

К. К. МАРКОВ

Избранные
труды

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ
И НОВЕЙШИЕ
ОТЛОЖЕНИЯ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ОТДЕЛЕНИЕ ОКЕАНОЛОГИИ, ФИЗИКИ АТМОСФЕРЫ И ГЕОГРАФИИ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М. В. ЛОМОНОСОВА
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



Константин Константинович
МАРКОВ
1905—1980

К. К. МАРКОВ

Избранные
труды

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ
И НОВЕЙШИЕ
ОТЛОЖЕНИЯ

Ответственный редактор
академик А. Ф. ТРЕШНИКОВ

4591



МОСКВА
«НАУКА»
1986



Марков К. К. **Избранные труды. Палеогеография и новейшие отложения.**— М.: Наука, 1986

Избранные труды академика К. К. Маркова «Палеогеография и новейшие отложения» включают работы по различным проблемам общей физической географии и палеогеографии, геоморфологии, палеогеографии плейстоцена, изучению новейших отложений.

Во второй книге избранных трудов К. К. Маркова собраны работы, посвященные изучению развития природы Земли, метахронности природного процесса, анализу четвертичных оледенений, колебаниям уровня водоемов и климата, стратиграфии четвертичных отложений и методам их сопряженного анализа с использованием его результатов в целях долгосрочного географического прогноза. Книгу завершает библиография научных трудов академика К. К. Маркова.

Книги рассчитаны на географов широкого профиля, геологов-четвертичников, студентов географических вузов.

Табл. 12. Ил. 43. Библиогр. 582 назв.

Редакционная коллегия:

академик А. Ф. ТРЕШНИКОВ (главный редактор)
 член-корреспондент АН СССР А. П. КАПИЦА (зам. главного редактора)
 кандидат географических наук Н. С. БОЛИХОВСКАЯ (ученый секретарь)
 доктор географических наук А. А. АСЕЕВ
 доктор географических наук Г. И. ЛАЗУКОВ
 доктор географических наук О. К. ЛЕОНТЬЕВ
 доктор географических наук Г. И. РЫЧАГОВ
 доктор географических наук Л. Р. СЕРЕБРЯННЫЙ

Составители:

А. А. Величко, А. А. Свиточ

Рецензенты:

Л. Г. Бондарев, И. Д. Данилов

КОНСТАНТИН КОНСТАНТИНОВИЧ МАРКОВ

Избранные труды
 ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И НОВЕЙШИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Составители: Андрей Алексеевич Величко, Александр Адамович Свиточ

Утверждено к печати Отделением океанологии, физики атмосферы и географии Академии наук СССР и Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова

Редактор *Е.И. Игнатов*. Редактор издательства *О.М. Ванюкова*
 Художественный редактор *Л.В. Кабатова*. Технический редактор *Г.И. Астахова*
 Корректоры *С.В. Дельвиг, В.П. Крылова*

Фотонабор выполнен во 2-й типографии издательства "Наука"

ИБ № 31630

Подписано к печати 04.03.86. Т — 03540. Формат 70 × 100 1/16. Бумага для глубокой печати
 Гарнитура Литературная. Печать офсетная. Усл.печ.л. 22,8 + 0,1 вкл. Усл.кр.-отт. 22,9
 Уч.-изд.л. 30,4. Тираж 700 экз. Тип. зак. 1127. Цена 4 р. 90 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Наука"
 117864 ГСП-7, Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90

Ордена Трудового Красного Знамени 1-я типография издательства "Наука"
 199034, Ленинград В-34, 9-я линия, 12

ПРЕДИСЛОВИЕ

Во второй книге «Избранных трудов К. К. Маркова» помещены работы академика К. К. Маркова, посвященные проблемам палеогеографии четвертичного периода и новейшим отложениям. Ими он интересовался всю свою жизнь, отдавал много сил и времени. В томе 31 публикации, в которых рассматриваются вопросы древних оледенений, общие и частные проблемы палеогеографии плейстоцена, колебания уровня водоемов, выбор, рациональное размещение и методика изучения опорных разрезов новейших отложений, а также некоторые результаты исследования прогнозной и актуальной тематики плейстоцена.

Труд открывается статьей К. К. Маркова о происхождении древних материковых дюн Европы. Далее следует серия публикаций, посвященных классическому вопросу палеогеографии плейстоцена, с чего эта наука, собственно, и начиналась — древнего оледенения Земли. Рассмотрены история возникновения ледниковой теории, содержание, понятия «ледниковая и межледниковая эпохи», специфика и характер горных и покровных ледников. Работы «О множественности оледенений» и «Антигляциализм» имеют полемический характер, однако, написаны они очень корректно по отношению к своим оппонентам — В. И. Громову и И. Г. Пидопличко. Синтез представлений о древнем оледенении дан К. К. Марковым в публикациях «Общие особенности древнего оледенения», «Четвертичный период — ледниковый период» — это целостная система научных взглядов, в которых показано сложное влияние на оледенение орографического (тектонического) и климатического факторов, предложен механизм возникновения ледников и устанавливается планетарная значимость древнего оледенения. Эта проблема остро обсуждалась столетия назад. Значительный интерес представляют работы К. К. Маркова, написанные в соавторстве с Г. П. Калининым и И. А. Суевой, посвященные раскрытию закономерностей изменения уровня водоемов. Заканчивается книга программной работой о современных подходах к изучению четвертичного периода — вопросе крайне актуальным и сегодня.

В конце работы помещена библиография трудов академика К. К. Маркова, включающая 464 публикации. Как и в первой книге, транскрипция географических названий дана без изменений, за редким исключением, когда они выправлялись по «Географическому атласу» (1980) и даны с соответствующей ссылкой.

ВОПРОСЫ ДРЕВНЕГО ОЛЕДЕНЕНИЯ И МЕТАХРОННОСТИ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

ДРЕВНИЕ МАТЕРИКОВЫЕ ДЮНЫ ЕВРОПЫ¹

Одним из интереснейших вопросов географии Европы в четвертичном периоде является происхождение древних материковых дюн. Древние материковые дюны, впервые отмеченные еще около ста лет назад в Бранденбурге А. Клоденом, были особенно подробно описаны позднее П. А. Тутковским [11]. Однако и до настоящего времени различные исследователи придерживаются различных точек зрения на происхождение этих образований.

I

Древние дюны² Европы распространены по обширной площади северной половины Европы, начиная от шведской и финляндской Лапландии на севере (приблизительно $68,5^{\circ}$ с. ш.) и до венгерской пусты³ и степной полосы европейской части СССР на юге. С запада на восток древнедюнная область Европы простирается от Бельгии до Вятской губ. (Кировская обл.). В северной части этой обширной области, в Скандинавии, дюнные массивы невелики, а потому и общая площадь дюнных песков незначительна (рис. 1).

Самый крупный древний дюнный массив Швеции лежит под 61° с. ш. в Даларне, на западном берегу оз. Сальян. Площадь его — всего 20 кв. км [31]. К югу от Балтики дюнные массивы встречаются чаще. По подсчетам К. Кейльгака [33], 4—5% поверхности северной ГДР покрыто древними материковыми дюнами, притом крупными массивами (3—4%), что составляет 12—15 тыс. км². Столь же значительно развиты древние дюны в Польше [38, рис. 2]. Труднее представить общую картину распространения древних материковых дюн в европейской части СССР, хотя особенно тщательно изучались они в западных областях П. А. Тутковским [11]. Изучались также материковые дюны бассейна Дона, бывших губерний Полтавской, Черниговской, Смоленской, Тамбовской, Казанской, Вятской, Нижегородской, Тверской, Псковской и Большеземельской тундры.

Детальное изучение древних дюн показывает большое разнообразие в характере их распространения. В Швеции древние материковые дюны насажены на позднеледниковые дельты флювиогляциальных потоков, но такие же дюны встречаются и в других условиях. Значительная часть северогерманских дюн расположена в древних долинах лед-

¹ Напечатано по кн.: Очерки по географии четвертичного периода. М.: Географгиз, 1955, с. 3—27. Впервые опубликовано в журнале «Природа» (1928, № 6, с. 554—574; № 9, с. 327—332). — *Ред.*

² Термином «дюна» мы называем все эоловые аккумулятивные формы рельефа. В эту генетическую группу входят параболические дюны, барханы и т. д. Обычное подразделение эоловых накоплений на дюны (береговые образования) и барханы (материковые образования) не может считаться удачным как лишенное генетической основы, а также потому, что барханы, с одной стороны, встречаются и среди дюн, с другой — это далеко не единственная форма эолового накопления внутриматериковых областей.

³ Пуста или пушта (буквально — пустошь) — степной район Венгрии. — *Ред.*

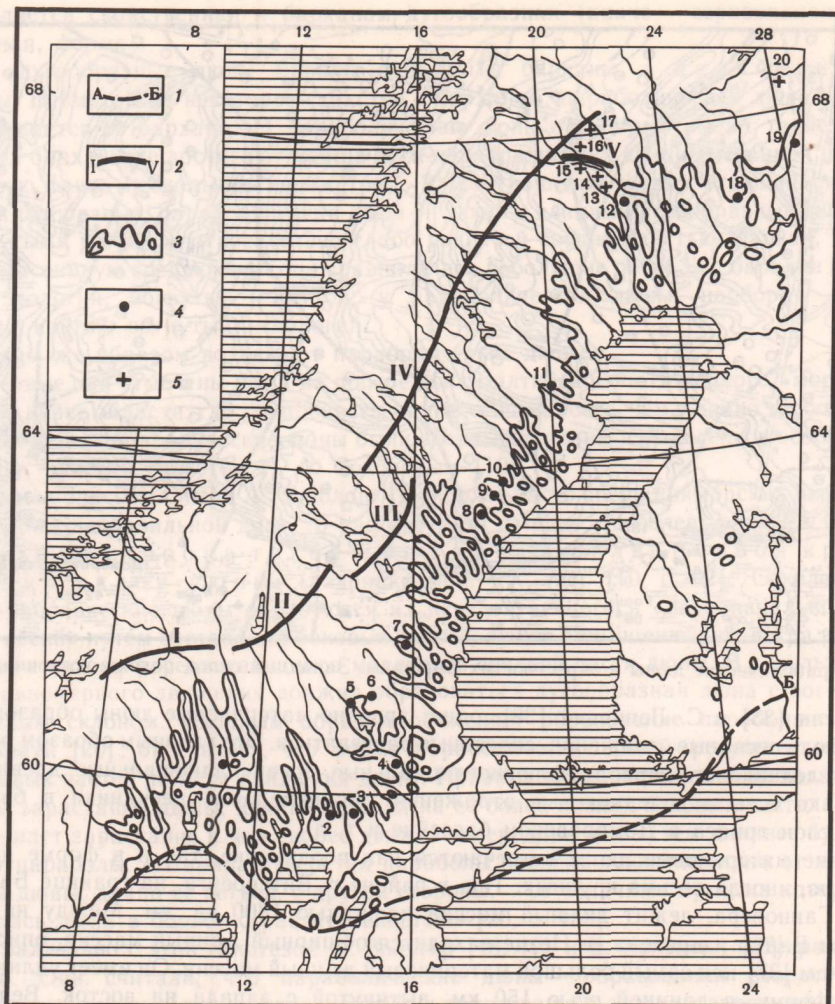


Рис. 1. Древние материковые дюны Фенноскандии [31]

1 — край ледника к началу финигляциального времени; 2 — последние остатки ледникового покрова; 3 — высшая финигляциальная береговая линия; 4 — дюны, расположенные на маргинальных дельтах финигляциального времени; 5 — дюны, расположенные на более высоких уровнях

никовых потоков, которые протягивались в широтном направлении параллельно краю ледника последнего оледенения, запиравшего непосредственный сток вод к северу.

К. Кейльгак [33] различает следующие типы расположения древних дюн Западной Европы: 1) в древних долинах ледниковых озер; 2) в области плотинных ледниковых озер; 3) в области зандров; 4) на водоразделах; 5) в гористых районах. Несомненно, очень разнообразны условия распространения дюн и в Восточной Европе. Они встречаются и на древних речных террасах, и в котловинах древних озер, на плоских междуречьях. Не заметна зависимость между распространением древних материковых дюн и конечных морен, а следовательно, и основных остановок отступавшего ледника. Древние материковые дюны имеются: 1) внутри границ последнего оледенения (большая часть древнедюнной области Европы, притом ряд крупнейших массивов Западной Европы); 2) в промежутке между границами распространения последнего и максимального оледенения и, наконец, 3) вне границы распространения максимального оледенения (например, большой дюнный массив у Франкфурта-на-Майне).

Закономерность в распространении древних материковых дюн, как это подчеркивают

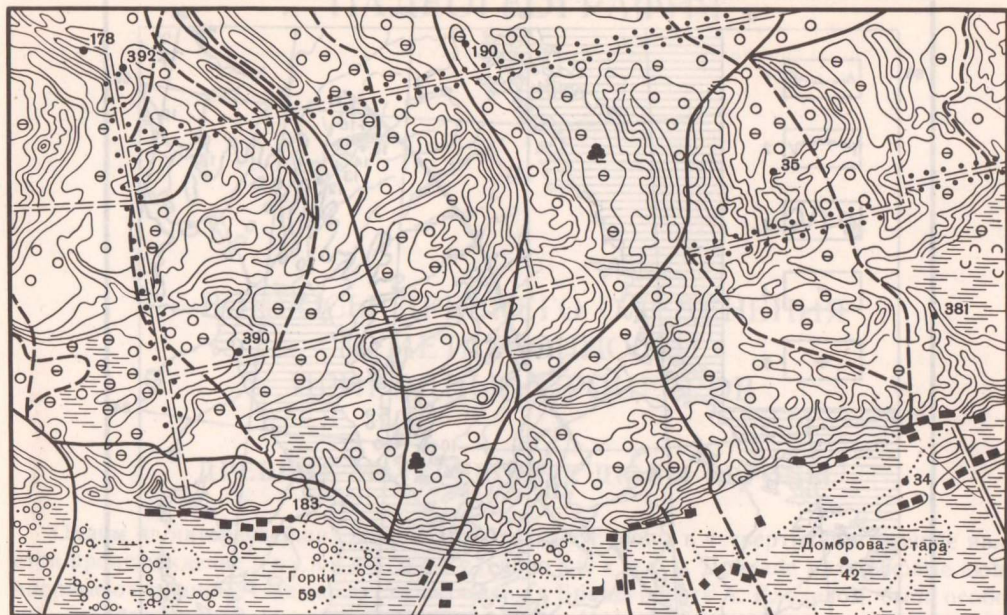


Рис. 2. Параболические дюны в окрестностях Варшавы. Западный склон положе восточного [38]

К. Кейльгак [33] и С. Ленцевич [38], одна: древние материковые дюны образовались там, где были песчаные отложения, способные развеиваться. Это главным образом различные пески ледникового периода: флювиогляциальные, древнеаллювиальные, древнеозерные, однако есть и доледниковые отложения: нижнемеловые песчаники в бассейне р. Эмса, слои триаса в Домбровском бассейне и т. д.

Древние материковые дюны встречаются как поодиночке, так и в форме дюнных комплексов, иногда весьма крупных. Так, в районе г. Витенберга, на границе Бранденбурга и Ганновера, лежит дюнный массив площадью 1800 кв. км. Между нижними течениями Варты и притока ее Нетце находится обширный дюнный массив, описанный Ф. Леманом [37] как самый большой материковый дюнный массив. Он имеет удлиненную в плане форму, с длинной осью 150 км, вытянутой с запада на восток. Величина, очертания в плане и ориентировка длинных осей таких массивов мало интересны с точки зрения происхождения их; эти особенности зависят от особенностей распространения песчаной материнской породы.

Впрочем, между дюнными массивами встречаются песчаные, но непереветанные отложения. Почти не тронуты деятельностью ветра пески Люненбургской пустоши. В окрестностях Ленинграда мало переветаны пески Токсовской и Колтушской возвышенностей с абсолютной высотой в 60—100 м.

Между тем в 140 км к юго-западу простирается большая древнедюнная область между реками Лугой и Наровой⁴.

II

В большой работе об «Ископаемых пустынях северного полушария» П. А. Тутковский писал: «Полесье, по моим исследованиям, может быть с полным правом названо отечеством и кладбищем барханов, которые буквально в бесчисленном множестве усеивают собой его обширные лесные дебри и даже самые недоступные болота» [11, с. 213]. Впервые «ископаемые барханы» были отмечены П. А. Тутковским в 1904 г., а годом позднее о них писал Ф. Зольгер [48]. Итак, сначала материковые дюны считали барханами.

⁴ Вероятнее всего, Токсовские и Колтушские пески мало переработаны ветром потому, что они часто глинисты, покрыты валунным песком и, очевидно, долгое время после своего образования заключали в себе ископаемый лед (Марков, 1955).

Действительно, самой распространенной в плане формой древних материковых дюн Европы является свойственная и барханам дугообразная (иначе — серповидная, или полулунная, форма).

Но дугообразные дюны Европы отнюдь не барханы, а параболические дюны. Несмотря на некоторое сходство с барханом, параболическая дюна значительно отличается от бархана: 1) параболические дюны обычно имеют такие размеры, которых барханы не достигают; длина дуги параболических дюн, измеренная по гребню, зачастую равна нескольким километрам; 2) соотношения между отдельными частями здесь и там разные: параболическая дюна — узкий и длинный дугообразный вал с сильно вытянутыми рогами и относительно слабо развитой средней частью; бархан, напротив, имеет массивную среднюю часть и сравнительно небольшие рога; 3) у бархана выпуклый склон пологий, вогнутый — крутой; у параболической дюны, наоборот, выпуклый склон — крутой, вогнутый — пологий.

Каким же образом возникают параболические дюны?

Впервые они отмечены были на побережьях Балтийского и Немецкого⁵ морей. Образование дюн в области, где эти процессы идут и сейчас, яснее, чем у давно заросших материковых дюн. Параболические дюны были впервые описаны и выделены в особую группу в 1884 г. русским геологом Н. А. Соколовым [10].

