

новейшие страницы истории Земли

Профессор К. К. Марков

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Вот уже семь раз, начиная с 1932 г., собираются ученые, занимающиеся изучением новейшего геологического периода Земли (плейстоцена). Каждый четыре года в разных странах созывается международный конгресс ИНГВА, на котором географы и геологи обсуждают проблемы изменения лица нашей планеты на протяжении последних десятков и сотен тысяч лет. Такая встреча состоялась в США в августе — сентябре 1965 г. Среди участников конгресса была большая группа советских ученых. Многие из них выступили с интересными докладами. Мы печатаем статью проф. К. К. Маркова, в которой рассказывается об изменениях, охвативших в плейстоцене земную поверхность, ее материки и океаны.

В настоящее время изучение плейстоцена¹ достигло нового этапа, который характеризуется накоплением данных о всей поверхности нашей планеты. Особенно большое значение имело быстрое развитие морской геологии, успехи которой позволили осветить историю двух третей поверхности Земли. Вторым крупнейшим событием явились новые исследования Антарктиды. Оглядываясь назад на столетия, приходится констатировать, что характер сведений о плейстоценовом периоде Земли совершенно изменился. Сведения местные, дополненные логическими экстраполяциями, уже переросли в сведения по всему миру. А между тем гипотезы слишком часто сохранялись старые. Полвека тому назад еще было оправдано стремление распространить на обширные неизученные пространства Земли стратиграфические и палеогеографические построения, установленные для ограниченных, хотя и сравнительно хорошо изученных районов. Теперь же для создания планетарной теории изменений

земной поверхности и в плейстоцене, с равным вниманием следует рассматривать особенности стратиграфии и палеографии этого времени всех районов поверхности Земли.

ОБЩЕЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Разнообразие природы поверхности Земли в плейстоцене запечатлелось в разнородности стратиграфии четвертичных отложений различных районов. Но это разнообразие не хаотично, а закономерно. Поверхность Земли можно разделить на основные, принципиально различные типы географических районов и каждый из них изучать самостоятельно в стратиграфическом отношении. Местные (частные) различия сочетались, однако, с общей закономерностью развития природы поверхности Земли как целого. Следовательно, необходимо установить частные и общие закономерности изменений природы на протяжении плейстоценового периода для всей континентальной и океанической поверхности Земли.

Несмотря на обширность и разнородность поверхности Земли, можно предполагать следующую общую закономерность развития ее природы — нарастание похолодания в плейстоцене. Доказательства получе-

¹ Плейстоцен (греч. — новейший) — одно из названий новейшего геологического периода. По нашему мнению, это название имеет преимущества перед другими, тоже распространенными названиями (четвертичный период, ледниковый период, антропоген).

ны в различных материковых и океанических частях ее поверхности.

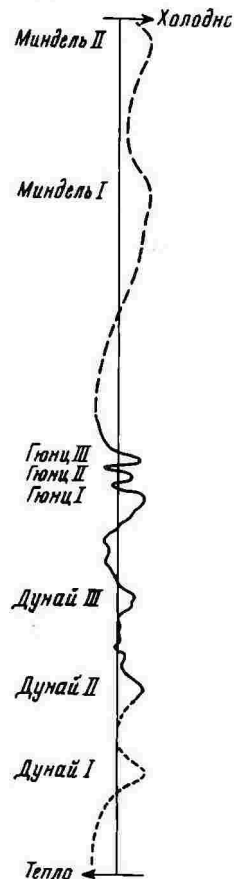
Если рассматривать материки, то следует напомнить прежде всего о палеофаунистических критериях. Палеозоологи доказали, что развитие млекопитающих свидетельствует об увеличении в составе фауны Европы животных, приспособленных к обитанию в холодном и сравнительно сухом климате. Особенно наглядно эту закономерность показал К. Адам. Каждый новый вид слона приспособлен лучше своего предшественника к более холодному климату и в особенности к холодно-континентальному (сухому) климату. Значит, климат Европы становился холоднее и одновременно континентальнее. За последнее время к совершенно сходным палеоклиматическим выводам привели и палеоботанические исследования, притом для противоположного, т. е. восточного сектора Евразии, — бассейна р. Ангары и р. Алдана (М. П. Гричук, Т. Д. Боярская, 1962). Принципиально это та же самая закономерность развития природы: из растительного комплекса постепенно исчезают влаго-теплолюбивые формы.

Их заменяют сухо-холодостойкие формы, образующие осветленные и даже остепненные леса. Следовательно, климат всей Северной Евразии эволюционировал от сравнительно влажного и теплого к холодному и сухому. Эти данные по Евразии подтверждают две кривые (рис. 1, 2). Фауна морских моллюсков из ракушечниковых песков (крагов) Восточной Англии (см. рис. 1) свидетельствует все о том же нарастающем плейстоценовом похолодании климата. Менее отчетливо нарастающее охлаждение климата в нижнем плейстоцене изображает график, построенный итальянским геологом С. Венцо по палеоботаническим данным (см. рис. 2), а более отчетливо — кривые, составленные, как уже упоминалось, немецким



Рис. 1. Доказательства (стратозарезы) планетарного нарастания похолодания и увеличения сухости внетропических поясов Земли в плейстоцене иллюстрируют рисунки 1—8. Похолодание Восточной Англии (Ф. Цейнер). I — верхний плиоцен; II — граница верхнего плиоцена и плейстоцена; III — плейстоцен

Рис. 2. Тенденция похолодания Северной Италии (С. Венцо): нижняя часть кривой (дунай—гюнц) — верхнеплиоценовая, верхняя часть кривой (миндель) — нижнеплейстоценовая. Направленно-ритмический характер кривой



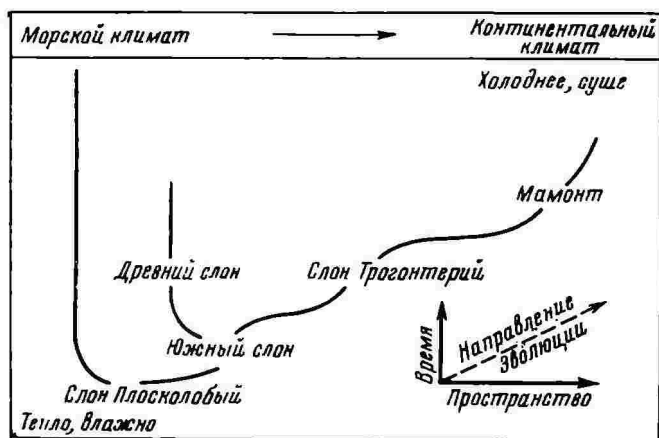


Рис. 3. Похолодание и увеличение сухости климата Европы, установленное в Европе по эволюции слонов и окружающей их среды (К. Адам). Направленный характер кривых

ученым К. Адамом (рис. 3), а также советским ботаником М. П. Гричук (рис. 4).

