничивалась сибирской тайгой, а с юга – горами Средней Азии и Кавказа. Здесь в 1203-1204 гг. зародилось самое могущественное в прошлом государство – Монгольская орда. Под руководством Чингисхана и его потомков оно просуществовало около 300 лет. Зарождение империи совпало с пиком потепления на рубеже XII-XIII вв., а весь период существования орды пришёлся на один из самых благоприятных климатических отрезков нового времени (рис. 13б). Безусловно, как и в других районах земного шара, здесь были свои пики похолодания, но они не определяли судьбу кочевого народа. Что для него было главное? Трава. От самых жестоких морозов и нестерпимого зноя можно спастись в переносной войлочной юрте, но, если не будет травы, погибнут отары овец, табуны лошадей и верблюдов, не будет мяса, жира, шерсти, шкур – всего того, что составляло основу жизнедеятельности кочевников. Монголы не заготавливали сено на зиму, животные все времена года добывали корм сами, благо этому способствовали небольшой снежный покров и умеренное увлажнение. Но когда количество осадков выходило за пределы определённой нормы, ничто не спасало животных от верной гибели. Как тут не вспомнить известные ритмы увлажнения материков А. В. Шнитникова [15]. Анализ данных показывает, что расцвет монгольской империи совпал с максимумом субатлантического цикла увлажнения, случившегося в XII–XV вв. В конце этого периода произошло резкое похолодание, что усугубило наступившую засухливость и, в конечном итоге, спровоцировало окончательный распад некогда могущественного государства. Впрочем, есть и другая версия, согласно которой, конец Орды вызвала чума – «чёрная смерть», выкосившая половину Европы и распространившаяся по военным и торговым маршрутам в Великую степь. Весьма вероятно, что роковую роль сыграли оба эти фактора.

Что касается регионов с гумидным климатом, где наблюдаются относительно небольшие сезонные колебания температуры и высокое постоянное увлажнение, то здесь реакция геосистем и общественных формаций на изменение структуры водно-теплового баланса планеты была незначительной. Гибель цивилизаций Юго-Восточной Азии, Индостана и Экваториальной Африки, скорее всего, напрямую не связана с климатическими катаклизмами. Так или иначе, вопрос о влиянии климата на развитие человечества не снимается с повестки дня. В последнее время он обострился в связи с нарастающим техногенным прессом и загрязнением окружающей среды.

(Окончание в следующем номере)

Список литературы

1. Калесник, С. В. Очерки гляциологии / С. В. Калесник. – М. : Географгиз, 1963. – 351 с.
2. Гляциологический словарь / Под ред. В. М. Котлякова. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 528 с.
3. Felisa A. Smith, Rosemary E. Elliott Smith, S. Kathleen Lyons, Jonathan L. Payne. Body size downgrading of mammals over the late Quaternary // *Science*. – 2018-04-20. – Vol. 360. – P. 310-313. doi:10.1126/science.aao5987
4. Леви, К. Г. Позднеплейстоцен-голоценовое вымирание. Причины и следствия / К. Г. Леви, Н. В. Задонина // *Геоархеология. Этнология. Антропология*. – 2012. – № 1 (1). – С. 68–90.
5. Толль, Э. В. Ископаемые ледники Ново-Сибирских островов, их отношение к трупам мамонтов и к ледниковому периоду : на основании работ двух экспедиций, снаряжённых императорской Академией наук в 1885-1886 и 1893 годах / Э. В. Толль // *Записки императорского Русского географического общества по общей географии*. – 1897. – Т. 32, № 1. – 139 с.
6. Будыко, М. И. Эволюция биосферы / М. И. Будыко. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 488 с.
7. Воронцов, Н. Экологические кризисы в истории человечества / Н. Воронцов // *Биология*. – 2001. – № 40 (623). – С. 16–31.
8. Верещагин, Н. К. Почему вымерли мамонты / Н. К. Верещагин. – Л. : Наука. Ленингр. отд-е, 1979. – 195 с.
9. Котляков, В. М. Мы живем в ледниковый период / В. М. Котляков. – Л. : Гидрометеиздат, 1966. – 235 с.
10. Гросвальд, М. Г. Евразийские гидросферные катастрофы и оледенение Арктики / М. Г. Гросвальд. – М. : Научный мир, 1999. – 120 с.
11. Рудой, А. Н. Гигантская рябь течения (история исследований, диагностика, палеогеографическое значение) / А. Н. Рудой. – Томск : Изд-во Томск. гос. педагогич. ун-та, 2005. – 234 с.
12. Балобаев, В. Т. Космопланетарные климатические циклы и их роль в развитии биосферы Земли / В. Т. Балобаев, В. В. Шепелёв // *Докл. Академии наук*, 2001. – Т. 379, № 2. – С. 247–251.
13. Клименко, В. В. Климат : непрочитанная глава истории / В. В. Клименко. – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 408 с.
14. Национальный атлас России. Т. 2. Природа. Экология. – Калининград : ОАО Янтарный сказ, 2007. – 496 с.
15. Шнитников, А. В. Изменчивость общей увлажнённости материков Северного полушария / А. В. Шнитников. – М.–Л. : Изд-во АН СССР, 1957. – 337 с.