Вот как описывал их Н. А. Соколов: «Наиболее часто среди приморских дюн встречается форма неправильной дуги, то растянутой в ширину, то более узкой и удлиненной. Выпуклая сторона такой дюны представляет собой крутопадающий склон дюны» (разрядка моя. — К. М.) [10, с. 92]. Соколов считал, что параболические дюны образуются из передвигающегося «первоначального сучивания песка» путем отставания боковых частей, лучше защищенных от ветра растительностью, а потому передвигающихся медленнее средней части дюны. В результате такого неравномерного движения должна образоваться дугообразная дюна с вогнутым наветренным склоном. Сходным образом объясняет образование параболических дюн и Г. Браун [20]: он считает, что форма параболических дюн — результат отставания ее боковых частей по мере движения дюны. Причину этого отставания он видит в постепенном зарастании дюны, начинающимся на ее более низких боковых частях. Чем медленнее идет зарастание и чем скорее движется середина дюны, тем длиннее будут ветви (рога) параболы. «Ширина отверстия параболы зависит исключительно от длины первичной дюны; длина ее ветвей, с другой стороны, — от величины пути, на которую передвинулась дюна в борьбе с растительностью» [20, с. 159].

Параллельно с этой гипотезой Ф. Зольгер [48, 49] и Е. Хольноки [22] разработали другую. Они считали, что параболические дюны — образования второстепенного, паразитического порядка, развивающиеся с подветренной стороны заросшей первичной дюны. Если последняя начинает вновь развеваться, то на гребне ее образуются ветровые борозды. Через нее песок выдувается на подветренную сторону первичной дюны. Он накапливается в виде дуги, облегающей конец ветровой борозды и обращенной вогнутостью навстречу ветру. Таким паразитическим дюнам Е. Хольноки [22] дал название «гармада»⁶. По-видимому, здесь идет речь о двух различных типах дюн. И несомненно, что древние материковые дюны относятся к группе, описанной Н. А. Соколовым [10] и Г. Брауном [20]. Доказательство этому — значительная величина материковых дюн Европы и в особенности полное отсутствие среди них дюн, которые можно было бы считать по отношению к ним первичными.

Таким образом, параболическая дюна создается иначе, чем бархан. Бархан образуется без участия растительности и в процессе зарастания теряет свою типичную форму. Растительность здесь — враждебный фактор. Параболическая дюна, напротив, создается в результате взаимодействия ветра и растительности и достигает окончательного формирования к моменту полного зарастания. В этом случае растительность — дружественный фактор. «Бархан — это форма д в и ж у щ е й с я дюны; параболическая дюна —

⁵ Имеется в виду Северное море. — *Ред.*

⁶ Отметим, что Ф. Экснер [24] доказал математическим путем возможность образования параболических дюн.

форма двигавшейся дюны», — писал Ф. Зольгер [49, с. 58] (разрядка моя. — К. М.).

1. **Параболические дюны** — самые распространенные формы древних дюн Европы. Они представляют для нас интерес новизны и благодаря тем ошибочным заключениям, к которым пришли П. А. Тутковский [12, 13] и Ф. Зольгер [48—51]. Авторы были введены в заблуждение частичным сходством параболических дюн и барханов.

Но существуют и другие типы древних материковых дюн.

2. **Поперечные валообразные дюны** (по-немецки *Walldünen*) — это почти прямолинейные гряды, вытянутые с севера на юг, с более крутым подветренным восточным склоном и пологим наветренным западным. Обычно можно наблюдать постепенные переходы от прямолинейных дюнных гряд через слабо изогнутые дуги к типичным параболическим дюнам.

3. **Продольные валообразные дюны** (по-немецки *Strichdünen*) — прямолинейные гряды, вытянутые обыкновенно с запада на восток. Эти три типа родственны. Исходная форма — поперечная валообразная дюна. По мере передвижения и идущего параллельно с ним зарастания песка, прежде всего закрепляющего края дюны, начинается формирование параболической дюны. Если почему-либо зарастание идет медленно, а движение еще не заросшей средней части параболической дюны быстрое, боковые ветви параболы вытягиваются в виде особенно длинных параллельных гряд, соединенных лишь узкой перемычкой в вершине параболы. Последняя может разорваться, и тогда получим две гряды, параллельные одна другой и направлению ветра, — валообразные продольные дюны.

4. **Барханы**. В отличие от представления П. А. Тутковского и Ф. Зольгера этот тип древних дюн в Европе встречается редко. Единичный бархан упоминается Ф. Леманом [37] в данном массиве между Вартой и ее притоком р. Нетце.

Барханы были встречены в бассейне р. Ветлуги в восточной части бывшей Нижегородской губ. Там барханы встречаются совместно с параболическими дюнами, причем выпуклые стороны барханов обращены к южной половине горизонта, выпуклые стороны параболических дюн — к северной, что также указывает на их различную природу.

5. Наконец, в особую группу, можно выделить накопления древнедюнного песка, не носящие каких-либо закономерных форм.

III

Формы древних материковых дюн Европы дают возможность восстановить направление образовавших их ветров, притом на основании целого ряда данных. В этом отношении наиболее важны параболические дюны. Передвигаясь с запада, от Голландии, на восток, мы наблюдаем к югу от Балтики исключительное постоянство в ориентировке рогов параболических дюн, неизменно обращенных к западу. Такова картина во всей Западной Европе.

Так как вогнутая сторона параболической дюны наветренная, мы вправе заключить, что в указанной области в период образования материковых дюн ветры дули с запада. При движении к северу ориентировка рогов параболических дюн несколько меняется. В Швеции они обращены на северо-запад, откуда, следовательно, и дули ветры, образовавшие дюны. Промежуточные условия — в западной части Ленинградской области к северу от Чудского озера, параболические дюны в среднем обращены вогнутостью к северо-северо-западу⁷. По данным К. Ф. Маляревского, рога параболических дюн ориентированы на запад в бассейне рек Шексны и Мологи⁸. Далее на восток некоторые данные о форме древних дюн в плане находим лишь в бассейне р. Ветлуги. Здесь параболические дюны обращены рогами к югу и юго-западу, реже к юго-востоку; барханы, наоборот, — к северной половине горизонта. Возможно, что ветры дули с юга, частично с юго-запада и юго-востока⁹. В Нолинском районе Кировской области дюны, по-видимо-

⁷ Одна из дюн этого района была раньше описана Д. И. Литвиновым [5] как бархан.

⁸ Доклад, прочитанный на заседании Комиссии по изучению четвертичного периода в феврале 1928 г.

⁹ Пользуюсь случаем выразить искреннюю благодарность А. В. Хабакову за сообщение ряда интересных данных о дюнах Кировской области.

му, тоже имеют иногда параболическую форму, указывавшую на юго-восточные, южные, реже юго-западные ветры [15]. В окрестностях Казани ветры, насыпавшие дюны «верхней, послетретичной террасы р. Волги», также дули с юга, юго-востока и юго-запада [14].

Второй признак, по которому можно восстановить направление ветра, — асимметрия склонов дюн. Немецкие исследователи единодушно указывают, что западные склоны немецких параболических и поперечных грядообразных дюн положе восточных; первые, следовательно, — наветренные склоны [28, 37, 48—51, 54, 55]. Западные, частью северо-западные склоны положе восточных также в Польше [38], Скандинавии [31, 32], Северо-Западной области [7, 17]. В Горьковской, Кировской областях и Татарской АССР пологие склоны южные [14, 15]. Поперечный профиль указывает на совершенно такое же направление ветров, что и форма дюн в плане.

Что западные склоны дюн Средней Европы положе восточных, признает и Зольгер, сторонник «барханной» теории. Он пытался объяснить кажущееся противоречие между такой ориентировкой крутых и пологих склонов, с одной стороны, и направлением рогов «барханов» — с другой, предположением, что «барханы» Средней Европы были насыпаны восточными ветрами, а затем преобразованы ветрами, дувшими с запада. Это преобразование не достигло якобы основания «барханов»: их форма в плане осталась первоначальной. Но такое объяснение неправдоподобно. Форма барханов мало устойчива и с изменением направления ветра, даже в течение одного сезона, быстро, и притом полностью, изменяется. Невозможно представить себе, что, несмотря на различные размеры «барханов» и различие местных условий, преобразование всюду остановилось на одной стадии, не затронув формы «барханов» в плане (которая к тому же является формой не бархана, а параболической дюны).

Словом, нет никаких данных считать, что пологость западных склонов материковых дюн — явление вторичное.

Загадочной представляется указываемая П. А. Тутковским большая крутизна западных склонов дюн Полесья по сравнению с восточными склонами. Эти данные противоречат всему, что нам известно о других районах, в частности о Польше, смежной с областью, изученной П. А. Тутковским. Между тем в относительно малой крутизне западных склонов материковых дюн Польши сомневаться не приходится: Г. Ленцевич [38] приводил достаточные для этого доказательства.

Часто наблюдается прислонение материковых дюн с запада или с северо-запада к глинистым (моренным) площадям, в то время как с запада к дюнам прилегают песчаные области (зандры, озерные отложения и пр.). Ясно, что области питания таких дюн находятся к западу от них. Оттуда и дули насыпавшие их ветры. Такие случаи наблюдались в Швеции [31], в Средней Европе [33], в Польше [38], в Ленинградской области.

Перечислим еще некоторые доказательства западного направления ветра, создавшего дюны. К западу от дюнного массива в Даларне в Швеции (61° с. ш.) И. Гёгбом [31] нашел песчаную область развевания, обогащенную в верхнем слое крупными частицами за счет выдувания мелких частиц.

Ф. Леман [37] наблюдал между Вартой и ее притоком Нетце постепенное увеличение тонкозернистости дюнного песка при движении с запада на восток. Ф. Кюне [36] указывал в районе Щецина расположение тотчас к западу от материковых дюн котловин выдувания. В Швеции в дюнном массиве, в 55 км севернее оз. Веннер, Н. Гёрнер в многочисленных разрезах видел круто падающую на юго-восток слоистость материковых дюн (с наклоном до 33—34°). Таким образом, подветренные склоны дюн юго-восточные, а образовавший их ветер — северо-западный [32].

Следовательно, на обширной площади древнедюнной области Европы многочисленные данные говорят о том, что ветер, насыпавший дюны, дул: в ФРГ и ГДР, Польше, в наших западных областях — с запада; в Швеции — с северо-запада; в Среднем Поволжье и Кировской области — с юга.

К сожалению, и в настоящее время среди многих исследователей живет еще теория

восточного направления этих ветров. Попытку доказать это находим лишь у П. А. Тутковского [11]. Он указывает, что в Полесье 1) восточные склоны «барханов» выпуклы, 2) они положе западных и, наконец, 3) что «барханы» иногда лежат тотчас к востоку от конечных морен и никогда к западу от них [11, с. 233]. Мы уже писали, что и песчаные холмы Полесья, вероятно, параболические дюны, а не барханы. Об этом свидетельствует выпуклость их восточных склонов против восточного направления ветра. Выводы П. А. Тутковского вызывают сомнения. Наконец, отмеченное им расположение дюн Полесья относительно конечных морен, если последние хоть частично песчаные (что встречается весьма часто), может указывать именно на западные ветры. Поэтому нет оснований сомневаться в вышеуказанном направлении ветров.

Хотя развеивание песчаных площадей, лишенных растительности, иногда наблюдается и зимой, правильнее считать, что образование других материковых дюн Европы главным образом происходило в летнее время. Посмотрим, в какой степени отличаются направления летних ветров, дующих в настоящее время в Европе, от ветров времени образования дюн. В ФРГ, ГДР и Польше сейчас летом преобладают западные ветры — те же, что в период образования дюн. Так, в Варшаве имеем, по наблюдениям с 1875 по 1887 г., следующую повторяемость ветров по сезонам, в % [38]:

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Зима	6	5	9	15	14	15	18	9	9
Весна	13	10	9	13	11	11	14	13	6
Лето	13	7	6	9	8	12	18	18	10
Осень	7	6	8	15	15	14	16	11	8

В различных пунктах европейской части СССР по соседству с древнедюнными массивами преобладают следующие ветры [3]:

Город	Месяц						Весна	Лето	Осень
	IV	V	VI	VII	VIII	IX			
Ленинград	ЮЮВ	СЗ	СЗ	ЗСЗ	ЗЮЗ	ЮЗ	ЮЗ	ЗСЗ	ЮЗ
Псков	ВЮВ	З	ССЗ	ЗЮЗ	ЗЮЗ	ЮЗ	ЮЗ	З	ЮЮЗ
Казань	Ю	ЮЗ	З	З	ЮЗ	ЮЗ	ЮЮЗ	З	ЮЮЗ
Киров	ЮЗ	З	СЗ	З	СЗ	З	ЮЗ	СЗ	ЮЗ

При сравнении этих направлений с направлениями ветров в период образования дюн мы видим, что на северо-западе европейской части СССР современные ветры, сравнительно с ветрами периода образования дюн, отклонены слегка влево, а на востоке Европейской России — вправо.

Больше всего расхождение направлений в Швеции, где летом часто преобладают южные и юго-западные ветры в отличие от северо-западных времени формирования дюн.

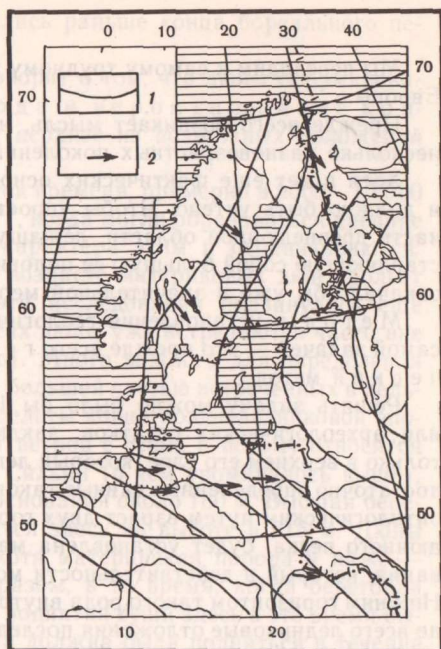
Однако в общем в отличие от П. А. Тутковского и Ф. Зольгера приходится признать, что в период, когда образовались материковые дюны Европы, ветры были частью того же направления, что и современные, частью же отличались от них, но гораздо менее, чем думали эти исследователи (рис. 3).

За время с 1897 по 1928 г. такие данные приводили следующие исследователи: из русских ученых — Л. С. Берг [1], а для отдельных районов — И. В. Тюрин [14], А. В. Хабаков [15], С. А. Яковлев [17]; из иностранных — Ф. Леман [37], Е. Вундерих [59], К. Кейльгак [33], В. Зергель [45], Ф. Ваншаффе, Ф. Шухт [55], С. Ленцевич [38], И. Гегбом [31], Ф. Ваншаффе [54], П. Кесслер [34], Н. Гернер [32], Ф. Кюне [36] и О. Рейс [42].

Сторонники теории восточного направления ветра очень малочисленны: в Европе — Ф. Зольгер (последняя работа 1920 г.), у нас — П. А. Тутковский (последняя работа 1925 г.). Эта вторая точка зрения сравнительно часто встречается в работах общего

Рис. 3. Вероятное расположение изобар и направление преобладающих ветров во время финигляциального лета [31]

1 — изобары, 2 — направление ветра



характера. Ее придерживается, например, И. Вальтер в 4-м издании своих «Законов образования пустынь» (1914). Довольно часто встречается в русской литературе упоминание барханов, без всяких доказательств, что данный холм не другая какая-либо форма ветровой аккумуляции. В самое последнее время к первой из этих точек зрения примкнул и Д. Н. Соболев [9], ранее сторонник теории восточных ветров, и Б. Л. Личков [6].

П. А. Тутковский связывал предполагаемое им восточное направление ветров периода образования дюн с антициклоном, который по аналогии с современными материковыми ледниковыми покровами, вероятно, существовал и над четвертичным ледником. Постоянное высокое давление в центре ледникового покрова и пониженное на периферии должно было образовывать постоянную систему ледниковых ветров, которые, отклоняясь вправо (влияние вращения Земли), дули с северо-востока и востока. Эти ледниковые ветры имели, по П. А. Тутковскому, характер фёнов.

Ледниковые фёны образуются в результате быстрого опускания воздуха, что вызывает сжатие, а отсюда нагревание воздуха. Они якобы играли большую роль в создании гипотетической перигляциальной пустыни. Такое представление П. А. Тутковского вызвало энергичные возражения. Как указывали наши крупнейшие географы Д. Н. Анучин, А. И. Воейков, Л. С. Берг, ледниковые антициклональные ветры, существование которых предполагается в приледниковой зоне четвертичного оледенения, вероятно, вообще не могли иметь характера фёнов¹⁰. Правда, П. А. Тутковским и другими исследователями указывалось на присутствие в пределах древнедюнной области Европы, помимо древних дюн, многочисленных «ископаемых» пустынных образований: пустынный загар, растрескивание валунов и пр. Эти образования, вероятно одновременные с древними дюнами, могли возникнуть и помимо иссушающего влияния ледниковых фёнов, так как уже по своему географическому положению древнедюнная область в период образования дюн представляла для этого достаточно благоприятную, как увидим ниже, обстановку. Нет оснований проводить сколько-нибудь близкую аналогию между дюнной областью Европы и современными пустынями, как это делал П. А. Тутковский; приведенные им доказательства такого сходства оказались неубедительными. Пустынный загар, например, встречается в самых различных климатических условиях. Образование островных гор (Овручский кряж) нельзя связывать с климатом пустыни.

Вероятно, эта аналогия ограничивается тем, что в период образования материковых дюн Европы имели место более сильное, чем теперь, механическое выветривание (россыпи валунов) и интенсивная работа ветра. Ветры уже в то время преобладали с запада. Антициклональные ветры если когда-либо и преобладали, то в более ранний период времени, и когда именно, не совсем ясно. Ледниковые фёны отсутствовали в приледниковой зоне Европы во время всего четвертичного оледенения.

¹⁰ За исключением Скандинавии.

Мы переходим к самому трудному вопросу — о возрасте древнедюнной области Европы.

Прежде всего возникает мысль, не представляют ли собой древние дюны Европы несколько разновозрастных поколений.

Хотя и нет еще фактических оснований для такого предположения, оно возможно и должно быть учтено. Чтобы упростить задачу, мы ниже будем иметь в виду лишь часть древнедюнной области, лежащую внутри границ последнего оледенения и представляющую собой большую ее половину¹¹. Решение вопроса о возрасте этой части дюн означало бы уже в значительной мере решение всей проблемы в целом.