Следующая группа кривых характеризует тепловую эволюцию поверхности океана, фиксированную в отложениях океанического дна. Мы выбрали с этой целью три разреза. В экваториальном поясе, в Тихом океане разрез донных отложений был изучен шведским океанологом Г. Аррениусом (рис. 5). В тропическом поясе Атлантического океана условия осадконакопления изучил американский океанолог Ц. Эмилиани (рис. 6). Третий океанический разрез, расположенный в умеренном поясе Южного океана, был изучен советским микробиологом А. П. Жузе (рис. 7). Г. Аррениус показал, что в пли-

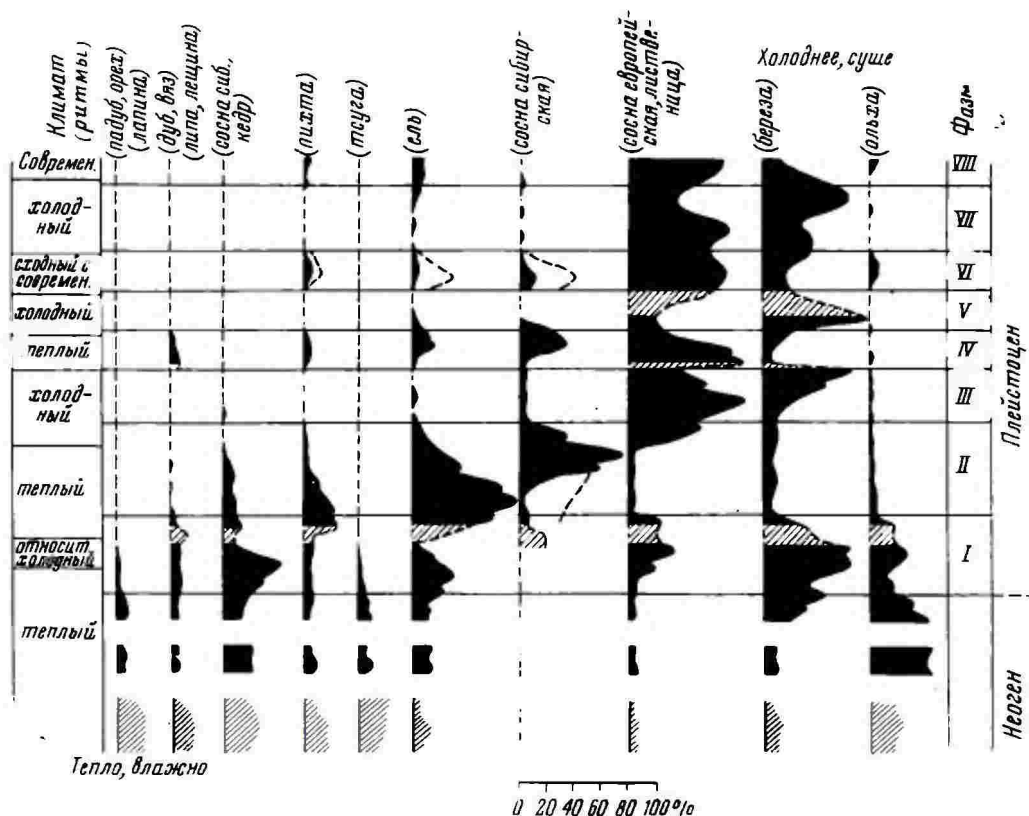


Рис. 4. Похолодание и увеличение сухости климата Восточной Сибири, установленное на основании сводной пылевой диаграммы Приангарья (М. П. Гричук). Направленно-рhythмическое изменение растительности и климата

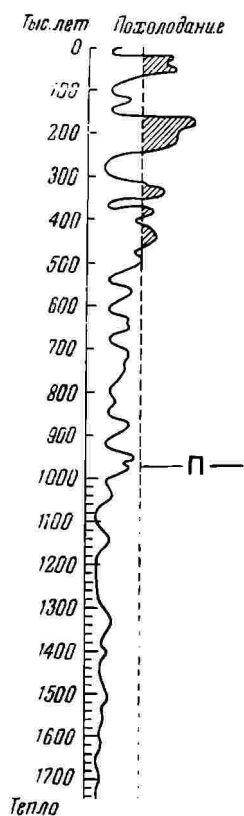


Рис. 5. Похолодание вод экваториального пояса в Атлантическом океане, установленное на основании увеличения карбонатности осадка (Г. Арренхус). «П» — граница плейстоцена и плейстоцена. Направленно-ритмический характер кривой

равне со сходством, обнаруживается и само собой понятное различие в истории океана и суши. Поверхность Мирового океана охлаждалась. Поверхность внетропических пространств материков одновременно охлаждалась и у с х а л а. Совершенно очевидно, что второй вывод для океанической водной массы бессмыслен и невозможен. Но это различие в изменении поверхности суши и океана столь велико, что его нельзя было не отметить.

Изучение стратиграфии новейших отложений суши и океана приводит к выводу о нарастающем (направленном) охлаждении поверхности всей Земли (материки плюс океаны) в плейстоцене. Это похолодание нача-

лось в третичное время, но в плейстоцене протекало в сто раз быстрее. Полученные выводы отразились также в кривых приходящей солнечной радиации («кривые Миланковича»), в более новой редакции голландского ученого А. Вуркома (рис. 8). На этом графике видно, что эпохи похолоданий по мере приближения к современности усиливались. Установленное планетарное охлаждение земной поверхности в плейстоцене представляло собой главный и направленный процесс ее развития. При этом нарастающее охлаждение осложнялось ритмическим чередованием теплых и холодных фаз.

ПРИЧИНА ПОХОЛОДАНИЯ

Причина планетарного охлаждения поверхности Земли в плейстоцене заключалась в поднятии поверхности материков. Лучшее всего эти поднятия изображены на карте новейших тектонических движений территории СССР (Н. И. Николаев и С. С. Шульц 1961 г.). Эта карта свидетельствует о преобладавшем поднятии материков. Дно океана, напротив, преимущественно погружалось, «увлекая» за собой океаническую поверхность.