Методы установления геологического возраста материковых дюн определяются самой задачей — это прежде всего геологический, и особенно стратиграфический метод.

Решить задачу можно было бы 1) при помощи характерных палеонтологических или археологических остатков, заключенных в самом дюнном песке (но отнюдь не только в верхнем его слое, который легко мог быть затронут и вторичными процессами); достаточно определенные данные такого рода пока отсутствуют; 2) если определить палеонтологическим путем возраст двух горизонтов, между которыми залегает слой дюнного песка, будет установлена максимальная длина отрезка времени дюнообразования, который в действительности может быть и много короче. Этот путь менее точен. Нижним горизонтом такого рода внутри границы последнего оледенения являются прежде всего ледниковые отложения последнего оледенения (различные литогенетические типы их: морена, зандровые отложения и пр.). Эту нижнюю границу можно поднять стратиграфически несколько выше, так как довольно часто дюнный песок лежит не сразу на морене, а на промежуточном слое древнеозерных и древнеаллювиальных отложений и в области плотинных ледниковых озер, где развевание могло начаться не сразу после отступления ледника, а через известный период времени — после спуска вод озера. Так расположены большей частью дюны в окрестностях Торуня, к северо-западу от Шёцина и т. д.

Как показывают три яруса террас, опоясывающих его периферию [32] близ Шёцина, озеро существовало весьма долго и образование дюн должно было начаться лишь спустя много времени после отступления ледника. В северо-западной части Ленинградской области между слоем древнедюнного песка и моренной лежат немые озерноледниковые пески слоем в 2—4 м и под ними — ленточные отложения мощностью до 7 м. Геохронологическое изучение последних показало, что в этом районе немые пески на ленточных отложениях начали откладываться не ранее чем через 400 лет после отступления ледника, когда край его был уже в 40—50 км севернее. Когда закончилось отложение немых песков и могло начаться отложение дюнного песка, край ледника должен был, очевидно, отступить еще дальше; как далеко, мы не знаем. В районе Тихвина стратиграфия та же: дюнный песок, образующий материковые дюны, лежит на озерных песках; последние — тоже на ленточных отложениях [17, с. 306]. Итак, образование дюн имело место через известный промежуток времени после отступления ледника, продолжительность которого сейчас более точно неопределима.

Такова устанавливаемая по стратиграфическим данным (и, к сожалению, пока приблизительно) нижняя граница периода дюнообразования. Верхнее положение этой границы может быть проведено тоже на основании лишь немногих данных. Дж. Корн [35] в долине р. Нитце отметил в поверхностном слое дюнного песка находки изделий начала бронзового века, синхроничного суббореальному периоду. Дюны, по-видимому, образовались здесь до суббореального периода. В Швеции, к северу от оз. Веннер, начало образования терфяников, лежащих на дюнном песке, Н. Гёрнер [32] относит задолго до послеледникового теплого периода. В Тихвинском районе в заторфованной междюдунной котловине С. А. Яковлев [17] наблюдал в торфе пограничный горизонт. В северо-западной части Ленинградской области на основании определения возраста торфяников нам,

¹¹ Таким образом, остается в стороне вопрос о возрасте дюн в бассейне средней Волги.

кажется, удалось показать, что дюны сформировались раньше конца бореального периода.

Таким образом, немногие имеющиеся данные говорят о том, что дюны сформировались до сухого суббореального периода и, вероятно, ранее конца бореального периода. Таково самое верхнее из возможных положений верхней границы периода образования дюн.

Эти две границы очерчивают широкий промежуток времени, примерно в 9000—10 000 лет, если основываться на летоисчислении де Геера¹², когда могли образоваться древние материковые дюны. Данные стратиграфического характера этим и ограничиваются.

Весьма вероятно, что много света на вопрос о возрасте материковых дюн прольет изучение связи дюн с речными террасами. Но эти исследования подвинулись еще недостаточно далеко. Кроме того, на речных террасах дюны уже встречаются часто вне границ последнего оледенения (Вятка, Дон, Днепр). Много важного для определения возраста дало изучение шведских материковых дюн, большей частью встреченных в дельтах рек, питавшихся талыми водами ледника. Это дельты конца позднеледниковой эпохи. Здесь дюны образовались на берегу, но за счет ветров с суши, а потому относятся к материковым. Дюнное поле в Даларне, близ оз. Сильян (о чем упоминалось выше), насажено на дельту, абсолютная высота которой у основания около 180 м. Высшая береговая граница финигляциального бассейна находится здесь на высоте в 215 м. Дюны покрывают всю дельту, но ниже ее отсутствуют, хотя материнская порода и ниже — песок. Образование дюн продолжалось, таким образом, в то время, когда береговая линия понизилась на 35 м. Скорость относительного поднятия суши здесь в это время была около 1 м в 10 лет. Следовательно, на 35 м суша должна была подняться в течение 350 лет.

Скорость отступления края ледника в этом районе, определяемая путем геохронологического изучения ленточных отложений, около 100 м в год, что дает величину отступления края ледника за 350 лет на 35 км. Таким образом, материковые дюны этого района сформировались у самого края ледника. Дюнообразование прекратилось, по-видимому, по причине отодвигания края ледника, в результате которого ледниковые ветры (частью фёны, как думает И. Гёгбом) перестали достигать дельты. Важно отметить следующее обстоятельство: ветры, насыпавшие скандинавские дюны, дули перпендикулярно ледниковому краю (с северо-запада), в то время как нормально они должны были отклоняться вращением Земли вправо, т. е. иметь направление с севера или даже с северо-востока. Эта аномалия станет понятной, если предположить, что в ФРГ и ГДР на большом расстоянии от последних остатков ледникового покрова в то же время дули уже современные западные ветры.

Направление скандинавских ветров в период, когда там были насыпаны дюны, является равноденствующей двух систем ветров: антициклональной — скандинавской и циклональной — атлантической. Надо учесть отклоняющее влияние вращения Земли на скандинавские ветры. Это обстоятельство очень важно. Оно дает возможность связать в возрастном отношении области к северу и к югу от Балтики; из изложенных данных, как думает И. Гёгбом, следует, что и северогерманские дюны (ориентированные аналогично польские, полесские, ленинградские и тихвинские) относятся ко времени конца оледенения (около 10 000 лет назад).

V

Таковы геологические данные. О возрасте же материковых дюн можно говорить более уверенно только после рассмотрения вопроса: когда были наиболее благоприятные географические условия для их возникновения. Для образования крупной дюнной области требуется сочетание ряда условий: 1) наличие песчаного исходного материала, 2) сухость верхнего слоя почвы, 3) ветер преимущественно одного какого-либо направления и 4) отсутствие сплошного покрова растительности. Так как песчаный исходный материал имел

¹² По Г. де-Гееру [28], отступление последнего ледникового покрова началось около 18 000 лет назад (цифра, вероятно, минимальная), бореальный период — около 8500 и суббореальный — около 3500 лет назад.

ся в изобилии в различные отделы четвертичного периода, а вопрос об изменении влажности почвы в интересующее нас время почти не разработан, нам придется при попытке определения возраста материковых дюн исходить из изменений двух последних из четырех указанных элементов — ветра и растительности.

Казалось бы, можно рассуждать следующим образом: в ледниковый период к югу от ледникового покрова дули ветры восточных румбов. Наши же дюны указывают на западные ветры, близкие к современным. Следовательно, они формировались не в ледниковый, а в послеледниковый период. В действительности вопрос сложнее. В Альпах во время оледенения, как и сейчас, осадки приносились западными ветрами и распределение осадков было сходное с современным [40], что видно из постепенного поднятия снеговой линии ледникового периода при движении от Вогез к востоку [34].

Вогезы	Шварцвальд	Исполиновые горы	Татры
800 м	850 м	1150 м	1500 м

Особенно много доказательств в пользу существования западных ветров в приледниковой зоне Европы привел Ф. Энквист [24]. Отметив большее развитие ледников в настоящее время на подветренной стороне гор, он восстановил направления ветров в различных районах в ледниковый период. Свой вывод он излагает следующими словами: «Восточной системы ветров... к югу от североευропейского ледникового покрова зимой не существовало; там господствовали западные ветры, как и ныне. Только летом, когда суша к югу от ледника сильно нагревалась и давление понижалось, устанавливались антициклональные ветры на широкой полосе к югу от ледника» [24, с. 102]. В настоящее время в Антарктике, на крайней периферии материка (мыс Адар, о-в Сноухилл), характер ветров находится уже в некоторой зависимости от циклонов, проходящих севернее, над океаном, и поэтому не совсем тот, что ближе к центру материка на мысе Эванс [47]. Также по периферии гренландского ледникового покрова ветер далеко не всегда дует с ледника [29].

На западном берегу Гренландии между береговой линией и краем ледника на 64—69° с. ш. суша летом сильно нагревается и иногда образуется местный барометрический минимум [39].

С другой стороны, мы знаем, что над Антарктикой и Гренландией¹³ лежит антициклон, и в первой из них на периферии материка дуют, как правило, антициклонные ветры исключительной силы и постоянства.

Получается двойственная картина: не совсем еще ясно, каково относительное влияние западных и восточных ветров в различные периоды в приледниковой зоне четвертичного оледенения.

Нам представляется поэтому, что, хотя антициклональные ветры в приледниковой зоне четвертичного оледенения Европы не могли не играть важной роли, следует все же избегать слишком упрощенного построения К. Кейльгака и др., которые, исходя из западного направления ветров периода образования дюн, заключают, что возраст их послеледниковый. Соображение это имеет второстепенное значение. Особенно следует быть осторожным, когда речь идет о поздних стадиях отступления уже значительно сократившегося ледника.

VI

Растительный покров лесной зоны, в которой расположена почти вся древнедюнная область Европы, вследствие своей густоты и прочности представляет особенно неблагоприятные условия для развевания. При движении к юго-востоку с переходом от лесной растительности к степной, а затем к пустынной работа ветра встречает все меньше препятствий. Более слабое, но аналогичное увеличение эффекта деятельности ветра имеем с приближением к северу — в зоне тундр, где значительные обнаженные ветром пространства известны по периферии Гренландии, на Шпицбергене и в Исландии. Многочисленные примеры этого приводит К. Самуэльсон [43]. Сильно развиты процессы

¹³ Не постоянно.

разведения песчаных площадей и в Большеземельской тундре, главным образом по берегам рек, а также и вне их.

Оголенные площади там называют «яреи». Большое распространение их было отмечено Н. А. Куликом [4]. Интенсивное механическое выветривание, ветровая коррозия, выцветы солей, бессточные и даже солонowodные озера — все это явления, наблюдаемые в Антарктике, Гренландии, на Шпицбергене. Они роднят «полярные пустыни» с пустынями южных широт [31, 39].

Из сказанного видно, что образование древнеюжной области Европы легче объяснить, предположив растительный покров, сходный с таковым нашего крайнего юго-востока — области полупустынь и пустынь — или же нашего Севера — зоны тундр.

Во время максимального своего развития ледниковый покров последнего оледенения окаймлялся широкой безлесной полосой. Лес отсутствовал в Средней Европе во всей области между альпийским и скандинавским оледенением [27, 57]. Первое время отступление ледника происходило чрезвычайно медленно и прерывалось остановками и колебаниями ледникового края. Ледник освободил за это время в Средней Европе и к северу от нее полосу шириной в 600 км.

Это позднеледниковая эпоха де-Геера (без ее верхнего отрезка — финигляциального периода) около 8000 лет (18 000—10 000 лет до нашей эры).

В обширную, освобождающуюся от льда область леса проникали с большим запозданием, вероятно, вследствие общих суровых климатических условий, отразившихся и на медленном отступании ледника, и частью благодаря охлаждающему влиянию последнего на периферическую его зону.

Очень наглядно медленное расселение лесов в Средней Европе и Скандинавии представляет Г. Вебер [57], отметивший, что вслед за безлесным периодом, приходившимся на время максимума в северной части и на время после максимума последнего оледенения в средней Европе, господствовала береза, в то время когда ледник отступил к Датским островам. За ней следовала сосна — еще во время до полного освобождения южной части Балтики от льда.

На основании этих данных получаем ширину безлесной зоны в Средней Европе в позднеледниковый период 300—400 км (цифры эти, конечно, очень приблизительны и ни в каком случае на точность не претендуют).

В конце позднеледниковой эпохи климатическая кривая быстро поднимается. Безлесная зона суживается как вследствие общего улучшения климата, так и благодаря постепенному уменьшению охлаждающего влияния значительно сократившегося ледникового покрова на его периферию. Точное определение времени появления леса было сделано в центральной Швеции Р. Сандегреном [44] в районе оз. Рагунда под 63,5° с. ш. путем определения момента появления пыльцы древесных пород в ленточных отложениях. Сосна и береза в этом районе появились через 620 лет после отступления ледника, что дает ширину безлесной зоны около 100 км (при годовой скорости отступления ледникового края в 150—200 м). Это время начала послеледникового периода (около 8500 лет назад). Несомненно, что ближе к центру оледенения в гористой части шведской Лапландии тундровая зона была еще уже.

Европейская часть СССР точно так же после отступления ледника последнего оледенения покрылась лесом с большим запозданием: по В. С. Доктуровскому [23], в северной и средней частях в анциловое время; по Д. А. Герасимову [2], леса не пользовались сплошным распространением до бореального периода включительно в Калининской и смежных с нею областях.

К моменту зарождения болота Галицкий Мох, относящегося к бореальному времени, в интересующем нас районе встречались разбросанно березовые перелески среди значительных безлесных площадей.

В окрестностях Ленинграда, по С. А. Яковлеву [16], еловый лес крайней северной зоны появился во время отступления ильдиевого моря, т. е. около 9500 лет назад. Но в это время край ледника очистил уже всю южную половину Фенноскандии.

Леса, двигавшиеся за ледником, захватывали южные районы ранее, чем северные: «... сосна в районе к югу от Лейпцига господствовала... когда в Скандии росла еще дриасовая флора», — писал, например, Г. Вебер [57, с. 237].

Северную границу леса, по Дж. Андерсону [18], в Дании образовали береза и осина, восточнее — в северной части Средней Европы — еще и сосна, более ксерофильная порода. Это доказывает существование в соответствующий период западных ветров.

Безлесная зона, в особенности к югу от Балтики, соединяла в себе черты современных тундр высоких широт со степными чертами. На это указывают многочисленные находки остатков представителей степной фауны, распространение степных реликтовых растений. Сухость и континентальность климата этой полосы после отступления ледника были гораздо больше, чем в современной тундре, где также встречаются любопытные пустынные образования. Действительно: 1) тундра позднеледникового периода лежала сравнительно с современной в гораздо более южных широтах; высота солнца над горизонтом летом была велика; следовательно, значительно и нагревание воздуха (по П. Кесслеру, [34], в июле нередко до 15°); 2) современная периферическая зона ледников в Гренландии и Антарктике примыкает в виде узкой полосы к океану, четвертичная же тундра Европы лежала внутри континента. Поэтому климат ее был гораздо континентальнее и суше, с резкими суточными и годовыми колебаниями температуры. Процессы механического выветривания и некоторые пустынные явления, наблюдаемые даже сейчас в арктических широтах, тогда должны были быть выражены гораздо резче.

В общем приходим к заключению, что за период от начала отступления и до полного исчезновения материковых льдов в Северной Европе к югу от них лежала вначале широкая, безлесная тундрово-степная зона, постепенно сдвигавшаяся к северу и чем дальше, тем больше сужавшаяся. Лес постепенно нагонял отступавший край ледника¹⁴.

Вначале условия для образования дюн в отношении максимальной разреженности растительного покрова¹⁵ были благоприятнее всего в широкой области к югу от ледника, притом, вероятно, не у самого его края, где почва была влажнее и близко к поверхности залегала мерзлота, а на известном удалении от него; позднее (в Швеции) — в узкой зоне, которую можно уже назвать перигляциальной. Наиболее благоприятные условия для развевания наступили в различных районах неодновременно, но в закономерной последовательности; чем дальше к северу, тем позднее.

VII

Мы рассмотрели изменения растительного покрова Северной и Средней Европы на протяжении начального этапа отступления последнего ледника — п о з д н е л е д н и к о в о г о п е р и о д а д е - Г е е р а. Не были ли эти условия благоприятны и позднее, в послеледниковое время, для формирования дюн? Во всяком случае, нам известны некоторые исследователи, которые относят образование дюн к середине послеледникового периода, например К. Кейльгак [33] — к анциловому и литориновому, С. Ленцевич [38] — к литориновому периоду.

С конца позднеледникового периода климат менялся и температурная кривая поднималась. Три первых (из четырех) отдела послеледникового периода — бореальный, атлантический и суббореальный периоды — объединяются поэтому под названием «теплого послеледникового времени». О бореальном периоде, в связи с образованием дюн. Атлантический период, по общему мнению палеофитологов, был по сравнению с нашим теплым и влажным. Большая по сравнению с современной влажность климата Европы и интенсивное развитие лесов — условия, исключающие всякую возможность образования дюн в это время¹⁶.

Сложнее кажется вопрос о суббореальном периоде — сухом, теплом и континентальном времени образования пограничного горизонта торфяников и максимального распространения в Северной Европе континентального водяного ореха (*Trapa natans*). Измене-

¹⁴ Изложенные выше соображения об условиях образования дюн в перигляциальной области в поздневековое время нуждаются в следующем дополнении. С помощью спорово-пыльцевого анализа удалось установить, что растительный покров у края Европейского ледникового щита имел в своем составе ряд ксерофитов, как, например, полынь и эфедру.

¹⁵ Для образования древнедюнной области Европы нельзя предполагать полного отсутствия растительности, напротив, растительность необходима для появления параболических дюн (см. выше).

¹⁶ Атлантический период по времени совпадает с Литориновым морем.