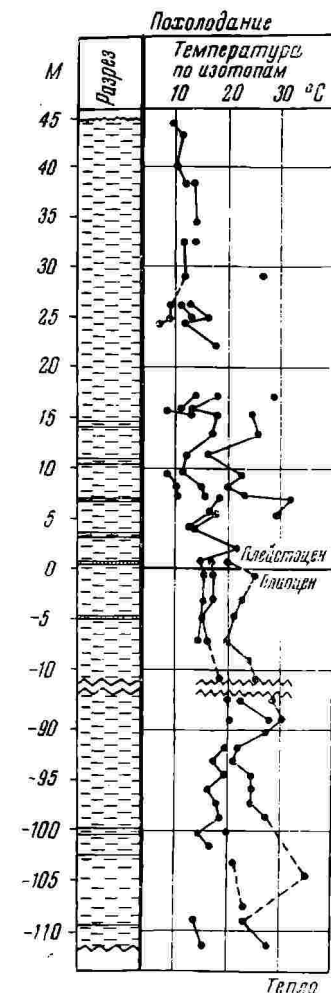


Рис. 6. Похолодание вод Средиземного моря у острова Сицилия в плейстоцене и плейстоцене. Палеотемпературы установлены по соотношению изотопов кислорода в раковинах фораминифер (Ц. Эмилиани). Направленный характер кривых

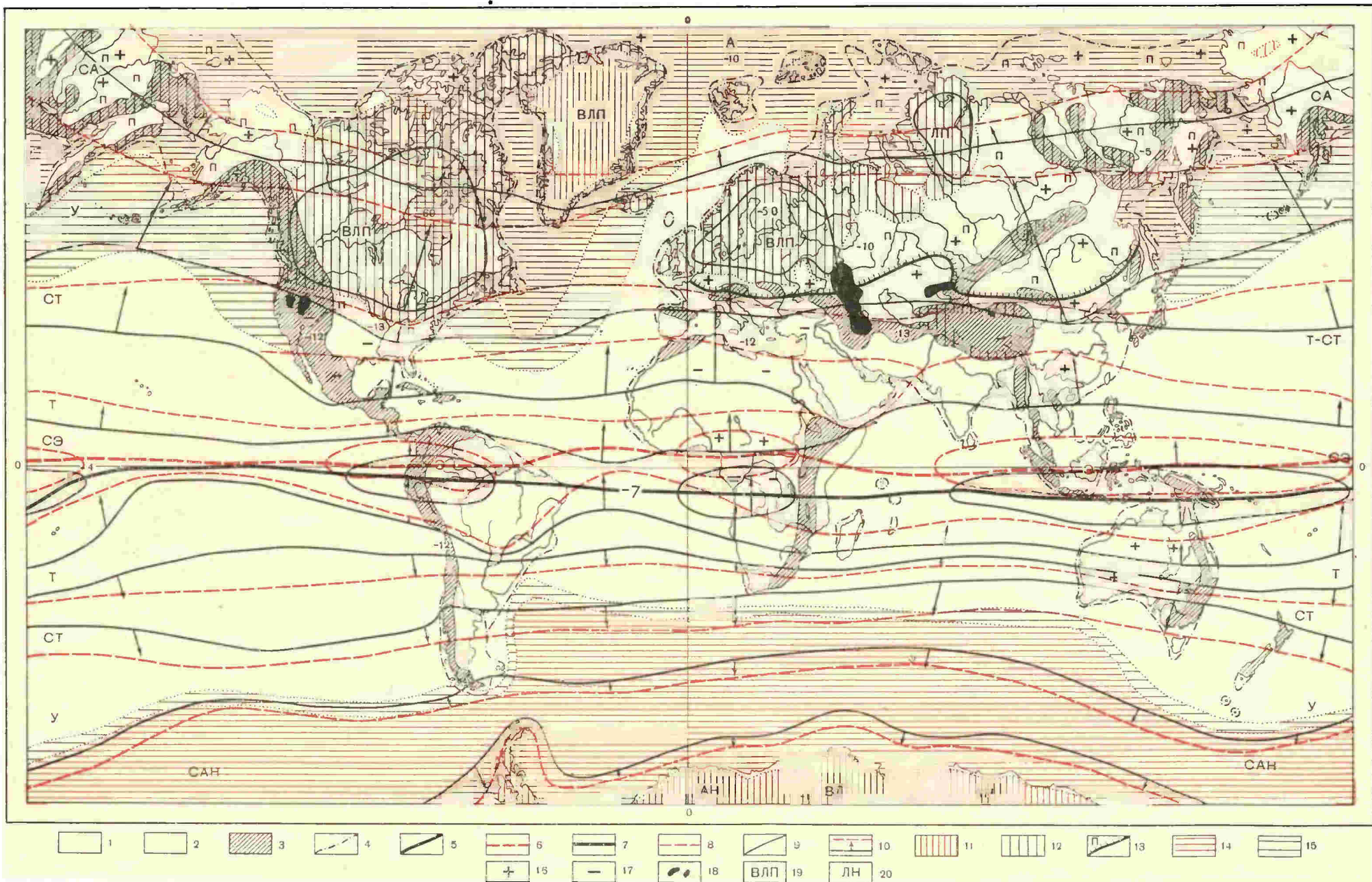
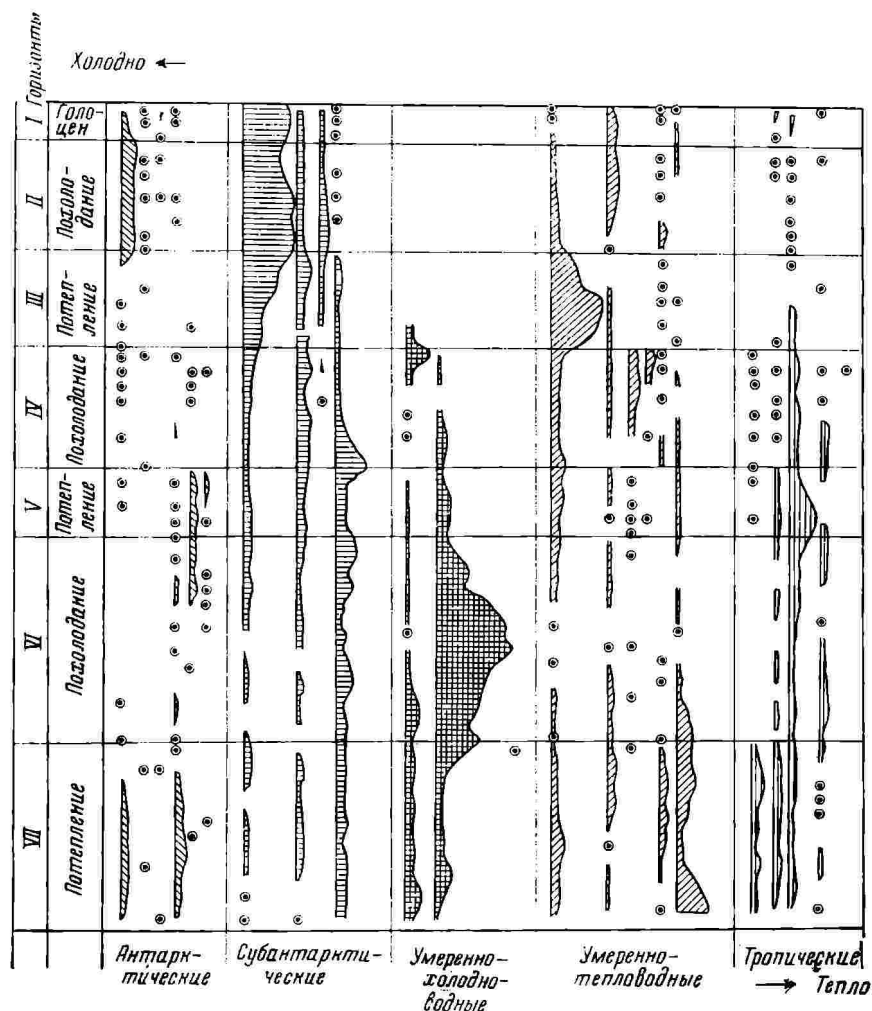