ние климата в сторону сухости благоприятно для образования дюн. Однако достаточно ли велико было это изменение? Для момента наивысшего подъема температурной кривой в послеледниковом периоде — послеледникового климатического оптимума — мы располагаем числовыми данными, указывающими, насколько лето было тогда теплее, чем теперь. Приведем оценки некоторых авторов:

Голмбоэ	2,5°	Иогансен	2,0°
Бреггер	2,5	Самуэльсон	1,5°
Андерсон	2,4		

Время климатического оптимума, относившееся еще недавно большинством исследователей к суббореальному периоду, теперь наиболее авторитетные из них [26, 41] относят к атлантическому, влажному периоду. Однако вероятно, что в суббореальном периоде температура лета была не ниже, лишь зима холоднее. Воспользуемся поэтому приведенными цифрами для определения степени изменения климата в суббореальном периоде, представив его для наглядности как смещение данной местности на соответствующее расстояние к юго-востоку, в область, где и сейчас климат континентальнее. По Л. Посту [41], климат и растительность южной Швеции были тогда таковы, как теперь в Литве и Польше, по Р. Сернандеру [45], — как в наших центральных областях. Даже максимальное из приведенных сравнений дало бы «смещение» района Ленинграда на юго-восток только до района Москвы [8]. «Средние метеорологические условия этого времени походили на условия памятного лета 1921 года», вызвавшего в Поволжье засуху и голод, писал Ц. Брукс [21, с. 237]. Словом, изменение климата в сторону сухости было далеко не достаточным для того, чтобы растительный покров Европы сколько-нибудь значительно поредел. Древние материковые дюны в этот период образоваться не могли.

Позднеледниковое время и самое начало послеледниковое — единственный отрезок времени, когда образование дюн было возможно.

Мы приходим к следующим выводам.

I. По своим формам древние материковые дюны Европы — параболические дюны, поперечные и продольные грядообразные дюны.

II. Ветер, насыпавший материковые дюны Европы, дул преимущественно с запада. Дюны в непосредственной генетической связи с ледником не стоят, так как созданы они не ледниковыми ветрами и тем более не фёнами.

III. Возраст материковых дюн определяется следующими границами: 1) внутри границы последнего оледенения материковые дюны образовались в позднеледниковое и в самом начале послеледниковое время, т. е. 18 000—8000 лет назад; 2) в южной и большей части дюнной области дюны не были в узком смысле перигляциальными (западные ветры) и только в Швеции образовались собственно в приледниковой полосе; 3) материковые дюны и внутри границы последнего оледенения неодновременны: на юге ее они, возможно, несколько старше, на севере — моложе¹⁷.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л. С. О почвенной теории образования лесса. — Изв. Геогр. ин-та, 1926, вып. 6.
2. Герасимов Д. А. Изменение климата и история лесов Тверской губ. в послеледниковую эпоху по данным изучения торфяных болот. — Изв. Гл. Ботан. сада СССР, 1926, т. 25, вып. 4.
3. Керсновский И. А. О направлении и силе ветра в Российской империи. (Зап. Акад. наук Сер. 8. Физ.-мат. отд-ние; Т. 2. № 4). 135 с.
4. Кулик Н. А. Предварительный отчет о поездке в Большеземельскую тундру летом 1910 г. — Зап. Минерал. об-ва, Пг., 1918, т. 51, вып. 1, с. 1—156.
5. Литвинов Д. И. Следы степного послеледникового периода под Петроградом. — Тр. Ботан. музея Акад. наук, СПб., 1914, вып. 12, с. 246—269.
6. Личков Б. Л. К вопросу о террасах Днепра. П. — Вісн. Укр. вед. Геол. ком., 1928, вып. 11.
7. Марков К. К. Древние материковые дюны северо-западной части Ленинградской губернии. — ДАН СССР, 1928, № 16, 17, с. 327—332.
8. Рубинштейн Е. С. Средние месячные температуры воздуха в европейской части СССР. — В кн.: Климат СССР. Л.: Геофиз. обсерватория, 1926, ч. 1.

¹⁷ В целом предположения К. К. Маркова о возрасте дюн подтвердились последующими исследованиями, при которых проводилось абсолютное датирование дюнных образований. — Ред.

9. *Соболев Д. Н.* По поводу работы Б. Л. Личкова: К вопросу о террасах Днепра.— *Висн. Укр. вед. Геол. ком.*, 1928, вып. 11.
10. *Соколов Н. А.* Дюны, их образование, развитие и внутреннее строение. СПб., 1884. 286 с.
11. *Тутковский П. А.* Ископаемые пустыни Северного полушария.— *Землеведение*, 1910, кн. 1—4, Приложение. 373 с.
12. *Тутковский П. А.* Диспут Тутковского.— *Землеведение*, М., 1911, кн. 12, с. 258—274.
13. *Тутковский П. А.* Геологические исследования на территории бывшей Минской губернии. Витебск, 1925. Ч. 2.
14. *Тюрин И. В.* Песчаные почвы сосновых боров в окрестностях Казани.— *Рус. почвовед*, 1922, № 4/5, с. 18—28.
15. *Хабаков А. В.* Об эоловых послетретичных образованиях Вятской губернии.— *Зап. Минерал. о-ва*, Пг. 1926, ч. 55, вып. 2, с. 380—391.
16. *Яковлев С. А.* Наносы и рельеф города Ленинграда и его окрестностей. Л.: 1926. 264 с.
17. *Яковлев С. А.* Реконструированное геологическое обследование Тихвинского учебно-опытного лесничества.— *Лесоведение и лесоводство*, Л., 1927, вып. 4.
18. *Andersson G.* Das spätquartäre Klima, eine zusammenfassende Übersicht.— In: *Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit*. Stockholm, 1910.
19. *Andersson G.* The climate of Sweden in the Late-Quaternary period. Stockholm, 1909. 87 p. (*Sver. geol. unders. C*).
20. *Braun G.* Entwicklungsgeschichtliche Studien an europäischen Flachlandsküsten und ihren Dünen. B., 1911. (Veröff. Inst. Meereskunde und Geogr. Inst. Univ.; H. 15).
21. *Brooks C.* The evolution of the climate. 2nd ed. L.: Benn, 1925. 173 p.
22. *Cholnoky E.* Die Bewegungsgesetze des Flugsandes.— *Földt. közl.*, 1902, k. 32.
23. *Doktrowsky W. S.* Über die Stratigraphie der russischen Torfmoore.— *Geol. fören. Stockholm förhandl.*, 1924, bd 47.
24. *Enquist F.* Der Einfluss des Windes auf die Verteilung der Gletscher.— *Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala*, 1916/1917, vol. 14.
25. *Exner F.* Zur Physik der Dünen.— *S.-Ber. Akad. Wiss. Wien*, 1920, bd. 129.
26. *Gams H.* Die postglaziale Wärmezeit.— *Geogr. Ztschr.*, 1925, H. 2.
27. *Gams H. Nordhagen R.* Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa.— *Mitt. Geogr. Ges. München*, 1923, bd. 16. H. 2.
28. *De Geer G.* The Finiglacial subepoch in Sweden, Finland and the New-World.— *Geogr. ann.*, 1930, bd. 12, h. 2/3.
29. *Hann J.* Handbuch der Klimatologie. Stuttgart, 1911, bd. 3. 713 S.
30. *Högbom I.* Wüstenerscheinungen auf Spitzbergen.— *Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala*, 1912, vol. 11, p. 257—389.
31. *Högbom I.* Ancient inland dunes of Northern and Middle Europe.— *Geogr. ann.*, 1923, bd. 5.
32. *Hörner N.* Brattforsheden Ett värmländkt randdeltekomplex och dess dyner.— *Sver. geol. unders. C*, 1927, bd. 20, N 3.
33. *Keilhack K.* Die großen Dünengebiete Norddeutschlands.— *Ztschr. dt. geol. Ges.*, 1917, bd. 69, N 1/4, S. 2—32.
34. *Kessler P.* Das eiszeitliche Klima und seine geologischen Wirkungen im nicht vereisten Gebiet Stuttgart: Schweizerbert, 1925. 210 S.
35. *Korn J.* Über Dünenzüge im Torfe des Netzetales bei Czarnikau, ihr Alter und ihre Entstehung durch westliche Winde, nebst Bemerkungen über die alluviale Entwicklung des Netzetales.— *Jb. Preuss. Geol. Landes anst. Berlin*, 1918, bd. 37.
36. *Kühne F.* Terrassen und Dünen des Stauseegebietes zwischen Randow und Odermündung.— *Jb. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin*, 1927, bd. 48.
37. *Lehman F.* Wanderungen und Studien in Deutschlands grösstem binenländischen Dünengebiet.— *Jber. Geogr. Ges. Greiswald*, 1907.
38. *Lencewicz S.* Wydmy srodlatowe Polski. W-wa, 1922. (Pr. wykon w Zakł. geogr. Univ. Warszawskiego; N 1).
39. *Nordenskiöld O.* Studien über das Klima an Rande jetziger und ehemaliger Inlandeisegebietes.— *Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala*, 1916, vol. 15.
40. *Penck A., Brückner E.* Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, 1901—1909, bd. 1—3. 1199 S.
41. *Post L.* Ur de sydsvenska skogarnas regionala historia under postarktisk tid.— *Geol. fören. Stockholm förhandl.*, 1924, bd 46, h. 1/2.
42. *Reis O.* Beobachtungen über Dünensande, Sandlöss und Windschliffe in Franken.— *Geogr. Jh.*, 1927, bd. 40.
43. *Samuelson C.* Studien über die Wirkungen des Windes in den kalten und gemässigten Erdteilen. *Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala*, 1927, vol. 20.
44. *Sandegren R.* Ragundatraktens postglaciala utvecklingshistoria engligt den subfossila floröns vittnesbörd.— *Sver. geol. unders. Ca*, 1924, N 12.
45. *Saergel W.* Löss, Eiszeiten und paläolitische Kulturen oder Gliederung und Altersbestimmung der Löss. Jena, 1919.
46. *Sernander R.* Die schwedischen Torfmoore als Zeugen postglacialer Klimaschwankungen.— In: *Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit*. Stockholm, 1910.
47. *Simpson G.* Meteorology. Calcutta, 1919. 326 p. (*Brit. Antarct. Exped.*, 1910—1913; vol. 1).
48. *Solger F.* Über interessante Dünenformen im der Mark Brandenburg.— *Ztschr. Dt. geol. Ges.*, 1905, bd. 57, N 4.

49. Solger F. Über Parabeldünen.— Ztschr. Dt. geol. Ges., 1908, bd. 60, N 3.
50. Solger F. Geologie der Dünen. Stuttgart: Dünenbuch, 1910.
51. Solger F. Beobachtungen über Flugsandbildungen.— Ztschr. Dt. geol. Ges., 1920, bd. 71, N 6/7.
52. Stoller S. Die Beziehungen der norddeutschen Moore um nacheiszeitlichem Klima.— Ztschr. Dt. geol. Ges., 1910, bd. 62.
53. Wahnschaffe F. Die Veränderungen des Klimas seit der letzten Eiszeit in Deutschland.— In: Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit. Stockholm, 1910.
54. Wahnschaffe F. Geologische Landschaftsformen in Norddeutschland. Stuttgart, 1924.
55. Wahnschaffe F., Schucht F. Geologie und Oberflächengestaltung des Norddeutschen Flachlandes. Stuttgart, 1921.
56. Walter J. Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit. 4. Aufl. Leipzig, 1924.
57. Weber H. Über spät und postglaciale lakustrine und fluviatile Ablagerungen in der Wyhraniederung bei Lobstädt und Borna und die Chronologie der Postglacialzeit Mitteleuropas.— Abh. Naturforsch. Ver. Bremen, 1919, bd. 29.
58. Wright C., Priestley R. Glaciology, British Antarctic («Terra Nova») Expedition. L., 1922.
59. Wunderlich E. Beiträge zur polnischen Landeskunde. I. Zur Frage der polnischen und norddeutschen Binnendünen.— Ztschr. Ges. Erdkunde. Berlin, 1916, N 7.

О ПРОБЛЕМЕ ДРЕВНЕГО ОЛЕДЕНЕНИЯ ГОР СРЕДНЕЙ АЗИИ ¹

I

Четверть века прошло со времени выхода в свет монографии А. Пенка и Е. Брикнера [12], посвященной древнему оледенению Альп.

В числе разнообразных проблем, обсуждавшихся обоими авторами, находилась и проблема климата ледникового периода. В частности, ставился вопрос: какое изменение климата вызвало оледенение. Вопрос этот тогда нашел определенное решение: толчок оледенению дало понижение средней температуры лета; количество осадков оставалось довольно постоянным. Этот вывод вскоре стал преобладающим.

Ф. Махачек [9], изучавший древнее оледенение Тянь-Шаня, пришел к выводу, что и в условиях сухого климата Средней Азии можно объяснить древнее оледенение понижением температуры. К этому взгляду примкнул и один из крупнейших современных климатологов, В. Кеппен, в опубликованной им совместно с А. Вегенером монографии о древних климатах Земли [7].

Последнее десятилетие характеризовалось оживленной разработкой точки зрения на понижение температуры как причину ледниковых эпох. Особо упомянем астрономическую теорию ледниковых периодов в разработке М. Миланковича [10] и связанную с этой теорией замечательную попытку дать абсолютную и точную хронологию ледниковых эпох, а также серию исключительных по своей изощренности тщательности исследований геоморфологов, которые посвящены дальнейшему расчленению ледниковых и межледниковых эпох. Нет, правда, недостатка и в авторитетных противниках этой теории; спор разворачивается по-прежнему вокруг вопроса, что дало толчок к оледенению: понижение температуры или увеличение количества осадков. Мнению большинства последователей А. Пенка и Е. Брикнера противопоставляются в последние годы взгляды метеорологов В. Фикера, Дж. Симпсона, К. Брукса — ряд работ с 1917 по 1934 г.

Первые два исследователя отдают главную роль осадкам, Брукс считает единственно правильным толкованием причины древнего оледенения рассмотрение большого числа метеорологических факторов в их взаимосвязи и выяснение благоприятного для ледниковых эпох их сочетания ².

В отличие от других авторов В. Фикер [5] обсуждает вопросы климатологии ледниковой эпохи, основываясь на изучении горных районов Советского Союза.

¹ Напечатано по кн.: Очерки по географии четвертичного периода. М.: Географгиз, 1955, с. 189—199. Впервые опубликовано в журнале «Проблемы физической географии» (1937, № 4).— Ред.

² Эти взгляды уже гораздо ранее высказывал А. И. Воейков. См. Марков К. К.: А. И. Воейков как историк климатов Земли.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1951, № 3.

Обратимся к содержанию статьи В. Фикера [5]. Он делает прежде всего попытку установить размер древнего оледенения Памира. Предшественники Фикера, да и он сам, давали уже на этот вопрос довольно определенный ответ: мерой мощности древнего оледенения горных стран обыкновенно служит величина понижения снеговой линии. В 1919 г. В. Фикер определял ее для Памира в 1200—1500 м³. Он считает, что обширные пространства Восточного Памира в ледниковом периоде вследствие понижения снеговой линии покрылись снегом и фирном. Это вызвало соответственное увеличение ледников. Работавший в Западном Памире Р. Клебельсберг [6] также принимает понижение снеговой линии значительным, равным 1000—1800 м. Но, по мнению второго автора, малая ширина хребтов Западного Памира определяла прирост площади фирна во время ледниковой эпохи. В этом пункте В. Фикер и Р. Клебельсберг расходятся.

Р. Клебельсберг указывал следы ледников на очень незначительной высоте, всего на высоте 1700 и даже 900 м (севернее Гиссарского хребта). Он думал, что эти следы свидетельствуют о понижении снеговой линии на 1700—1800 м. Но относятся они, по мнению В. Клебельсберга [6], к более ранней эпохе оледенения, чем последняя. Вообще же эти следы сомнительны.

Третьим исследователем, широко ставящим вопрос о древнем оледенении Памира, является Л. Нёт [11]. Он считает, что в ледниковом периоде площадь питания увеличилась незначительно даже на Центральном Памире. Здесь Л. Нёт также расходится с В. Фикером. Второе крупное расхождение между ними относится к оценке размера ледников. Древний ледник Муксу (Федченко) привлекал в этом отношении больше внимания, чем другие. Не раз описывались прекрасные морены этого ледника, расположенные у кишлака Дамбурачи, при слиянии р. Муксу с р. Кызылсу на высоте 1800—1900 м. Эти морены известны по личным наблюдениям всем трем упомянутым авторам. Клебельсберг и Нёт считают, что они отмечают наибольшую длину ледника Муксу во время последнего оледенения. Фикер же видит в них лишь стадиальные морены и воображает для времени максимума последнего оледенения ледник, спускавшийся гораздо дальше к западу и ниже по долине р. Сурхоб.

Установим сразу же, что все три автора хотя и во многом расходятся, но единодушны в том, что древнее оледенение Памира было чрезвычайно мощным и снеговая линия опустилась на ту же или даже на еще большую величину, чем в Альпах. Это утверждение заставляет насторожиться: как объяснить, что в сухом климате Средней Азии эффект понижения снеговой линии был таким же большим, как и во влажном климате Западной Европы? Но так или иначе этот вывод Фикер отстаивает с большой решимостью. Этому вопросу будут посвящены дальнейшие страницы.

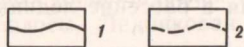
Мы указывали, что длину древнего ледника Муксу В. Фикер [5] определяет большими цифрами, чем Л. Нёт и Р. Клебельсберг. Он пытается обосновать свой вывод тщательным расчетом: прекрасные топографические карты бассейна ледника Федченко дают возможность определить высоту древней поверхности ледников и фирнов над современной, а также площади тех и других. Основываясь же на этих цифрах, можно подсчитать, какое годовое количество осадков получал бассейн ледника Федченко во время максимума последнего оледенения и где тогда находился конец ледника — у с. Дамбучари или ниже.

Современный ледник Федченко имеет длину в 74 км [5]⁴. К самому концу ледника (2900 м абс. высоты) подходят две другие долины: Саукдара длиной в 78 км, занятая в верхней части большим ледником (около 20 км) того же названия, и Баляндкиик, длиной в 70 км, совершенно лишенная продольного ледника. От места

³ Напомним, что в Альпах величину понижения снеговой линии (для последней ледниковой эпохи) определяют в круглых цифрах в 1200 м. Многие авторы считают, что понижение снеговой линии на Памире и Тянь-Шане было гораздо менее значительным — 550—950 м. Окончательно этот вопрос разрешен Р. Д. Забириным [1] в таком именно смысле: он оценивает величину депрессии снеговой границы в последнюю эпоху оледенения на Памире в 950—750 м (Западный Памир), 450—300 м (Центральный Памир).