Рис. 10. Палеогеография Земли в эпоху от максимума плейстоценового похолодания до современности. 1 — дно океана (ниже изобаты — 100 м); 2 — материковые равнины — платформы (выше изобаты — 100 м); 3 — материковые области горообразования; 4 — изобата — 100 м; 5 — наибольшее похолодание в °С (по сравнению с современностью); 6 — термический экватор (положение в эпоху наибольшего похолодания); 7 — границы географических

поясов (современное положение); 8 — границы географических поясов (положение в эпоху наибольшего похолодания); 9 — границы географических поясов от времени наибольшего похолодания до современности; 10 — смещение границ географических поясов от времени наибольшего похолодания до современности; 11 — современные материковые льды; 12 — древние материковые льды; 13 — древнее подземное оледенение; 14 — современные и древние морские льды; 15 — древние морские льды (за границей современных льдов); 16 — у-

лажнение климата после максимума похолодания; 17 — усыхание климата после максимума похолодания; 18 — крупнейшие плейстоценовые озера; 19 — высокогорные ледниковые пустыни; 20 — ледниковые пустыни. Географические пояса: А — арктический, У — умеренные, Т — тропические, Э — экваториальный, СА — субарктический, СТ — субтропические, СЭ — субэкваториальные, САН — субантарктический, АН — антарктический

Рис. 7. Похолодание вод Южного океана (А.П.Жузе). Вытеснение тепловодных диатомовых холодноводных-мп. Направленно-ритмический характер изменения флоры диатомовых



Средняя высота земной поверхности составляет сейчас 875 м, а средняя глубина Мирового океана — 3790 м. Разрыв уровней суши и океана в настоящее время исключительно велик, что выражает особенность новейшего тектонического этапа. Раствор гипсометрических «ножниц» суша—океан достиг теперь 4600 м. В палеогене это различие выражалось гораздо более скромной цифрой: суша была ниже, а океан менее глубок.

Возрастание высоты суши за последний плейстоценовый отрезок новейшего тектонического этапа составило 500 м, т. е. высота материков увеличилась вдвое, на две трети или еще больше, если принять во внимание повсеместную регрессию океанического уровня, амплитудой до 200 м.

Но почти не сделано палеоклиматических

выводов возрастания амплитуды рельефа, и таким образом образовался логический разрыв между неотектонической и палеоклиматической концепциями. Между тем, их связь неизбежна. Метеорологи считают, что при увеличении относительной высоты поверхности ее температура в среднем понижается на $0,6^\circ$ для 100 м поднятия. Этот закон справедлив для толщи тропосферы, в интервале высот около 10 км, в которой уместается весь рельеф материков (Джомолунгма — 8882 м).

Следовательно, возрастание средней высоты рельефа материков даже на 500 м вызвало среднее охлаждение поверхности на 3°C . В качестве средней, такая оценка весьма значительна. Пятьдесят лет тому назад А. Пенк и Э. Брикнер вообще объясняли ледниковый период понижением на 4°C только летней температуры. Местное охлаждение

тянулась на весь плейстоценовый период и достигла 200 м. Она вызвала дополнительное приращение относительной высоты суши и ее охлаждение. Суммарное охлаждение поверхности суши могло достигнуть поэтому 4,0°C.

ТИПЫ РАЙОНОВ — ТИПЫ РАЗВИТИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Теперь обратимся к дифференцированному изменению природы земной поверхности. Назовем крупнейшие части поверхности Земли, покажем характер их развития, отраженный в стратиграфических колонках и в палеогеографических изменениях земной поверхности.

Следует выделить три главных типа тектонически и стратиграфически различных пространств. Будем называть их типами страторайонов, а с палеогеографической точки зрения — типами районов.

Равнины. Первый тип страторайонов представляет собой равнины и вообще невысокие пространства суши. К ним следует не забыть присоединить приматериковые подводные части шельфа выше 100-метровой изобаты. Ниже указанного уровня гляциоэвстатическая регрессия океана не распространялась¹.

Краткость изложения заставляет нас ограничиться только еще одной характеристикой климата — увлажненностью поверхности суши. Характерная черта типа страторайонов равнин заключается, как мы видели, в том, что в течение плейстоцена климат поверхности суши становился не только холоднее, но и суше.

С другой стороны, изменение природы было ритмическим. Оно зависело, по-видимому, от ритмов изменения солнечной радиации.

Горы. В пределах материков находится второй тип страторайонов — высокие горы — области материкового горообразования. Анализ развития природы высоких гор должен еще больше основываться на неотектоническом принципе. Равнины поднимались только на сотни, а горы — на тысячи метров. Анализ доступных материалов позволил остановиться на средней оценке поднятия гор

¹ Надо различать регрессию уровня океана, вызванную опусканием океанического дна, и колебания океанического уровня, зависящие от изменения объема вод океана. Первая растянулась на весь плейстоцен, а вторые повторялись, следуя ритмам оледенений.

до 2000 м, имея в виду гребни горных хребтов. Нужно, однако, учитывать пестроту тектонического развития отдельных горных районов. Величина поднятия в 2000 м определяла похолодание на 12°C, причем одновременно с поднятием происходило и увлажнение климата.

Таким образом, развитие поверхности гор и равнин протекало различно, что и послужило основанием для выделения не одного, а двух типов развития суши.

Нараставшее поднятие, похолодание и увлажнение климата гор влекло за собой нарастание их оледенения. Наш вывод вступает в противоречие с установившимися представлениями. Привычно рассматривать именно горы (в частности Альпы) в качестве краугольного камня ритмики оледенения, или, как говорят иначе, — полигляциализма. Однако идея полигляциализма гор, возможно, основывается на недоразумении. Разрезы, на которые при этом ссылаются, расположены не в горных хребтах, а в межгорных и предгорных понижениях, на небольших высотах. Они вскрывают не историю воздымавшихся горных хребтов, а историю погружавшихся межгорных и предгорных котловин.

Океан — третий тип страторайонов. История океанических вод отражена в стратиграфии отложений океанического дна. Она свидетельствует о повсеместном похолодании океанических вод в плейстоцене, которое следовало за похолоданием климата Земли. Коренная особенность стратиграфии дна и палеогеографии океана заключается в том, что стратиграфические разрезы фиксируют похолодание, но, конечно, не сухость поверхности океана. Следовательно, развитие поверхности океана отличалось от развития поверхности суши.

Кроме того, высота поверхности океана изменялась весьма мало. Она опустилась не более чем на 200 м и оставалась почти вне тектонического влияния. Поднятия и опускания дна интерферировались. В этом заключается существенное отличие палеогеографии океана от изменений, охвативших поверхность суши. Но в целом «демиургами» природы земной поверхности в плейстоцене были дифференцированные новейшие тектонические движения. Поэтому развитие всех компонентов природы имело различный характер.

Таковы основные черты стратиграфии плейстоценовых отложений.

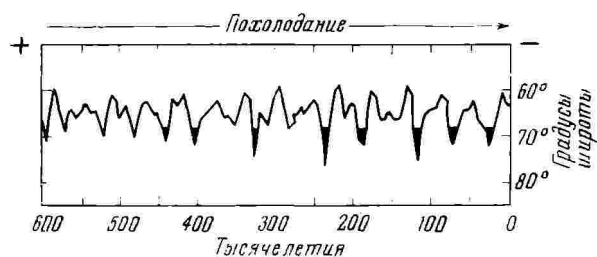


Рис. 8. Нарастание похолодания климата умеренного пояса Северного полушария (черные пики). Астрономическая кривая М. Миланковича в более новой редакции А. Вуркома. Направленно-ритмический характер кривой

поверхности материков (горы, ледниковые щиты) было еще значительно больше, как и само возрастание высоты.

Итак, планетарное охлаждение Земли следует объяснить увеличением высоты материков за новейший тектонический этап, в особенности за плейстоценовый период.

Новейшее тектоническое поднятие было ведущим фактором развития поверхности

Земли. Оно определило, как мы видели, главные черты стратиграфических разрезов, показанных на рисунках 1—8.

Однако вертикальные тектонические движения земной поверхности имели дифференцированный характер. Поэтому для доказательства также и местных вариантов развития поверхности Земли в плейстоцене попытаемся сохранить в качестве основы дальнейших рассуждений тектонический принцип.

Представления о дифференцированном характере тектонических движений, при преобладавшем поднятии не находится в противоречии друг с другом. Местный характер вертикальных движений выражался прежде всего в том, что поверхность материков поднималась, а поверхность океанического дна понижалась. Поднятие суши вызвало охлаждение поверхности Земли, в том числе и океанической, несмотря на то, что последняя в плейстоцене понизилась, испытала планетарную, тектонически обусловленную регрессию. Происхождение ее хорошо осветил английский исследователь Ф. Цейнер (рис. 9). Регрессия Мирового океана рас-

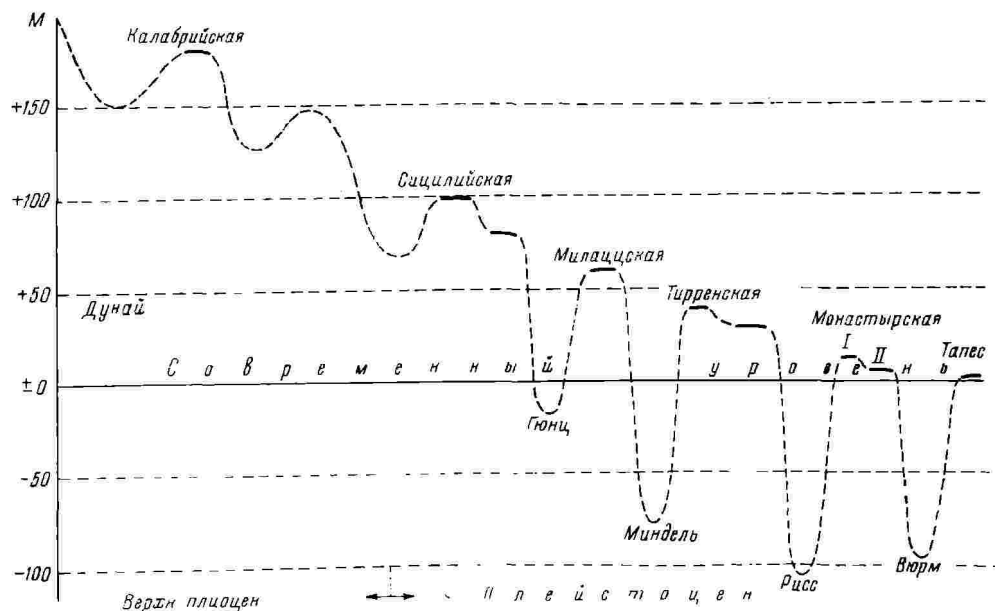


Рис. 9. Кривая изменения уровня океана, по данным изучения террас Средиземного моря. *Наверху* — названия террас Средиземного моря, *внизу* — названия альпийских ледниковых эпох. Кривая показывает планетарную направленную регрессию Мирового океана в плейстоцене и плейстоцене. Ее амплитуда около 200 м. Она обуславливалась погружением дна океана и прерывалась кратковременными ритмами эвстатических колебаний уровня океана, зависевшими от накопления — таяния льдов на материках.

Амплитуда эвстатических колебаний уровня океана — до 110 м

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ ЗЕМЛИ В ЦЕЛОМ

Теперь обратимся к палеогеографии плейстоценового периода.

Посмотрите на карту (рис. 10). Наравне с границами трех типов страторайонов (первый план), на ней есть обозначения, относящиеся и ко второму плану. Второй план — это прежде всего географические пояса. Положение географических поясов изменялось. Границы 13 географических поясов детализируют палеогеографическую картину Земли. Следует добавить, что на карте показано еще смещение климатической оси Земли — термического экватора.

Какие же закономерности обнаруживает сравнение современных границ с границами, отнесенными к эпохе наибольшего похолодания Земли?

Наиболее характерное выражение потепления — это «бегство» географических поясов от экватора к полюсам, так что жаркие внутритропические пояса расширялись, а холодные (внегропические) сужались. В эпоху потепления сокращались также материковые и морские льды в районах морского климата Северного полушария.