⁴ Длина ледника Федченко 77 км. См.: БСЭ 3-е изд., 1977, т. 27.— *Ред.*

Рис. 1. Схема местоположения ледника Федченко
 1 — граница между восточным и западным Памиром;
 2 — область древнего питания ледника [5]



слияния трех долин считают начало р. Муксу. В 80 км отсюда ниже по р. Муксу лежат конечные морены древнего ледника, о которых упоминалось раньше (см. рис. 1). Замечательно, как различно современное оледенение трех указанных долин, особенно долин Федченко и Баяндкиик. Они имеют одинаковые длину и высоту продольного профиля. Но в то время как первая занята на всем протяжении величайшей ледниковой рекой, вторая почти свободна ото льда. Разгадку этого отличия В. Фикер [5] ищет в орографии. Долина Баяндкиик заслонена от несущих осадки западных ветров величайшей вершиной Советского Союза — пиком Коммунизма (7495 м). Она получает в четыре раза меньше осадков, чем долина ледника Федченко (100 и 300—400 мм в год). Этим В. Фикер подтверждает важный теоретический вывод: осадки в значительной мере определяют размер оледенения, и не только сейчас, но определяли его и в эпоху древнего оледенения. В последнюю ледниковую эпоху все три долины до самого их слияния заключали огромные ледниковые ветви. Сливаясь у Алтын-мазара, они продолжались в мощный ледниковый ствол древнего ледника Муксу. На четверти расстояния к Алтын-мазару ледник достигал мощности 600—700 м, а на половине пути — 1000 м.

В 1930 г. М. Лагалли [8] предложил формулу, математически связывающую скорость поверхностного движения ледника с его мощностью. По первой из этих величин, легко определяемой для современных ледников, вычисляют вторую. Для древних ледников, напротив, мы знаем вторую величину и по ней можем вычислить первую. Определение скорости движения ледника при уже известной (по карте) площади поперечного сечения ледниковой долины дает возможность определить величину расхода льда. Последняя равна величине таяния ниже линии профиля в пересчете на воду за одинаковые отрезки времени, например за год.

Цепью этих зависимостей пользуется В. Фикер [5] и вычисляет следующие величины: у Алтын-мазара средняя годовая скорость движения льда равнялась 286—570 м в год. При площади сечения 9 кв. км это составляет годовой расход льда 2,5—5,2 км³. По этим цифрам он подсчитывает длину ледника.

Действительно, при толщине ледника (в средней части профиля) в 1800 м по узкой продольной вертикальной полосе в 1 м в год пройдет $1800 \text{ м}^3 \times 286 = 0,00052 \text{ км}^3$ льда или вдвое больше, если принять максимальную скорость движения льда (см. выше) равной 572 м. Величину годовой абляции примем за 2 м, или 0,002 км (она сейчас такая). Длина ледника пропорциональна величине прихода и обратно пропорциональна величине расхода льда, т. е. определится делением: $0,00052 / (0,002 \times 0,001) \text{ км} = 260 \text{ км}$

Такова была минимальная длина древнего ледника Федченко. Максимальная длина окажется по вычислению равной 520 км. Подставляя и другие численные выражения для вышеназванных величин, В. Фикер [5] приходит к выводу, что во всяком случае конец ледника Федченко во время максимума оледенения лежал не на 80 км ниже Алтын-мазара, а гораздо (на 200—450 км) ниже. Если так, то дамбурачинские морены стадильные.

Дальнейшей теоретической задачей являлось определение количества осадков, достаточного для поддержания столь мощного ледника. Здесь В. Фикер приходит к следующему заключению: осадков выпадало в несколько раз больше, чем сейчас. Ледниковая эпоха была вызвана увеличением количества осадков. Сущность подсчета заключается в следующем: объем льда, протекающий через данный створ (у Алтын-мазара), уничтожается ниже по течению ледника абляцией. Выше створа

этот объем поддерживается равным объемом выпадающих за тот же отрезок времени осадков с поправкой на испарение выше створа. Возьмем прежние 2,5 км³ годового расхода льда у Алтын-мазара. Такой же (минимальный) объем осадков должен был выпадать ежегодно выше, в бассейне ледника Федченко—Муксу. Площадь бассейна 4700 км². Распределяя указанный объем осадков равномерным слоем по площади бассейна, подсчитали, что осадков выпадало 500 или 1000 мм. Цифра осадков должна быть даже больше, так как часть льда стекала через перевалы другой дорогой и часть выпавшего снега испарялась. В настоящее же время в бассейне ледника выпадает в среднем 200—250 мм.

Итак, в ледниковом периоде бассейн ледника Федченко получал в 4—5 раз больше осадков, чем в настоящее время. Поэтому и долина Баяндкиик несла мощный ледник. Не понижение температуры, а увеличение осадков определило размеры древнего оледенения Памира. Возросшее оледенение имело уже дальнейшим результатом понижение температуры. «Но это охлаждение было следствием, а не причиной оледенения. Современная сухая область может вступить в ледниковую эпоху только путем увеличения осадков, но не путем охлаждения, которое одно не вызовет увеличения осадков. В других горных районах и в более высоких широтах может обстоять и иначе, но в современных сухих районах увеличение осадков было несомненно первичным фактором оледенения» [5, с. 70].

Понижение снеговой линии на 1000 м (или более) не указывает само по себе на понижение температуры: более высокая температура лета на снеговой границе может быть уравновешена большим количеством осадков; при неизменной температуре лета снеговая граница может опуститься только потому, что осадков (твердых) стало выпадать больше.

Действительно, в Гиссарском хребте осадков выпадает много и снеговая линия лежит сравнительно низко (3500 м), несмотря на то что температура лета у снеговой границы (8°C) даже выше, чем восточнее, в хребте Петра I, где снеговая граница подымается, хотя температура лета понижается (снеговая граница — 4700 м, температура лета около 1°C).

III

Дальше В. Фикер [5] подходит к обобщениям большого теоретического значения. Считая увеличение осадков главной причиной оледенения, он вступает в спор со школой Пенка-Брикнера, заявляющей, что понижение температуры, а не увеличение количества осадков было главной причиной оледенения. В. Фикер и Ф. Махачек, занимавшиеся этой проблемой в соседних горных районах Средней Азии (Памир и Тянь-Шань), пришли к противоречивым выводам. Совершенно очевидно, что если Фикер прав вообще, то большая часть палеоклиматических реконструкций для четвертичного периода должна быть совершенно переработана. Укажем в особенности на систему взглядов Кеппена—Миланковича и их многочисленных последователей (Эберл, Зергель и др.). Детальное исследование может оказаться построенным на ложной теоретической основе. Одно из любимейших достижений палеоклиматологии последних лет — кривая Миланковича (ее толкование) и построенная им абсолютная хронология ледниковых эпох будут признаны лишь заманчивым заблуждением. Сам В. Фикер [5] настроен более умеренно. Он указывает, что в Альпах, а также в Северной Европе толчок ледниковому периоду был дан понижением температуры. Но такая формулировка лишает выводы альпийских исследователей универсального значения, являющегося главным основанием их широкого признания.

Схема Пенка-Брикнера, повсеместная применимость которой доказывалась с таким усердием в течение четверти века (сколько ревения проявляют в этом и советские исследователи), сможет оказаться низведенной до уровня прекрасно обновленной схемы местного значения.

Дж. Симпсон [12] в работе, вышедшей в 1934 г., делает попытку такого «низвержения» альпийских схем. Он считает условия оледенения Памира более типичными (нормальными), чем условия оледенения Альп, так как во время оледенения климат Альп определялся, по его мнению, в значительной степени влиянием сухих и холодных

ветров, дувших с соседнего Северо-Европейского ледникового щита. Поэтому в Альпах создались местные предпосылки для понижения температуры и уменьшения осадков в ледниковом периоде. Но и изменение климата Памира, удаленного от областей равнинных оледенений, было все же отзвуком влияния равнинных оледенений. Пути циклонов передвинулись к югу. Огромная широтная полоса гор Азии оказалась на пути влажных циклонических ветров. Альпы же, расположенные севернее, оказались вне этой полосы. Ледниковая история обеих горных стран в равной степени, хотя и в различном смысле, своеобразна.

IV

Прежде чем прийти к определенной оценке представлений В. Фикера [5], вернемся еще раз к обоснованию этих представлений. Напомним простой и, несомненно, убедительный ход рассуждений В. Фикера: в последнюю ледниковую эпоху через огромный поперечник ледника Муксу, у Алтын-мазара, проходило ежегодно количество льда, которое 1) вызвало оледенение долины Муксу на значительно большее расстояние, чем это принимают, и 2) уравнивалось осадками, превышающими современные в бассейне ледника Федченко в 4—5 раз.

Расчеты В. Фикера, хотя и ориентировочные, вряд ли меняют существо выводов. Не так обстоит, однако, дело с исходными цифрами, положенными в основу всех последующих расчетов. В. Фикер принимает площадь поперечного сечения древнего ледника Муксу равной 9 км². Эта цифра является произведением двух величин — средней ширины ледника, принимаемой равной 5 км, и мощности ледника — 1,8 км. Последняя цифра, по нашему мнению и судя по оценкам большинства авторов, взята неверно. В действительности она значительно меньше. Поэтому была меньше и ширина ледника и, само собой, произведение обеих цифр. Действительно, целый ряд исследователей посетили окрестности Алтын-мазара. Все они отмечали следы древнего оледенения и почти сходились в оценке высоты положения древней поверхности ледника. Средняя из этих оценок 3800 м (вместо 4450 м, принимаемых В. Фикером). Так, Д. И. Мушкетов [3] определяет высоту поверхности древнего ледника близ устья р. Сауксай в 3800 м; по Н. Л. Корженевскому [2], «верхняя граница древнего ледника Муксу (максимального оледенения. — К. М.) около Алтын-мазара совпадает с южным концом урочища Гозегой, расположенного на высоте 3551,5 м над уровнем моря. Мощность ледника достигала 736 или около 800 м». По Л. Нет [11], граница древнего трога и в последнюю ледниковую эпоху лежала у Алтын-мазара на высоте всего 3080 м. Наши наблюдения подтверждают эти оценки.

Цифра 4450 м приводится В. Фикером на основании сообщения Р. Финстервальдера, но в работе Р. Финстервальдера [4] мы этой цифры не находим.

Принимая вместе с В. Фикером высоту коренного дна долины у Алтын-мазара в 2650 м, мы получим мощность древнего ледника равной не 1800 м (4450—2650), а всего 1100—1200 (3800—2650). Именно эта цифра лучше других отвечает многократным оценкам исследователей.

Каково же дальнейшее изменение расчетов? Мы можем их не производить сами, так как находим у В. Фикера [5] на с. 78 подсчет, основанный почти на той же оценке мощности ледника, что и принимаемый нами. Разница в том, что последнюю оценку Фикер относит не к максимуму оледенения, а к «стадии Дамбурачи».

Высота поверхности ледника у Алтын-мазара	4000м
Площадь поперечного сечения	5500м ²
Мощность ледника	1300 м
Расход льда (годовой)	0,852—1,074 м ³
Длина ледника ниже линии профиля	66—132 км

Таким образом, конец ледника должен был находиться во время максимума оледенения где-то около с. Дамбурачи, так как у створа у с. Алтын-мазара до кишлака Дамбурачи 75—80 км и эта цифра попадает как раз между двумя цифрами, стоящими в последней строчке таблицы.

При последней оценке мы получаем количество осадков (пропорциональное расходу

льда) в 3—4 раза меньше, чем при первой оценке Фикера, которая превышает современное количество осадков в 4—5 раз. Так как и последняя оценка В. Фикера также несколько преувеличена (мощность ледника принимается им в 1300 м вместо 1100—1200 м), то можно считать, что осадков выпадало в бассейне ледника во время ледникового максимума (в нашем понимании) в 4—5 раз меньше, чем по первоначальной оценке В. Фикера, иначе говоря, столько же, сколько в настоящее время.

Итак, пользуясь методом самого В. Фикера [5], мы, как это ни странно, приходим к противоположному выводу. Ледниковая эпоха Памира не сопровождалась и не была вызвана возросшим количеством осадков.

Нельзя не указать, что и в другом отношении оценки В. Фикера чрезвычайно мало правдоподобны: определяя высоту поверхности древнего ледника в Алтын-мазаре в 4450 м, он вынужден принимать длину ледника чрезвычайно большой. Ледник должен был опускаться на сотни километров ниже с. Дамбурачи. Но что же мы видим на месте?

Идя вниз по долине Муксу, можно всюду находить отчетливые следы древнего оледенения: морену, моренные холмы, формы ледниковой скульптуры. Но они видны до определенного рубежа — конечно-моренного ландшафта у кишлака Дамбурачи. Ниже мы попадаем в совершенно другой мир. Всякие сколько-нибудь достоверные признаки древнего оледенения исчезают. Крайне сомнительны следы оледенения, упоминаемые Р. Клебельсбергом [6] ниже, по долине Сурхоб (также виденные нами), не имеют и отдаленного сходства с необычайно яркими и разнообразными следами древнего оледенения выше кишлака Дамбурачи. Так же и в других долинах: отчетливые следы древнего оледенения внезапно и резко обрываются у определенной границы. Эту границу единодушно принимали за границу последнего оледенения. И в других горных странах границе максимального распространения ледников последней ледниковой эпохи придают особенно важное геоморфологическое значение.

Поэтому крайне неправдоподобно представление В. Фикера [5] об этой границе как о стадийной. Нельзя себе представить, что две области с совершенно различным рельефом (ледниковым и неледниковым) покрывались ледниками одной и той же ледниковой эпохи (последней). Если же принять, что граница ледника Муксу лежала в то время у с. Дамбурачи, мы тем самым сведем оледенение к тем сравнительно скромным размерам, для которых признавать увеличение количества осадков нет основания, даже если пользоваться методом рассуждения самого В. Фикера. Доказательством служат вычисления. Мы стоим перед таким противоречием: теоретические выводы Фикера не подкрепляются, а скорее опровергаются его расчетами.

V

Настоящей заметкой мы хотим показать преимущественное значение глубокого изучения проблемы оледенения высокогорных областей Советского Союза, и прежде всего величайшей из них — высокогорной области Средней Азии. Мы видим, во-первых, что не одни Альпы (как это было до сих пор) могут являться местом разработки теории и методологии изучения проблемы древнего оледенения. В этом состояла первая наша задача.

Во-вторых, у В. Фикера [5] мы находим редкое, но глубоко убедительное указание, что условия Альп совсем не типичны для древнего оледенения высокогорных областей вообще.

Памир в этом смысле, может быть, даже типичнее. Во всяком случае, его положение и история древнего оледенения имеют не меньше оснований для совершенно самостоятельной и глубокой теоретической разработки, чем история древнего оледенения Альп.

Не следует механически переносить альпийские схемы на отдаленные и полные своеобразного интереса высокогорные области Советского Союза. Следует приступить к глубокому теоретическому изучению проблемы древнего оледенения наших гор. Как велики и неожиданны могут быть результаты этого изучения, красноречиво говорит и работа Фикера.

В-третьих, разбор этой работы приводит к выводу, что многие даже из основных проблем древнего оледенения гор Средней Азии все же не решены (проблема осадков).

А это опять возвращает нас к прежнему утверждению: необходимо глубокое изучение проблемы древнего оледенения гор Средней Азии и Советского Союза вообще.

И наконец, вопрос одновременно теоретического и прикладного значения. Если древнее оледенение было вызвано исключительно благоприятной климатической ситуацией (осадки), то с изменением ее ледники должны убывать. В. Фикер [5] считает, что такое убывание продолжается: огромные современные ледники Памира он считает реликтами; они продолжают систематически уменьшаться. Это будто бы вызвало в историческое время гибель богатой древней культуры, так как количество воды, поступавшей с гор в сухие равнины, непрерывно падало. Если прогноз В. Фикера верен, хозяйственная ситуация будет продолжать ухудшаться. Воды будет поступать все меньше и меньше с гор на равнины. Социалистическое строительство Средней Азии будет вести жестокую борьбу за существование. В перспективе нескольких ближайших пятилетий значение этого прогноза может дать себя почувствовать. Но верен ли он? Решить этот вопрос мы сможем только тогда, когда вся проблема древнего оледенения гор Средней Азии станет более ясной, чем сейчас⁵. Снова и снова эта проблема встанет перед нами во всем ее значении и сложности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Забиров Р. Д. Оледенение Памира. М.: Географгиз, 1955. 372 с.
2. Корженевский Н. Л. Мук-Су и его ледники.— Тр. Гидромет. отд-ния Среднеазиат. метеоролог. ин-та, Ташкент, 1927, т. 1, вып. 1, с. 7—66.
3. Мушкетов Д. И. Оледенение В. Ферганы и Алая.— Изв. РГО, 1917, т. 53, с. 36, с. 83—136.
4. Finsterwalder R. Geodötische, topographische und glaziologische Ergebnisse.— In: Wissenschaftliche Ergebnisse der Alai-Pamir Expedition. 1928. t. 1, bd. 1/2.
5. Ficker V. Die Eiszeitliche vergletscherung der nord-westlichen Pamirgebiete.— S.-Ber. Preu Akad. Wiss. Phys.-math. Kl., 1933, bd. 2.
6. Klebelsberg R. V. Der Turkestanische Gletschertypes.— Ztschr. Gletscherk., 1926, bd., 14, h. 4.
7. Köppen W., Wegener A. Die Klimate der geologischen Vorzeit. B., 1924. 256 S.
8. Lagally M. Mechanik und Thermodynamik des stationären Gletschers. 1933. 94 S. (Ergeb. kosm. Phys.; bd. 2).
9. Machatschek F. Der westlichste Tienschan: Ergebnisse einer geographischen Studienreise.— Petermanns geogr. Mitt., 1912, bd. 37, h. 176.
10. Milankovitch M. Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen. B., 1930.
11. Noth L. Geologische Untersuchungen im Nordwestlichen Pamirgebiet und mittleren Transalai.— In: Wissenschaftliche Ergebnisse der Alai-Pamir Expedition. 1932, t. 2, bd. 1/2.
12. Penck A., Brückner E. Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, 1901—1909, bd. 1—3, 1199 s.
13. Simpson G. C. World climate during the quaternary period.— Quart. Journ. of the R. Meteor. Society. London, 1934, vol. 60, N 257, p. 425—471.

О СОДЕРЖАНИИ ПОНЯТИЙ «ЛЕДНИКОВАЯ ЭПОХА» И «МЕЖЛЕДНИКОВАЯ ЭПОХА»¹

По мере того как представления о множественности оледенений становились преобладающими, определялось и содержание понятий «межледниковая эпоха» и «ледниковая эпоха». Нет смысла в краткой статье стремиться дать исторический обзор изменения указанных взглядов. Осветим сравнительно недавнее прошлое этих представлений, их современное состояние и выдвинем некоторые принципиальные положения. Рассмотрим следующие основные вопросы: содержание понятий «ледниковая» и «межледниковая» эпохи, являющиеся наиболее правильными; доказательства ледниковых и межледниковых эпох, приводимые в советской литературе; развернутые понятия «ледниковая» и «межледниковая» эпохи, удовлетворяющие современный уровень знаний².

⁵ См. также работу К. К. Маркова «Высыхает ли Средняя и Центральная Азия». — *Ред.*

¹ Напечатано по кн.: Очерки по географии четвертичного периода. М.: Географгиз, 1955, с. 206—213. Впервые опубликовано в «Известиях ГГО» (1939, № 7). — *Ред.*

² См. также: Марков К. К. О множественности оледенений. Ст. 2, М. 1941. — *Ред.*

В дореволюционной литературе объем указанных понятий наиболее отчетливо определен в монографии А. Пенка и Е. Брикнера [2]. При исследованиях в Альпах выявлены черты отдельных ледниковых и межледниковых эпох и отличие этих признаков, сопровождавших второстепенные явления в истории оледенения Альп. В каждую ледниковую эпоху ледники оставили определенную часть закономерно расположенных форм ледникового рельефа (и отложений), которая получила наименование ледниковой серии. Ледниковая серия представляет совокупность форм второго порядка — ледниковых комплексов. Последние — свидетели второстепенных событий: ледниковых стадий одной и той же ледниковой эпохи. Ледниковые эпохи устанавливаются главным образом на основании изучения флювиогляциальных галечников.

Вторым признаком ледниковых эпох является их обособленность друг от друга. Ледниковые эпохи разделяются межледниковыми эпохами (стадии ледниковой эпохи разделяются междиадальными отрезками времени). Межледниковые эпохи выражались не просто в сокращении оледенения, но в почти полном его исчезновении. В межледниковые эпохи ледники были меньше даже современных ледников, снеговая линия лежала выше современной.

Таким образом, и ледниковые и межледниковые эпохи представляют собой вполне обособленные, принципиально различные явления, когда природа страны глубоко и продолжительно изменялась. Эти представления подкупают не только своей ясностью и простотой, но и прекрасной обоснованностью фактами.

Но соответствуют ли указанные простые и ясные идеи уровню наших современных знаний о ледниковых и межледниковых эпохах Советского Союза? На территории Советского Союза межледниковые отложения (следовательно, и отдельные ледниковые эпохи) стали описываться и выделяться еще в конце прошлого века. Этому способствовали работы Н. Н. Боголюбова, Н. И. Криштофовича, В. Н. Сукачева и А. Б. Миссуны, исследовавших известное Лихвинское обнажение и разрезы в современных пределах Московской, Калининской, Смоленской областей и Белорусской ССР. После Великой Октябрьской социалистической революции Г. Ф. Мирчинк в ряде работ последовательно отстаивал принципы, указанные выше. Им было отмечено, что ледниковые и межледниковые эпохи в европейской части Советского Союза выражались в глубоком изменении природного режима страны и что только события подобного масштаба следует относить к двум указанным категориям. Многочисленные же незначительные перемены физико-географического режима надлежит считать только за стадийные и междиадальные изменения.

Лучшим доказательством коренных изменений географического режима с переходом от ледниковых к межледниковым эпохам являлось нахождение межледниковых отложений с остатками флоры, еще более теплолюбивыми, чем современная флора данной местности.

В последующие годы эти вполне ясные и безусловно значительные представления стали забываться. Это и заставляет нас выступить с настоящей статьей.

Мы предлагаем относиться требовательнее к содержанию понятий «межледниковая эпоха» и «ледниковая эпоха». Никто в советской литературе не выступал прямо против вышеприведенных формулировок. Но вместе с тем в последние годы стали приводиться совершенно неравноценные доказательства межледниковых и ледниковых эпох. Все чаще проявляется тенденция отступать от указанных выше рамок понятий. Общим случаем подобных отступлений является описание признаков незначительных, стадийных и междиадальных по масштабу, изменений режима. Без всякого добавочного доказательства они рассматриваются как признаки самостоятельных межледниковых и ледниковых эпох. Подобные (по нашему мнению, недостаточные) признаки весьма разнообразны. Их можно условно разделить на стратиграфические и геоморфологические признаки. К первым чаще прибегают на равнинах, ко вторым — в горах.

Поясним сказанное.

В европейской части Союза ССР Г. Ф. Мирчинк, например, описал около г. Углича

толщу морены, представляющую, по его мнению, три вполне самостоятельных горизонта, — «вюрмскую», «рисскую» и «миндельскую» морены. Между тем из описания видно, что указанная толща стратиграфически одина и отличается на разных уровнях только различной окраской (малиново-бурой, темно-бурой и коричнево-бурой). Ничем не доказано для данного разреза, что приведенные признаки свидетельствуют о трехкратном оледенении и даже о стадийном характере отдельных толщ морены.

Приведу другие примеры: в 2 км восточнее Звенигорода наблюдались две моренные толщи, разделенные желтыми слоистыми песками. Обе толщи морены спускаются в долины; верхняя более слабо, чем нижняя (А. И. Москвитин). Эти данные свидетельствуют только о стадийном перерыве между отложениями морен.

В области верхнего течения р. Волги, на пространстве от Ярославля до Плеса, два горизонта морены разделены песками, преимущественно крупными, галечными. Морены были отнесены к самостоятельным ледниковым эпохам, а межморенные отложения оценены как межледниковые отложения.

Между тем они представляют собой типичные флювиогляциальные и, следовательно, межстадийные отложения, почему и морены можно истолковать только как стадийные образования.

Для всей Восточной Сибири, кроме Чукотки, неизвестны разрезы с межледниковыми отложениями³. Тольк описал двухъярусные ископаемые льды Новосибирских островов и считал их некоторые время за отложения самостоятельных эпох оледенения. Позднее же это предположение было опровергнуто наблюдениями на о-ве Б. Ляховском. Только в береговой полосе Чукотки и на Камчатке обнаружены, по-видимому, межледниковые отложения. Не так давно (1932 г.) была предложена для Дальнего Востока стратиграфическая схема, включающая две ледниковые эпохи с межледниковой эпохой между ними (А. Н. Криштофович). Но упомянутая схема умозрительна. Она продукт хронологического распределения отдельных разрозненных фактов, а не основана на конкретно изученных стратиграфических разрезах.

Для горных районов Сибири и Средней Азии весьма обычны упоминания множественности оледенений и межледниковых эпох. Между тем, еще неизвестна ни одна находка заведомо межледниковых отложений, заключенных между моренами. Стратиграфические данные сводятся к нахождению немых галечников или песков (т. е. отложения межстадийного типа) между горизонтами морен. Например, в долине р. Сухой Лог (приток Кана, Восточные Саяны) выделение морен отдельных эпох оледенения основано на переслаивании морены с галечником.

Еще чаще пользуются геоморфологическими признаками. Во множестве работ встречаются описания трогов со ступенчатыми формами склонов (так называемые сложные трог). Этот единственный признак считают достаточным, не нуждающимся даже в объяснении механизма образования ступеней. По числу ступеней («днищ трогов») определяют число ледниковых эпох (на Алтае — И. Гране, на Памире — В. В. Попов). Но подобного рода толкование ступеней склонов трогов, выдвинутое в Альпах, всего лишь одно из многих существующих и наименее признанное в специальной гляциально-морфологической литературе.

Из перечисленных нами примеров видно, как неравноценны признаки множественности оледенений. Следует руководствоваться следующими положениями.

1. Необходимо считать полноценными только стратиграфические доказательства самостоятельности ледниковых эпох.

Во многих случаях стратиграфические данные позволяют установить чередование ледниковых и межледниковых эпох.

2. Характер межморенных отложений (литологический состав, палеонтологические остатки или отсутствие последних) часто указывает на незначительные изменения географического режима местности и, в частности, на незначительное отступление ледников.

Подобного рода стратиграфические данные служат доказательством стадий-

³ Написано в 1938 г.

ного типа изменений, имевших место в рамках одной и той же ледниковой эпохи, но и только.

3. Морфологическим доказательствам нельзя придавать решающее значение для решения вопроса о ледниковых и межледниковых эпохах. Особенно следует предостеречь от решения этих вопросов, основываясь на характере склонов трогов.

II

В подавляющем большинстве случаев сбивчивость в подходах не представляет собой явления принципиального: как указывалось, в научной литературе не было голосов за необходимость пересмотра формулировок, приведенных выше. Но этот вопрос имеет и принципиальную научную сторону, заключающуюся в необходимости при настоящем уровне знаний уточнения содержания понятий «ледниковая эпоха» и «межледниковая эпоха». В зависимости от географических условий отдельных территорий ледниковые и межледниковые эпохи могли представлять явления, неодинаково резко выраженные, а потому и признаки их могут быть неодинаковыми.

Самое яркое и глубокое содержание эти события имели в европейской части Советского Союза. Здесь, в области Европейского ледникового щита, физико-географические изменения были самыми глубокими и наиболее приближающимися к характеристикам, предложенным в Альпах А. Пенком, а в Советском Союзе — Г. Ф. Мирчинком.

В ледниковые эпохи огромный Европейский ледниковый щит достигал более 2 км толщины, покрывая площадь в 5,5 млн. км² (Днепровское оледенение) и 3,2 млн. км² (Валдайское оледенение)⁴. Глубокое изменение физико-географической обстановки выражалось в области самого щита в полном механическом уничтожении растительной и животной жизни и значительном видоизменении рельефа; за границей щита в — изменении обводненности, рельефа и особенно климата, действовавшего своим чередом на почвы, фауну и флору.

На поверхности самого щита и вокруг него огромная ледниковая поверхность охлаждала атмосферу в 9—10 раз сильнее первоначального охлаждения, вызвавшего рождение самого ледникового щита.

В ледниковые эпохи именно ледниковые щиты и покровы представляли главные фокусы холода на поверхности Земли. По мере удаления от них в стороны охлаждение мало-помалу уменьшалось и постепенно приближалось к минимуму, т. е. к величине (относительно незначительной) первоначального охлаждения поверхности Земли.

В межледниковые эпохи охлаждение, достигнувшее крайних величин, сменялось потеплением. В течение межледниковых эпох климатические условия Европы не только приближались к современным, но и переходили эту грань. Климат становился теплее и, по-видимому, мягче современного. Океанические черты климата были выражены резче современных. Широколиственные леса проникали сравнительно далеко к востоку и к северу. Граб, достигающий в настоящее время запада Белоруссии и северной Украины, рос на верхней Волге и даже на Онеге. Дуб, вяз и орешник пользовались развитием севернее Онежского озера; водяной орех проник (современная северная граница — Рига—Калуга) на северо-восток до Чухломы; процессы торфообразования были значительно развиты. Условия более мягкие, чем современные, констатировали даже в центральной Швеции, близ центра оледенения, на Северной Двине и Терском берегу Кольского полуострова. Как мы подробнее осветили в другой статье⁵, имеются все основания предполагать, что покровное оледенение в Северо-Западной Европе полностью исчезло (могли остаться небольшие горные ледники в Скандинавии).

В Арктике межледниковое потепление имело наибольшую амплитуду. Усилилось вторжение на континент воздушных масс теплой Атлантики.

Таким образом, область Европейского ледникового щита характеризовалась особенно сильными похолоданием в ледниковые эпохи и потеплением в межледниковые эпохи. Объем понятий «ледниковая эпоха» и «межледниковая эпоха» по отношению к Европе

⁴ В настоящее время площадь оледенения оценивается: Днепровского — в 5764 км², Валдайского — в 3343 км² [1].

⁵ «О множественности оледенений» см. в настоящем томе.— *Ред.*

является максимальным. Каждый ледниковый период выражался в новом зарождении ледникового покрова, в его последующем росте, кульминации, убыли. Межледниковые эпохи были временем полного растаивания ледникового покрова, уменьшения горного оледенения, сокращения ледовитости Ледовитого океана.

Соответственно с этим следует относиться с требовательностью к доказательствам межледникового характера отложений и множественности оледенения этой области. Можно признать м е ж л е д н и к о в ы м и только те отложения, которые свидетельствуют (теплолюбивая флора) о климатических условиях, сходных с современными, или более мягких, чем современные условия в той же области. Все остальные межморенные отложения, немые, заключающие органические остатки, дающие неясные климатические указания или свидетельствующие об относительно суровых условиях климата, следует считать м е ж с т а д и а л ь н ы м и отложениями.

Примеры разрезов с моренами различных ледниковых эпох и межледниковыми отложениями между ними: р. Полометь, близ Валдая, Северная Двина близ Архангельска. Примеры разрезов с отложениями межстадиального характера: упомянутые отложения у Звенигорода, на Волге от Ярослава до Плёса и т. д.

Но, как упомянуто выше, объем содержания понятий «ледниковая эпоха» и «межледниковая эпоха» изменяется в зависимости от того, какие имеются в виду районы. Сами эти события должны были иметь свой различный отпечаток в зависимости от географических особенностей той или иной территории. В ряде наших предыдущих статей мы противопоставляли древнее оледенение Европы Восточной Сибири.

Это противопоставление необходимо рассмотреть и в связи с настоящим вопросом.

Касаясь области Европейского ледникового щита, мы отмечали необычайно резкое изменение географической обстановки в ледниковые эпохи в связи с огромностью вторичного воздействия — охлаждающим влиянием самого ледникового щита. В межледниковые эпохи, напротив, близость Атлантики и доступность ее влияний выражались в значительном, но уже положительном изменении элементов климата и ландшафта.

В Восточной Сибири эти изменения должны были носить ослабленные черты. Размеры оледенения были относительно небольшими, вторичное охлаждение — незначительным. Изменение ландшафта, в значительной мере зависевшее от вторичных влияний, поэтому было сравнительно стабильным. Поэтому и стратиграфия отложений не может здесь носить таких контрастных черт, как в Европе; слои, синхронные оледенениям, и слои межледниковых отложений могут иметь сравнительно сходную палеонтологическую характеристику, несколько приближающуюся даже к характеристике стадиальных и межстадиальных отложений Европы.

Требования к обоснованию стратиграфии ледниковых отложений могут быть значительно понижены. Вероятно, только на побережье Тихого океана обстановка приближалась несколько к той, которая господствовала в Европе.

Таким образом, в Восточной Сибири содержание понятий «ледниковая эпоха» и «межледниковая эпоха», должно быть иное, чем в Европе, — сравнительно суженное.

Цель настоящей статьи заключалась в том, чтобы напомнить, что еще недавно существовали весьма четкие требования к применению понятий «ледниковая эпоха» и «межледниковая эпоха». В последние годы они слишком часто забываются. Огромное количество разнородных и неполноценных фактов часто принимается за доказательства межледниковых и ледниковых эпох.

Между тем наши фактические познания о ледниковом периоде Европы позволяют настаивать на требовательном и четком употреблении указанных понятий, поскольку самое существо событий заключалось в изменениях огромной глубины и размаха. Европейская часть Советского Союза в этом отношении оказывается в наиболее выгодных условиях. Размах этих изменений в других районах Союза был иной и в общем меньший. Поэтому в указанные понятия, например для Восточной Сибири, вкладываются уже иные масштабы.

В зависимости от географической специфики территории объем понятий «ледниковая эпоха» и «межледниковая эпоха» может колебаться существенно.

1. *Суетова И. А.* Площади и объем древних четвертичных ледниковых покровов.— В кн.: Географические исследования четвертичного периода. М.: Изд-во МГУ, 1982, с. 22—33.
2. *Penk A., Brückner E.* Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig, 1901—1909, bd. I—III.

О МНОЖЕСТВЕННОСТИ ОЛЕДЕНЕНИЙ¹ (статья первая)

За последнее время вместе со стремлением к усложнению стратиграфии четвертичных отложений упорно обнаруживается обратная тенденция — стремление свести весь ледниковый период к одной ледниковой эпохе. Борьба этих двух направлений продолжается не первый год, и представители обеих школ известны под названием полигляциалистов и моногляциалистов. На современном этапе этой борьбы моногляциалисты оперируют главным образом ссылками на ископаемую фауну, изучение которой не дало, по их мнению, оснований для признания многократности ледниковых эпох. Подобные взгляды получили большое развитие среди австрийских палеозоологов, группирующихся вокруг Бауера и имеющих даже собственный печатный орган (*Die Eiszeit*).

Те же по существу взгляды были высказаны В. И. Громовым [1] применительно к территории Советского Союза и повторены им в одной из статей сборника «Материалы по изучению четвертичного периода СССР», рассчитанного на подведение итогов изучения этого периода. Согласно этому взгляду, территория СССР пережила одну ледниковую эпоху, что находится в резком противоречии с преобладающим у нас мнением о трехкратном оледенении равнин европейской части СССР, который разделяется и нами².

Столь радикальное мнение моногляциалистов не вызвало, однако, должного внимания среди советских ученых и, во всяком случае, не оставило отклика в научной литературе, посвященной четвертичному периоду на территории СССР. Лишь в статье Г. Ф. Мирчинка [3], напечатанной в упомянутом выше сборнике, можно найти некоторые соображения по поводу моногляциализма, носящие, однако, скорее характер уступок этой гипотезе.

По нашему мнению, гипотеза моногляциализма неверна и применительно к территории СССР основана на неверном истолковании одних фактов и игнорировании других или на неверной оценке географических (в частности, климатических) условий, господствовавших в течение ледникового периода на территории СССР.