Но история материковых льдов Северного и Южного полушарий различна: огромная изменчивость льдов в Северном и очень малая их изменчивость в Южном. Поэтому для древнего оледенения Северного полушария имеет преимущества теория полигляциализма, а для Южного (Антарктида) — теория моногляциализма. Уменьшение площади льдов Северного полушария после эпохи наибольшего похолодания было двенадцатикратным, но его, возможно, совсем не было в Антарктиде. Поэтому в эпоху наибольшего похолодания термический экватор Земли был оттеснен в Южное полушарие, и больше всего в сильно ледовитом Атлантическом секторе. Это смещение не было, однако, значительным, так как температура поверхности Земли понижалась в обоих полушариях. Иначе говоря, нельзя рассматривать похолодание, как прямой результат только материкового оледенения. Сами материковые льды были последствием похолодания.

В Северном полушарии наиболее интересные особенности древнего оледенения следующие: центры огромных ледниковых покровов находились не в Арктике, а в умеренном или в субарктическом поясах. Ледниковые покровы «избегали» слишком сухой Арктики.

Палеогеография ледниковых покровов обнаруживает тяготение материковых льдов прежде всего к влаге и к морскому климату, а не к холоду. Характерное явление размещения ледниковых покровов — это «бегство» от континентального климата. Ледниковые покровы Северной Америки были и больше и исторически жизненнее ледниковых покровов Северной Евразии. Это понятно: Евразия континентальнее Северной Америки, последняя открыта вторжениям влажного тропического воздуха с Мексиканского залива и Карибского моря. Дефицит материкового наземного оледенения Евразии балансировался распространением подземного оледенения. В Северной Евразии оно было еще обширнее, чем в Северной Америке.

Вследствие высоты купольных районов ледниковых щитов (2—3 км), их большого альбедо рост ледниковых щитов сопровождался огромным охлаждением их поверхности.

Но древние ледниковые щиты Северной Америки и Евразии не могли быть теплее современного антарктического ледникового щита. Поэтому следует предполагать похолодание на 50° для более низкого европейского и на 60° для лаврентьевского ледниковых щитов (или несколько меньше, если они погружались изостатически). Среднегодовые температуры, соответственно, будут тоже -50 и -60° (в Антарктиде теперь -60°)¹. Похолодание за границей ледниковых щитов уменьшалось до 12° . Таким образом, самые холодные районы Земли были не высокие горы, а высокогорные ледниковые пустыни.

Однако в тех же самых широтах, но в районах равнин, удаленных от ледниковых покровов, похолодание климата выражалось более скромными цифрами, например, в Якутии на 5°C . Арктика охлаждалась вероятнее всего умеренно, на 10° .

Таким образом, оледенение Северного полушария окаймлялось двумя перигляциальными полосами — южной и северной — арктической, слишком холодной, а поэтому слишком сухой для развития сплошных материковых льдов.

Замечательно, что ширина южной перигляциальной полосы достигала в Европе 2000 км, даже тогда, когда льды отступили в Скандинавию. Следовательно, перигляциальную обстановку создавало не дыхание

¹ Так как современная годовая температура центральных районов древнего оледенения близка к 0°C .

льдов умиравшего ледникового покрова, а прежде всего внешние более общие, но еще неисследованные причины.

За холодной и сухой полосой перигляциальной суши климат оставался прохладный, но становился влажнее современного и получил наименование плювиального («дождевого»). Плювиальные климаты в эпохи похолодания распространились на современные сухие пространства субтропического и тропического поясов. Пустыни, в том числе Сахара, в эпохи похолодания смещались к экватору, а в эпохи потепления в сторону полюсов. Когда Северная Сахара увлажнялась, Южная Сахара усыхала. В субтропиках возникли огромные плювиальные озера, в том числе крупнейшие, почти в миллион квадратных километров — Каспийское.

Общая схема изменений географической поясности Южного полушария та же, что и в Северном полушарии. Но было, во всяком случае, два различия, на которые необходимо указать. Схему, о которой мы говорили выше (см. рис. 10), во-первых, нарушало смещение термического экватора в Южное полушарие, где субэкваториальный пояс (пояс саванн) становился влажнее. В то же время в Северном полушарии аналогичный пояс становился суше.

Эта аномалия была отмечена и в Южной Америке и в Австралии. В Южной субэкваториальной Америке в эпоху наибольшего похолодания возникли огромные плювиальные озера. Северная субэкваториальная Австралия стала тоже влажнее. Климат Австралии увлажнялся на севере материка благодаря смещению к югу экватора. На материк надвинулся с севера относительно влажный южный субэкваториальный пояс. В Южном полушарии произошло аномальное «бегство» в эпоху похолодания субэкваториального пояса не к экватору, как в Северном полушарии, а от экватора.

Такова первая особенность развития географической поясности в Южном полушарии.

Вторая особенность заключается в стабильности оледенения Антарктиды и окружающего ее океанического пространства (малая длина стрелок на карте, см. рис. 10). После наибольшего похолодания климата географические границы изменили свое положение, и чем они были ближе к Антарктиде, тем меньше наблюдались эти изменения. Антарктида была устойчивым стабилизатором климата субантарктического и отчасти умеренного пояса Южного полушария.

Итак, природа внетропического пространства Южного полушария вообще гораздо менее изменчива, чем природа Северного полушария. В этом различии надо искать причину богатства Южного полушария архаичными формами растений и животных. В Южном полушарии катастроф не было. Температурные изменения здесь не достигали, вероятно, и 10°C , по сравнению с $50-60^{\circ}$ в Северном полушарии.

Таким образом, на Земле обозначаются следующие районы относительной стабильности природных условий: Антарктика, экваториальный пояс, континентальные секторы умеренного пояса, Арктика. Напротив, катастрофически изменчивы были природные условия умеренного пояса Северного полушария в его приморском секторе.

Нам остается указать еще на одно явление плейстоценовой истории Земли, имевшее первостепенное значение и тоже в основе своей климатическое. Это — изменение очертания суши, вызванные гляцио-эвстатическими колебаниями уровня океана. Величина колебаний на основании новых картометрических определений заключалась в интервале от 101 м до $+10$ м по отношению к современному уровню океана.

Гляциоэвстатические трансгрессия и регрессия повторялись несколько раз, имели большое стратиграфическое и палеогеографическое значение. 100-метровые регрессии обнажали приматериковое шельфовое мелководье различной ширины. Эта полоса оказывалась узкой там, где у берега было глубоко, и широкой у отлогого берега. Вокруг Антарктиды «осушка» была столь узкая, что в масштабе нашей карты ее показать невозможно. Из всех вообще районов отметим направление от Юго-Восточной Азии на Зондские острова — Австралию и Тасманию. При 100-метровой регрессии обрывки суши почти или совсем соединялись вместе, что обеспечило проникание человека и гигантских сумчатых до Австралии и Тасмании. Но самое большое, общеземное значение имела Берингия, огромная суша, обнажившаяся из-под вод океана на стыке Евразии и Северной Америки. Площадь Северо-Восточной Евразии возросла вдвое. Новая суша достигала ширины 2000 км по меридиану. Здесь возникала и вновь погружалась в воды океана «Северная Атлантида» — Берингия. Соединились не только два материка, но два блока материков: Старый и Новый Свет. Таким образом, в эпоху наибольшего похоло-

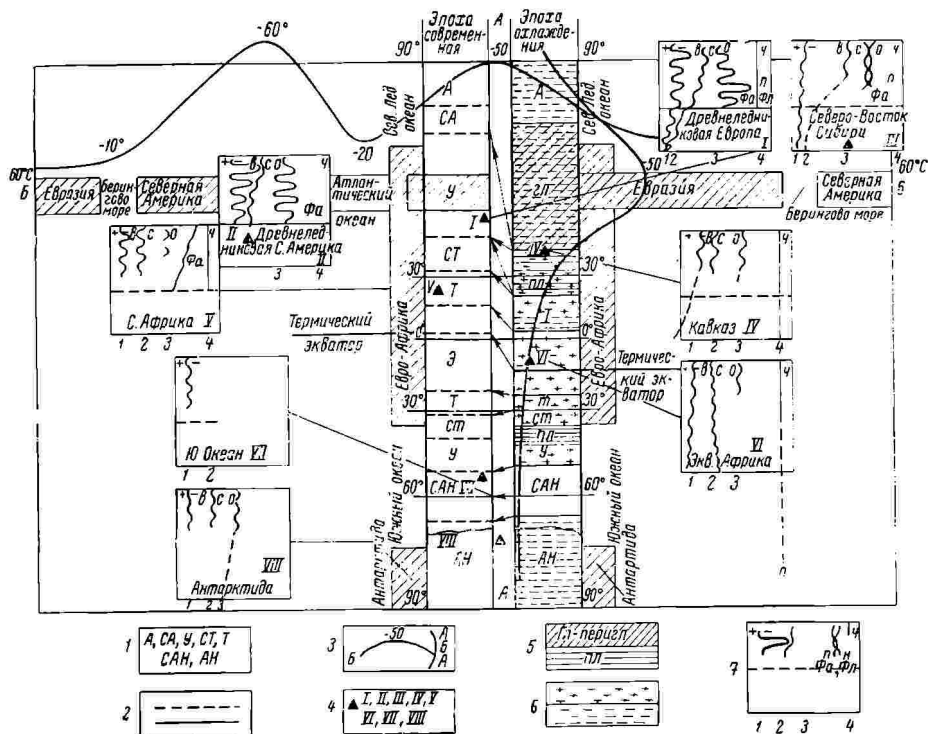


Рис. 11. График, поясняющий развитие природы поверхности Земли в плейстоцене. На двух столбиках показано различное положение географических поясов, выделенных на рис. 10. Две кривые показывают различную величину изменения температуры поверхности Земли (в °C) в различных географических поясах и в различных секторах умеренного пояса (см. текст статьи). Стрелки показывают направление смещения границ после максимального охлаждения Земли. А—А и Б—Б—расположение материков и океанов по 60° с. ш. и по 30° в. д. I — обозначения географических поясов (как на рис. 10); 2 — границы географических поясов — современные (прерывистые линии), в эпоху наибольшего похолодания (сплошные линии); 3 — кривые и цифры (°C) — потепление поверхности Земли после эпохи наибольшего похолодания; 4 — треугольники — положение основных типов развития земной поверхности на рис. 10, цифры — номера графиков-квадратов; 5 — два пояса эпохи наибольшего похолодания — гляциально-перигляциальный и плювиальный; 6 — изменения увлажнения в эпоху наибольшего похолодания: знак плюса — поясы влажные, знак минуса — поясы, которые были суше, чем в настоящее время; 7 — местные типы развития поверхности. Графики-квадраты I—VIII изображают различия хода климатических изменений в характерных географических поясах и их секторах: I — умеренный пояс, Европа; II — умеренный пояс, Восточная Сибирь; III — умеренный пояс, Северная Америка; IV — умеренный пояс, Кавказ; V — субтропический пояс, Северная Америка; VI — экваториальный пояс, Африка; VII — субантарктический пояс, Южный океан, VIII — Антарктида. В каждом из этих графиков-квадратов: +, — обозначают изменения температуры; в, с — изменения влажности — сухости климата; о — изменения оледенений; ч — развитие человека и его предков (н). Горизонтальные линии — нижняя хронологическая граница плейстоцена и распространение северных животных (фа) и северных растений (фл) в Евразии и Северной Америке. Обратите внимание на различное соотношение пиков отдельных кривых и различные величины изменений в различных районах (метахронное развитие природы)

дания Земли все материк, кроме Антарктиды, соприкасались друг с другом. Они образовали единую Евразийско-Африканско-Американско-Австралийскую сушу. Евразия обменивалась животными и растения-

ми с Северо- и Южно-Американской сушей. И все это сделалось возможным благодаря понижению уровня океана всего на 100 (101) м.

В эпохи потепления поднятие уровня

океана всего лишь на 10 м выше современного уровня разрывало связь Старого и Нового Света, Евразии и Австралии. Около отметки высоты +10 м в последнее межледниковье отлагались морские осадки с тепловодной фауной моллюсков. Местные варианты этого берега известны под различными названиями (эмский, тирренский и т. д.), тепловодная фауна образует цепь находок вокруг Европы, в Африке и даже в далекой Австралии. Этот уровень — основной древний уровень морских плейстоценовых отложений Земли.

Теперь мы видим, что палеогеографические последствия совсем невысокого всплеска океанических вод были также огромны.

НАПРАВЛЕННО-РИТМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

Перед наукой поставлена дилемма двух независимых изменений природы Земли в четвертичном периоде: с одной стороны, происходили ее тектонически обусловленные изменения, с другой, возникали солнечно-обусловленные изменения.

Мы разделяем распространенное мнение, что бурные события плейстоценового времени были вызваны двумя причинами. (Надеемся, что подобный научный дуализм можно будет преодолеть). Оба одновременно протекавшие процесса сравнимы и противопоставимы.

Тектонически обусловленное и нарастающее поднятие материков было причиной последовательного все более и более значительного похолодания поверхности Земли и связанных с ним направленных изменений климата, фауны и флоры. Новейшие тектонические движения лежали в основе развития природы в точном смысле слова.