Доводы, приведенные в пользу гипотезы моногляциализма, довольно разнообразны. Чтобы несколько систематизировать их, а вместе с тем и нашу критику, будем исходить из следующего разделения. Доводы «за» и «против» моногляциализма основаны на материале ледниковых и внеледниковых районов СССР. Те и другие доводы неравноценны. Географические изменения в областях, захваченных древним оледенением, были гораздо резче, чем вне этих областей. В первом случае происходила повторная смена ландшафта широколиственного леса и ледникового покрова. Во втором случае в течение всего четвертичного периода преобладал ландшафт степи, хотя и испытывавший некоторые изменения. Поэтому признаки повторности оледенений должны быть гораздо отчетливее в пределах древнеледниковой области. Даже отсутствие следов повторности оледенения во внеледниковой области не может еще служить окончательным доводом в пользу однократности оледенения, а возможно, отражает лишь местное относительное постоянство физико-географической обстановки, в особенности если

¹ Напечатано в кн.: Очерки по географии четвертичного периода. М.: Географгиз, 1955, с. 214—234. Впервые опубликовано: Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., 1938, № 2/3.

² В более поздних работах К. К. Марков считал, что на Русской равнине в плейстоцене отмечалось 4 или 5 или 6 покровных оледенений.— *Ред.*

имеются неопровержимые данные в пользу повторного оледенения, добытые в древнеледниковых областях.

Таким образом, нам следует прежде всего попытаться решить, несомненны ли доказательства повторности оледенения древнеледниковой области, после чего останется рассмотреть это вопрос применительно к внеледниковой области.

I

Для древнеледниковой области В. И. Громов [1] указывает прежде всего на то, что одни геоморфологические и литологические данные, на которых часто основывают доказательства множественности оледенений, недостаточно убедительны. «Наличие ряда речных террас,— пишет он,— и нахождение на различной высоте моренных образований послужили основой для вычисления, даже в абсолютных отметках, колебаний снеговой линии в различные ледниковые и межледниковые эпохи». Но «после того как были доказаны... весьма значительные... эпейрогенические и даже орогенические движения...», эти расчеты «весьма много потеряли в своей убедительности» [1, с. 92].

Нужно согласиться, что одни только геоморфологические данные не могут служить доказательством смены ледниковых и межледниковых эпох, так как по признаку чередования фаз речной эрозии и аккумуляции или различной сохранности моренных ландшафтов и т. д. можно лишь говорить об изменениях в работе экзогенных агентов. Далеко не всегда удается установить связь указанных изменений с климатическими изменениями. Почти невозможно определить, насколько радикальны предполагаемые изменения, т. е. могут ли они относиться к разряду причин, обусловивших смену ледниковых и межледниковых эпох.

В качестве примера укажем на речные террасы и морены, на изучении которых у нас очень часто основывают множественность оледенений. Достаточно было отметить на реках Кавказа определенное число террас и проследить связь некоторых из них с конечными моренами, чтобы сделать из этого вывод, что множественность террас и морен свидетельствует о множественности оледенений. Между тем речные террасы не и з б е ж н о возникают даже при стабильном состоянии земной коры, постоянстве режима реки и климата, являясь в этом случае результатом одновременно глубинной и боковой работы реки (локальные террасы). Далее, террасы могут возникнуть в результате только одних движений литосферы при неизменном климате и, наоборот, под влиянием изменений климата при стабильном состоянии литосферы. В последнем случае необходимо еще установить, достаточно ли велик размах климатических изменений, чтобы его можно было связать с ледниковыми и межледниковыми эпохами. Точно так же и присутствие конечных морен различной сохранности может говорить в пользу как тектонических, так и климатических изменений и не является точным мерилем последних.

Таким образом, принадлежность речных террас и конечных морен различной сохранности к отдельным оледенениям представляет лишь предположение, доказательство которого требует и иных фактов. Между тем повторность древнего оледенения в горных районах СССР до сих пор обоснована лишь данными чисто геоморфологического характера.

Однако решительно следует разойтись с доводами моногляциализма в вопросе о роли п а л е о н т о л о г и ч е с к и х доказательств. Доводы В. И. Громова страдают в этом отношении неточностью. «Невозможно также отрицать,— пишет он,— что в основе полигляциалистических воззрений лежат данные литологии и геоморфологии в соединении с широкой интерполяцией и даже экстраполяцией» [1 с. 91]. Это положение неверно, в чем легко убедиться, ознакомившись с тем, как у нас обосновывают множественность оледенений равнин. Решающую роль при этом не данным литологии и геоморфологии, а данным палеонтологии (палеоботаники).

Северная древнеледниковая полоса территории СССР отличалась в прошлом, как и в настоящем, достаточным богатством растительного покрова и условиями, благоприятствовавшими торфообразованию. Поэтому основные палеонтологические данные являются палеоботаническими. Какую же оценку дает им В. И. Громов и каково их действительное значение?»... Среди известных нам разрезов с бразниевой флорой

только в двух самых северных (Валдай и Галич) эта флора оказалась зажатой между двумя моренами, но относительно этих находок, к сожалению, не приводится доказательств о залегании их *in situ* [1, с. 93]. Поэтому возможен и последний возраст бразниевой флоры.

Приведенные формулировки, к сожалению, весьма неточно передают действительное положение вещей. «Бразниевая флора» и связанная с ней пыльцевая флора между заведомо ледниковыми отложениями известна в СССР действительно в немногих пунктах (Валдай, Микулин (?), Лихвин)³. Но если учесть данные по соседним странам, также покрывшимся Европейским ледниковым щитом (Польша, Дания, Северная Европа), то общее число этих находок достигнет во всяком случае нескольких десятков и будет характеризовать не менее двух самостоятельных межледниковых эпох. При этом, повторяем, мы имеем в виду только те находки теплолюбивой флоры, которые залегают между двумя ледниковыми толщами, так что стратиграфическое значение их не вызывает сомнений.

Ошибочно также указание, заключающееся в вышеприведенной цитате, что находки межледниковой флоры не находятся *in situ*. Из советских исследователей В. С. Докторовский неоднократно указывал, что межледниковые торфяники характеризуются нормальным порядком залегания слоев, указывающим на обычный ход превращения озера в болото (внизу гиттия, затем гипновый и наверху сфагновый торф). Следовательно, первоначальный порядок залегания слоев остался ненарушенным. Далее, многие наши исследователи (Мирчинк, Москвитин, Соколов) отмечали, что эти торфяники образовались в результате заболачивания древних стариц и котловин моренного рельефа, в которых и сохранились в неизменном виде.

Датские исследователи (Иессен и Мильтерс) обосновали тот же взгляд в результате подробного бурения межледниковых торфяников и иллюстрировали условия их залегания многочисленными профилями и картами.

Ненарушенное залегание межледниковых торфяников подтверждается также данными пыльцевого анализа, так как большинство пыльцевых диаграмм рисует картину плавного изгиба кривых отдельных пород, выражающего непрерывное развитие леса, а следовательно, и непрерывное накопление торфа, включающего эти остатки. Наконец, если мы нанесем все известные нам точки находок межледниковых отложений на карту и проанализируем их палеонтологический состав, то обнаружим закономерные изменения состава межледникового леса в пространстве, зависящие от географического положения и выражающиеся в нарастании признаков континентальности (пропадают граб, бук) и холодоустойчивости леса (уменьшается примесь других широколиственных пород) при движении к востоку и северу.

Все эти данные решительно опровергают вышеприведенное мнение о якобы вторичном залегании межледниковых отложений. Залегая ненарушенно, они действительно обозначают перерыв в оледенении наших равнин, которому мы придаем значение межледниковой эпохи, как это делают и большинство других исследователей.

Наконец, будучи вынужденным признать хотя бы один такой период, В. И. Громов пытается умалить его значение. Он оценивает его как межстадиальный период между «риссом» и «вюрмом» и утверждает, что продолжительность упомянутого перерыва небольшая, а характер накопления межледникового торфа был прерывистый. Однако оба возражения не затрагивают существа вопроса, так как понятие «межледниковая эпоха» предполагает определенную глубину (размах) физико-географических изменений, не предусматривая вопроса о продолжительности потепления и наличия второстепенных фаз похолодания, которые, конечно, вероятны.

Возможно, что межледниковые эпохи на равнинах Евразии имели продолжительность всего в 15—20 тыс. лет. Это значительно менее тех оценок, которые дают альпийские исследователи (по М. Миланковичу, миндель-рисская межледниковая эпоха — около 191 тыс. лет и рисс-вюрмская эпоха — около 60 тыс лет). Но все дело в том, что за эти 15—20 тыс. лет происходило коренное изменение физико-географической обстановки,

³ В настоящее время таких пунктов стало известно уже значительно больше.

выражавшееся в полном растаивании ледникового покрова в Европе, в установлении климатических условий более мягких, чем современные условия, и затем во вторичном образовании ледникового покрова. Климат последней межледниковой эпохи был, несомненно, мягче современного; например, под 58° с. ш. в Чухломе в современных торфяниках примесь пыльцы широколиственных пород и орешника исчисляется всего несколькими процентами, а в межледниковое время установлено соответственно 35 и 90% пыльцы этих пород.

Если мы обратимся к более северным находкам (Мга, Петрозаводск, Кольский полуостров, Архангельск, центральная Швеция), то и здесь — значительно ближе к центру оледенения — найдены отложения, заключенные между двумя моренами и содержащие растительные остатки или моллюски, свидетельствующие об условиях климата более мягких, чем современные. К этому следует прибавить, что влажный климат Средней и Северной Европы (большое распространение широколиственных лесов!), очевидно, несовместим с сохранением современных или более суровых условий в Арктике. Современная Арктика дает начало тем сухим воздушным массам, которые, двигаясь к югу, вызывают засухи на современной территории европейской части СССР. Таким образом, если прямые данные говорят о полном освобождении Северной Европы ото льда в последнюю межледниковую эпоху, то теоретические соображения заставляют распространить этот вывод дальше к северу и предполагать также значительное потепление и уменьшение ледовитости Арктики.

Итак, мы располагаем в настоящее время богатым и систематически собранным материалом, не оставляющим никакого сомнения в том, что Средняя и Северная Европа пережили эпоху более теплую, чем современная, сопровождавшуюся по л н ы м исчезновением покровных льдов на континенте, — межледниковую эпоху между последним и предпоследним оледенениями.

Почти столь же точные, но менее многочисленные данные позволяют утверждать о существовании еще одной — предпоследней — межледниковой эпохи, растительные остатки которой известны в лихвинском обнажении⁴, а вне Советского Союза — в Дании и северо-западе ФРГ и ГДР.

Мало убедительны также доводы В. И. Громова [1, 2], относящиеся к фауне моллюсков, заключенных в межледниковых бореальных отложениях: бореальная фауна появляется «внезапно», указывает В. И. Громов. Действительно, под Архангельском бореальные отложения, охарактеризованные сравнительно теплолюбивыми (бореальными) моллюсками, залегают непосредственно на морене предпоследней ледниковой эпохи. Однако какое применение против полигляциализма рассчитывает сделать из этого обстоятельства В. И. Громов, остается неясным, потому что раз межледниковая фауна содержит сравнительно теплолюбивые элементы и находится в определенных стратиграфических условиях, она указывает на определенные термические условия водоема и на климатические условия межледникового времени более мягкие, чем современные. В этом смысле, пожалуй, еще показательнее межледниковая фауна, обнаруженная на северо-восточном берегу Кольского п-ва на р. Поной (по М. С. Калецкой) и содержащая в массовом количестве крупные створки *Maetra eliptica*, указывающие на положительное отличие температуры Баренцова моря в межледниковое время от современной, а также аналогичные отложения на р. Варзуге.

Совсем отпадает следующий довод В. И. Громова: «Остается необъясненным тот факт, что эти (морские.— К. М.) межморенные отложения в основании и кровле почти всегда... имеют ленточные глины, указывающие во всяком случае на близость ледника; следовательно, вопрос о межледниковом возрасте этой фауны может быть сведен к вопросу о ее интерстадиальном возрасте» [1, с. 94—95]. Указанное обстоятельство свидетельствует лишь об известной последовательности изменения: о холодных (ленточные глины) озерах, существовавших непосредственно перед и после оледенения, и о более теплом морском бассейне в середине межледникового отрезка времени. Эти слова не доказывают межстадиальную природу бореальных отложений.

⁴ Они указываются теперь и в других пунктах — Галиче, на Оке и т. д. Мы не исключаем возможности того, что ледниковых эпох было более трех.

Нельзя, наконец, признать достаточно отвечающим действительному состоянию наших сведений и следующее заключение: «Бразениевая флора и бореальная фауна беспозвоночных в интерпретации полигляциалистов лишены исторической перспективы развития органического мира» [2, с. 95]. Напротив, хорошо известна та третичная флора, из которой возникла «бразениевая» четвертичная флора, постепенно обедненная повторными вторжениями льда и достигшая современности в числе немногих своих представителей (водяной орех и т. д.). Известны также в Англии и на Дальнем Востоке морские ископаемые фауны моллюсков, относящиеся к неогену, из которых позднее развилась четвертичная бореальная фауна, главным образом в результате постепенного исчезновения более теплолюбивых элементов.

Таким образом, не вызывает никакого сомнения повторное (по меньшей мере трехкратное) образование ледникового покрова на равнинах Европы и исчезновение его в межледниковые эпохи. Попытки низведения межледниковых эпох до «ранга» межстадиальных находятся в явном противоречии с фактами. Лишена достаточного основания уступка моногляциализму, сделанная Г. Ф. Мирчинком [3] в одной из последних его работ. Она заключалась в предположении, что растаивание льдов на континенте в последнюю межледниковую эпоху не было полным. «...Льды не уходили так далеко на север, как сейчас и как во время, предшествовавшее рисскому времени», — писал он [3, с. 29]. Эта уступка, как мы уже видели, лишена основания.

Итак, в древнеледниковой области Европы мы располагаем неопровержимыми палеонтологическими данными в пользу многократного (трехкратного) надвигания льдов Европейского щита и полного их растаивания на материке Европы в промежуточные отрезки времени между этими надвиганиями. Именно приведенные данные имеют решающее значение и доказывают ошибочность гипотезы моногляциализма.

Данные, которыми моногляциализм оперирует во внеледниковой области, различны: ископаемые почвы, ископаемая фауна (преимущественно фауна млекопитающих) и остатки обитания палеолитического человека.

Ископаемые почвы Украины не свидетельствуют о многократности оледенения; с этим положением моногляциализма возможно и надо согласиться, во всяком случае при современном уровне наших знаний. Как известно, изучение стратиграфии лёссов привело к выделению отдельных (до шести) лёссовых горизонтов, разделенных ископаемыми почвами⁵. Это взгляд был особенно полно разработан В. И. Крокосом, но спор о числе горизонтов не прекращался: одни признавали наличие шести горизонтов (В. И. Крокос, Г. Ф. Лунсгергаузен), а другие — не более трех (Г. Ф. Мирчинк, А. И. Москвитин). Значение этих взглядов для полигляциализма состояло в том, что была признана синхронность лёссовых ярусов и моренных толщ, почему по числу ярусов (до шести) лёсса заключали и о числе оледенений, которое оказывалось очень большим.

Однако в последнее время это представление переживает глубокий кризис. Целый ряд исследователей выступают в печати с указанием на непостоянный характер залегания ископаемых почв и малую пригодность их для выделения постоянных лёссовых горизонтов (В. Г. Бондарчук, И. П. Герасимов, С. С. Соболев). В то время как В. Н. Крокос считал стратиграфию лёссов наиболее полной на водоразделах и предполагал, что по мере перехода на террасы один ярус лёсса за другим (начиная с нижнего) выпадает, В. Г. Бондарчук и С. С. Соболев, напротив, указывают, что число лёссовых ярусов возрастает по мере перехода с водораздела на террасы. Палеонтологическая проверка ярусности лёссов, как ее понимал В. И. Крокос, дала отрицательные данные. В. И. Громов показал, что фауна различных ярусов лёссовых отложений Приазовья ничем существенным не отличается; к тем же результатам привело изучение моллюсков, произведенное строго по ярусам (В. Г. Бондарчук). Моллюски в различных ярусах оказались в общем одни и те же. Это указывает на довольно стабильные условия в течение всего периода лёссонакопления.

⁵ Последующие исследования (Веклич М. Ф. Палеозтапність и стратотипи... Киев: Наук. думка, 1980; и др.) привели к установлению в антропогене Украины до 15 горизонтов лёссовидных пород и более 30 прибрежных почв. — *Ред.*

Совершенно очевидно, что при таком состоянии лёссовой проблемы нет возможности принять систему взглядов В. И. Крокоса, а тем более обосновывать этой (самой требующей еще обоснования!) полигляциализм. Напротив, чрезвычайно ценно для дальнейшего нашего изложения отметить, что современное состояние лёссовой проблемы указывает на довольно постоянные (степные или лесостепные) условия, господствовавшие во внеледниковой части Украины в четвертичное время. И если шаткое положение схемы В. И. Крокоса действительно не может сослужить службы полигляциализму, то вытекающий из вышеизложенного вывод о стабильности условий в внеледниковой области наравне с крупнейшими изменениями, протекавшими в ледниковой области (см. выше), есть серьезный удар по той аргументации В. И. Громова, которая основана на изучении фактов, добытых во внеледниковой области, куда, кроме ярусности лёссов, следует отнести изучение фауны млекопитающих и человека.

Фауна млекопитающих и представляет, собственно, краугольный камень моногляциализма. Ее изучение натолкнуло на эту идею, а остальные факты были привлечены позднее и лишь в дополнение.

Распределение всех известных у нас фаунистических остатков по стратиграфическому разрезу привело к совершенно определенному выводу: холодная фауна появляется только однажды, что должно указывать на однократность оледенения. «Особенно бросается в глаза полное отсутствие не только холодной, но и вообще какой-либо фауны в миндельское время и наличие только одного хорошо выраженного юрмского комплекса с элементами арктической фауны: песец, лемминг, белая куропатка, северный олень, овцебык», — пишет Громов [1, с. 103]. Столь ясное и, казалось бы, очевидное доказательство моногляциализма, к тому же подкрепленное обширным и систематически собранным материалом, при тщательном рассмотрении оказывается, однако, лишенным необходимой убедительности.