Ритмы, выражавшиеся в попеременном движении географических поясов то к экватору (похолодание), то к полюсам (потепление) логичнее связать с ритмами солнечной активности.

Сочетания первого и второго процессов создали явления, отраженные в первом и втором плане нашей карты (см. рис. 10). В стратиграфии донных отложений океана и в стратиграфии отложений равнин суши тектонически и солнечно-обусловленные явления отразились в их сочетании. Поэтому удастся установить, с одной стороны, постепенное усиление роли холодостойких компонентов флоры и фауны млекопитающих. С другой стороны, можно уловить «ритмостратиграфию» смен теплолюбивых и холодостойких флор.

В горах связь процессов тектоники и солнечной радиации была сложнее. В течение первой половины плейстоценового периода происходило энергичное нарастание высоты гор. Охлаждение поверхности поднимающихся гор «гасило» теплые общеклиматические импульсы. Поэтому в горных хребтах следы ранних межледниковых эпох, в сущности, не доказаны. Классическая схема Пенка-Брикнера с ее четырьмя эпохами оледенения и тремя межледниковыми эпохами обоснована не в горных, а в межгорных и предгорных районах Альп.

Однако есть основания предполагать разделение новейших (валдайской, днепровской) ледниковых эпох и в горах. Вероятно, поднятие гор во второй половине плейстоцена замедлилось. На ослабление тектонического поднятия указывает весьма слабое изгибание тиррейской (днепровско-валдайской) береговой линии и ее аналогов, на побережьях всего мира, включая также черноморское и каспийское побережья.

ПРОБЛЕМА ПРОСТРАНСТВА — ВРЕМЕНИ

Все природные изменения Земли пространственно разнообразны: развитие, ритмические изменения происходили всегда в той или иной степени неодинаково в различных местных обстановках. Это подтверждает сделанный обзор изменений природы поверхности Земли и поясняет рис. 11.

Чем обширнее пространство, тем больше местное разнообразие развития природы. Оно было названо финляндским геологом Н. Рамсеем еще в 20-х годах нашего века метакхронным развитием. В. Рамсей писал тогда о метакхронном развитии различных районов Балтики. Я применил это понятие к истории оледенения. Но пришло время отметить, что все вообще компоненты природы, целые географические пояса, вся природа Земли развивались метакхронно. Например, увлажнение материков в эпоху потепления было не повсеместным, как иногда думают, а местным. Одни географические пояса (и их части) увлажнялись, а в то же время другие усыхали. Тропические и нетропические, в особенности полярные пояса, отличались различной изменчивостью и т. д. и т. п.

Даже когда земная поверхность охлаждалась повсеместно, изменения ее увлажненности были местными. Причина отмеченного различия очевидна: температура поверхности Земли понижается (и понижалась) равномерно от полюсов до экватора, а влажные

сухие пояса чередуются (и чередовались).

В другой нашей статье¹ мы называли эту, главную проблему изменения природы Земли — «проблемой пространства — времени» и попытались отметить ее философское значение. Мы считаем признание указанной проблемы, или, иначе говоря, проблемы метакронного развития природы в плейстоцене — методологическо́й очевидностью и необходимостью. В этом заключается наш первый вывод.

Второй вывод состоит в том, что признание проблемы времени — пространства является для советских исследователей плейстоцена также и практическо́й необходимостью, поскольку советские исследования распространились теперь на всю Землю, и таким образом стало очевидным все многообразие местных типов развития ее поверхности. Прошло то время, когда можно было обольщать себя выводом, что если два события сходны, то значит они и синхронны. Эта

¹ См. «Природа», 1965, № 5.

презумпция может вызвать многочисленные ошибки стратиграфов. Избежать таких ошибок можно только на основе палеогеографической концепции. Попытку этого рода содержит наша статья.

Третий вывод заключается в том, что более полное понимание эволюции природы земной поверхности в плейстоцене разъясняет и примиряет многие противоречия во взглядах, казавшиеся непреодолимыми. У нас спорят, например о том, изменялась ли природа ритмически или направленно; был ли один ледниковый период или несколько ледниковых эпох. В действительности же эволюция природы была направленно-ритмической, а оледенение Земли протекало в одних ее районах слитно, а в других — раздельно.

Поэтому мы надеемся, что предлагаемый нами путь исследования плейстоцена будет способствовать взаимопониманию исследователей новейших страниц истории лика нашей планеты.

УДК 551.8



В. И. Лебединский, А. И. Шалимов
ЗАГАДКИ ЗЕМНЫХ НЕДР

Изд-во «Наукова Думка», Киев,
1965, 182 стр., ц. 27 коп.

Нельзя сказать, чтобы о Земле, ее недрах и полезных ископаемых было мало научно-популярной литературы. Всему миру известны замечательные книги А. Е. Ферсмана, В. А. Обручева и многих других советских и зарубежных исследователей. Но геология, как и всякая другая наука, в наше время быстро пополняется новыми открытиями, гипотезами и теориями. Авторы книги сконцентрировали обширный материал по геологии сегодняшнего и завтрашнего дня в увлекательной форме преподносят его читателю.

Некоторые проблемы, как известно, возникли давно. Например, поиски месторождений металлов и минералов, находящихся в горах или на низменностях. Но другие задачи поставлены

только в настоящее время. Это проникновение к каменной кладовой, скрытой под морями и океанами, разведка при помощи сверхглубоких скважин еще неразгаданных земных слоев и, наконец, описание геологии ближайших планет — Луны, Венеры, Марса.

Рассказ о работах геологов — наших современников начинается с рассмотрения различных минералов — этих естественных химических соединений. Им, в виде закономерных скоплений, слагаются уже горные породы, возникшие или осадочным путем, или в результате химических реакций, или из огненно-жидкой лавы.

Горные породы, хорошо изученные человеком, слагают первую оболочку (геосферу) Земли, или земную кору. А под земной корой располагается мантия, куда также скоро проникнет человеческий взгляд. Может случиться, что оттуда поступят на днев-

ную поверхность несказанные богатства из руд и металлов, будучи в этой мантии в полурасплавленном состоянии.

Земная кора непрерывно изменяется, и авторы повествуют не только о внешних, но и о внутренних силах, формирующих лик Земли.

Эти силы, или, как говорят геологи, агенты, рассматриваются с позиций новейших теорий, сложные явления природы становятся объяснимыми и понятными широкому кругу читателей.

Заканчивается книга воображаемым путешествием на другие планеты для исследования там горных пород, руд, металлов, выяснения условий их залегания, — одним словом, того самого мира камней, которым занимается наука — геология.

В. В. Свиридов
Кандидат

геолого-минералогических наук
Симферополь