Палеофаунистические данные укладываются в схему полигляциализма и могут быть истолкованы в свете следующей палеогеографической канвы, предлагаемой И. П. Герасимовым: тот главный комплекс холодной фауны («мамонтовый»), который, по мнению В. И. Громова, отмечает лишь одну ледниковую эпоху, обнаруживается почти исключительно в лёссовых отложениях Украины и Западной Сибири. Находки теплой четвертичной фауны, напротив, связаны или с отложениями, лежащими под лёссами (Тирасполь), или же с отложениями безлёссовых районов (Черный Яр, Мысы). Тираспольскую фауну с *Elephas wüsti* (предшественника *Elephas primigenius*, по В. И. Громову), конечно, правильно считать за комплекс более древний, чем фауну «волжскую» и «мамонтовую». Вывод о «миндельском» возрасте этой фауны, однако, мало чем обоснован; существенно и бесспорно лишь то, что эта фауна теплая, существовавшая до развития льдов максимального оледенения на Русской равнине.

Датировка «волжской» фауны, также теплолюбивой (степной), у В. И. Громова основывается на присутствии в ней *Elephas trogontherii*. Он считает ее миндельской. С точки зрения стратиграфической это последнее определение совершенно не обосновано. Известно, что «волжская» фауна залегает выше бакинских и ниже хвалынских отложений, т. е. отвечает весьма широкому промежутку времени. Остатки млекопитающих встречены в различных горизонтах хазарской, косожской, сингильской и кользумской свит (по П. А. Православлеву). Замечательно, что во всем этом комплексе отложений не найден обычный комплекс «мамонтовой» фауны, что может скорее говорить об известной стабильности климатических условий в Нижнем Поволжье, чем о «дорисском» возрасте всех (дохвалынских) отложений, здесь развитых.

С другой стороны, *E. trogontherii* найден в отложениях, имеющих «послерисский» возраст (Троицкое)⁶. Это заставляет считать, что одни, как предполагал В. И. Громов, генетические взаимоотношения древних слонов не могут являться основой для стратиграфических сопоставлений и возрастных датировок. Гораздо более надежен палеогеографический анализ условий залегания и распространения тех или иных фаунистических

⁶ Такие же остатки формы, близкой к мамонту, найдены И. Г. Пидопличко в нижнечетвертичном горизонте тираспольского гравия на Днестре.

ческих комплексов, опирающийся на более широкий общегеологический материал, чем одиночные находки фауны. Это заставляет нас выдвинуть тезисы как о возможности одновременного появления одних и тех же типов животных в различных районах СССР, так и о возможности одновременного существования на территории СССР в ледниковое время различных по своей архаичности фаунистических комплексов.

Суровые континентальные условия климата в Восточной Сибири, установившиеся там с начала ледникового периода, обусловили наиболее раннее появление мамонтовой фауны, возможно, на востоке. Эта фауна в связи с развитием материковых льдов мигрировала на запад. Со значительным опозданием по сравнению с Восточной Сибирью она появилась на европейской территории СССР. Ее развитие было тесно связано с развитием льдов максимального оледенения — она отменяла развитие холодных лесотундровых и лесостепных приледниковых ландшафтов. Ископаемые остатки этой фауны погребены в толще приледниковых отложений (Путивль, Одинцово), в том числе в толще лёссовых отложений Украины, накопление которых было обязано более всего развитию и продвижению материковых льдов в период максимального оледенения. Внеледниковые районы обладали известной стабильностью своего физико-географического режима и не испытали обширной аккумуляции покровных отложений. Развитие фауны здесь шло автохтонно — только в некоторые внеледниковые районы заходили представители холодной «мамонтовой» фауны, смешивались со степными и образовывали своеобразные смешанные комплексы ископаемой фауны (Центральный Казахстан, Западная Сибирь, Крым, Украина).

В межледниковую эпоху мамонтовая фауна исчезла или была оттеснена от европейской территории СССР. Здесь расселилась более южная, теплолюбивая фауна (Троицкое). В последнюю ледниковую эпоху север европейской территории СССР вновь мог быть заселен мамонтовой фауной. Однако аккумуляция приледниковых отложений (в том числе лёссовых) развернулась в эту эпоху значительно севернее, чем это имело место в эпоху максимального оледенения. Поэтому в лёссовых толщах Украины и не могло осуществиться в широких масштабах то последовательное захоронение холодной («рисской»), теплой («рисс-вюрмской») и снова холодной («вюрмской») фауны, безрезультатные поиски которой привели В. И. Громова к отрицательному выводу о полигляциализме. Подобный цикл фаунистических изменений может быть найден только вблизи границы последнего оледенения.

В этом заключаются основные выводы палеогеографического анализа приводимых В. И. Громовым доказательств моногляциализма для внеледниковых районов. Как видно, они дают нам основание с большой определенностью утверждать, что имеющиеся находки фауны четвертичного возраста в СССР не только не колеблют полигляциализма, а лишь дополняют палеогеографическую схему, выдвинутую нами.

Следующим доводом В. И. Громова является развитие культуры палеолита. До последнего времени начало верхнего палеолита сопоставляли с последним оледенением, т. е. развитие верхнего палеолита предполагали проходившим в течение одной ледниковой эпохи и в сравнительно стабильных условиях климата. Однако в последнее время были приведены геологические данные в пользу гораздо более значительной древности верхнего палеолита, что должно было обнаружить следующее несоответствие: палеолит, образующий один крупный этап человеческой культуры, в течение которого она изменялась эволюционно, совпал с несколькими климатическими переворотами, которые должны были отразиться на развитии верхнего палеолита, но в действительности не отразились. Чтобы выйти из этого противоречия, Громов предполагает, что эпох оледенения и связанных с ними климатических изменений было не несколько, а одна.

Таким образом, последние данные о возрасте палеолита приводят как одно из доказательств моногляциализма. Однако и это утверждение представляется недоказанным с геологической стороны, так как вопреки указанному взгляду новые соображения о возрасте верхнего палеолита не обоснованы удовлетворительным фактическим материалом.

В. И. Громов и Г. Ф. Мирчинк выдвинули предположение о древности палеолита

после изучения морских террас Черноморского побережья Кавказа: «Исследования... по нижнему и среднему палеолиту находятся в прямом противоречии с теорией полигляциализма... и во всяком случае требуют коренного пересмотра стратиграфии палеолита» [2, с. 95]. «Для района Сухуми и Очамчир, где нами констатировано не менее пяти более или менее хорошо сохранившихся террас» [1, с. 99]: I — 2—4 м, II — 10—15—20 м, III — 32—40 м, IV — 80—100 м, V — 450—500 м высотой. В верхах этих террас и найдены остатки ашелья, мустье и верхнего палеолита. «Древнейшие для данного района палеолитические находки ашельской (или более ранней) стадии залегают *in situ* на глубине около 0,5 м от поверхности Земли в суглинках аллювиально-делювиального происхождения IV (80—100 м) террасы; наиболее типичным из обследованных местонахождений этого типа является гора Яштух в Сухуми. Нередко орудия того же яштухского типа встречаются как выше IV террасы, так и ниже, на III террасе» [1, с. 100] (разрядка моя. — К. М.). Мустьерские орудия найдены *in situ* в верхней части аллювиальных суглинков III террасы (32—40 м) у Очамчиры и в делювиальном суглинке IV террасы. Остатки верхнего палеолита найдены в почвенном слое III и IV террас.

Взвешивая описание террас, данное Г. Ф. Мирчинком, встречаемся со следующим фактом: в разрезах террас морских отложений не указано; II терраса (25—30 м, у В. И. Громова — 10—20 м) «имеет цоколь из дочетвертичных образований, прикрытый галечниками», которые «по характеру своему являются преимущественно галечниками р. Гумисты. Галечники... прикрыты суглинками красно-бурого цвета 2—5 м, в нижней части которых под Очамчиры в изобилии встречаются мустьерские, по С. Н. Замятину, палеолитические орудия. За этой террасой... следует плохо сохранившаяся под Сухуми... четвертая терраса около 50—60 м. Строение такое же. Пятая терраса достигает около 100 м высоты (у В. И. Громова та же (?) терраса называется четвертой. — К. М.) и хорошо видна под Сухуми в урочище Яштух, где она слагается галечниками, часто содержащими крупные валуны. Последние представляют собой, вероятно, продукты выноса из гор временными потоками... как и выше описанные террасы, они покрываются красновато-бурыми суглинками...» [3, с. 24—25]. Датирует террасы Г. Ф. Мирчинк так же, как В. И. Громов, с той разницей, что счет террас у них расходится (V терраса Мирчинка — IV у В. И. Громова и т. д.)

Итак, террасы у Сухуми—Очамчиры сравниваются с морскими, хотя это не подкрепляется авторами прямыми наблюдениями.

Далее, сравнение (за отсутствием фаунистических доказательств) производится на основании сходства высот террас для Черноморского побережья, захваченного крупными орогеническими движениями (образование грабена Черного моря, поднятие Кавказа) в четвертичное время.

Таким образом, первый недостаток приведенных датировок заключается в том, что действительные соотношения террас Сухуми—Очамчиры и морских террас Черноморского побережья остаются совершенно невыясненными.

На конференции советской секции *INQUA*, происходившей в Ленинграде в декабре 1937 г., было указано на находку морской карангатской фауны под слоем мустьерского возраста.

Так как и до сих пор суждение о возрасте палеолита делалось на основании геологических данных, последняя находка должна была бы опрокинуть все вышеприведенные попытки увеличения древности палеолита (карангат сопоставляют с риссвормом, следовательно, мустье еще моложе). Тем более непоследовательными были выступления о необходимости понижения возраста карангата в интересах сохранения новых датировок палеолита.

Не менее существенный недостаток заключается в невыясненности возрастных отношений палеолитических находок к террасовым отложениям Сухуми—Очамчиры. Как видно из многочисленных цитат, приведенных нами выше, палеолитические находки включены в самые поверхностные горизонты делювиальных по крышек террас. Это ничего не говорит о соотношении возраста этих находок с фазами накопления террас и тем более ничего не говорит о соотношении их с морскими отложениями Черноморья.

Новая схема возраста палеолита лишена действительного стратиграфического обоснования. Правда, В. И. Громов приводит и некоторые дополнительные соображения в пользу большой древности верхнего палеолита; так, он указывает, что стоянки верхнего палеолита Русской равнины встречаются в области днепровского и донского языков, т. е. в области «рисского» оледенения, однако это указание свидетельствует не в пользу большей древности, а, напротив, в пользу большей молодости верхнего палеолита по сравнению с «рисским» оледенением.

Таким образом, отпадают и соображения В. И. Громова, основанные на указанных предположениях и приводящиеся как один из доводов в пользу моногляциализма.

В начале статьи мы говорили, что моногляциализм оперирует данными, добытыми как в древнеледниковых, так и во внеледниковых районах. Первые данные имеют особенно большое значение, так как эти районы непосредственно испытали вторжение льдов.

Эта группа доводов и была нами рассмотрена первоначально и совершенно очевидно свидетельствует в пользу полигляциализма.

Внеледниковые районы испытали лишь косвенное влияние вторжения льдов, обстановка в них в течение всего четвертичного периода оставалась более постоянной, чем и можно (если бы в этом представилась необходимость) объяснить отсутствие находок нескольких холодных комплексов фауны, отвечающих тем ледниковым эпохам, условия которых на севере достаточно доказаны. Моногляциалистическая схема возникла вследствие игнорирования стратиграфических условий ледниковых районов и недостаточной ориентированности в географических вопросах.

Таким образом, мы считаем, что и новейшая попытка возврата к давнишним понятиям о единстве оледенения не имеет достаточной почвы, а полигляциализм для Европы в целом является прочно обоснованным.

Вместе с тем мы отдаем себе отчет, что за годы, протекавшие со времени начала пропаганды у нас моногляциализма, в кругах палеонтологов и палеоэтнологов, разделяющих эти идеи, создавалась известная инерция, которая, конечно, не может быть преодолена путем единичных выступлений. Мы надеемся, однако, что появление нашей статьи вызовет обмен мнений и, в частности, заставит высказаться и ту многочисленную группу исследователей, которая придерживается идеи полигляциализма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Громов. В. И. Итоги изучения четвертичных млекопитающих и человека на территории СССР.— В кн.: Материалы по изучению четвертичного периода, Л.; М.: Изд-во АН СССР, 1936, с. 90—110.
2. Громов В. И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР. М., 1948. 524 с. Тр. ГИН Сер. геол.; Вып. 64 № 17.
3. Мирчинк Г. Ф. Корреляция континентальных четвертичных отложений Русской равнины и соответствующих отложений Кавказа к Понто-Каспия.— В кн.: Материалы по изучению четвертичного периода СССР. Л.; М.: Изд-во АН СССР, 1936, с. 10—32.

О МНОЖЕСТВЕННОСТИ ОЛЕДЕНЕНИЙ (статья вторая)

В 1938 г. я опубликовал статью под вышеприведенным заголовком, основной вывод которой сводился к тому, что гипотеза единства ледникового периода (моногляциализма) неверна как универсальное учение. В критике моногляциализма я основывался главным образом на анализе истории оледенения Северо-Западной Евразии, где, как совершенно твердо доказано, имели место неоднократные появления ледникового покрова, перемежавшиеся с полным его растаиванием.

Но если гипотеза моногляциализма неверна как общее учение, то в такой же степени нельзя признавать и полную универсальность гипотезы полигляциализма. На этой стороне вопроса я и останавливаюсь в настоящей статье.

Действительно, велика ли территория внутри области, испытавшей оледенение, для которой множественность оледенений объективно доказана? Не прав ли в своих критических выводах (если не мотивировках) В. И. Громов, заявляющий, что множественность оледенений не подтверждается во многих случаях и, в сущности, остается недоказанной?

Попытаемся сделать беглый обзор и оценку данных, имеющихся в литературе. При этом возникает прежде всего необходимость уточнения исходного положения: что считать отдельным оледенением и что только фазой или стадией единого оледенения?

Мы предлагаем считать самостоятельными такие оледенения¹, в промежутках между которыми ледники были не больше, чем современные ледники данной местности. Такое определение наиболее приемлемо по многим причинам. Во-первых, оно является сложившимся исторически. Во-вторых, оно приемлемо логически, так как только растаивание ледникового покрова в межледниковое время — это действительно резкий рубеж между двукратным образованием ледниковых прокровов и говорит о действительной самостоятельности соответствующих ледниковых эпох. Наконец, в-третьих, оно отвечает установленным явлениям (следовательно, оно не является абстрактным): в Альпах, Северной Европе и Северной Америке межледниковые эпохи действительно имели климат такой же или более мягкий, чем современный климат.

Условившись в таком понимании термина «ледниковая эпоха», перейдем к выяснению вопроса (составляющего основную задачу настоящей статьи), для многих ли территорий мы имеем действительно объективные данные в пользу полигляциализма. Предварительно необходимо установить, какие доказательства множественности оледенений являются достаточными и какие нет. Обращаясь к литературе, мы находим весьма разнообразные приемы таких доказательств и если бы все они оказались вполне обоснованными, то множественность оледенений была бы установлена всюду в древнеледниковых областях на поверхности Земли.

При доказательствах множественности оледенений приводят такие данные².

Геоморфологические доказательства. 1. Несколько конечных морен, последовательно расположенных в долине (например, в долине р. Ягноб). Между тем известно в хорошо изученных районах (Кавказ, Альпы), что подобное расположение морен часто говорит только о стадиях одного оледенения.

2. Перегибы склонов трога (в поперечном профиле), так называемые вставленные трог, например на Памире. По этому поводу существует совершенно определенное мнение, изложенное в специальной литературе, что подобная или иная форма трогов не дает разгадки истории оледенения долины.

3. Множественность террас очень часто приводится в доказательство множественности оледенений и даже тогда, когда террасы не увязаны с непосредственными следами древнего оледенения (такое объяснение дано было, например, террасам рек Ставропольского плато). Между тем прекрасно известно и никогда не вызывало сомнения, что причины образования террас могут быть очень различными и не имеющими никакой связи с оледенением.

Вообще при современном положении четвертичной геологии и геоморфологии нельзя обосновать множественность оледенений одними геоморфологическими признаками. Только в соединении с признаками иного порядка геоморфологические доказательства начинают приобретать вес.

Стратиграфические доказательства. 1. Очень часто множественность оледенений доказывают залеганием между горизонтами моренных отложений (пески и т. д.). Но не выяснены климатические условия их образования (окрестности Москвы, Кавказ и т. д.). Подобные случаи могут говорить и о ничтожном колебании (отступании-наступании) ледникового края, т. е. ничего не говорят в пользу множественности оледенений.

¹ Подробное рассмотрение К. К. Марковым в статье «О содержании понятий "ледниковая эпоха" и "межледниковая эпоха"» (1939). — *Ред.*

² Мы не даем разбора по о л н о г о перечня доказательств множественности оледенения; для настоящей статьи этого не требуется.

2. Иногда ссылаются на интересные палеонтологические находки, но лежащие в неясных стратиграфических условиях. Этот довод также не может доказать множественности оледенений, поскольку не доказан ледниковый возраст подстилающего и кроющего слоя (ископаемая флора Воронежа и Нижней Волги в освещении П. А. Никитина).

3. Как это ни странно, множественность оледенения доказывают и ссылкой на отложения («межледниковые»), охарактеризованные недостаточно и находящиеся в неясных стратиграфических условиях. Например, для Чукотского полуострова множественность оледенений доказывалась так: глина с *Ioldia arctica* лежит под песчанистой глиной (какой?— К. М.).

4. В последнее время делались попытки доказательства весьма большого числа ледниковых эпох на территории европейского Севера СССР ссылкой на разный валунный состав и различную окраску различных моренных горизонтов. Но и то и другое зависит от состава пород питающей провинции, т. е. от положения центра оледенения, а последнее могло сильно изменяться в течение одной ледниковой эпохи, как это мы знаем на примере Европейского ледникового щита.

Оценивая неудачные стратиграфические доказательства множественности оледенений, можно констатировать, что неудовлетворительность многих из них заключается в следующем: 1) нет отложений оледенений или отложений, несомненно синхронных оледенениям (морены, флюциогляциальные отложения); 2) межморенные отложения не обладают свойствами отложений межледниковых. Между тем оба эти условия должны быть налицо, и притом о д н о в р е м е н н о. Первое условие встречается все же чаще второго, т. е. чаще можно встретить, например, описание разрезов с хорошо выраженными моренными толщами, чем описание такого разреза, где залегает слой межледниковых отложений.

При современной, еще недостаточной литологической изученности четвертичных отложений можно говорить об определенной палеонтологической характеристике межледниковой толщи, характеристике, рисующей нам климатическую обстановку и условия жизни организмов, как сходные с современными, так и более мягкие, чем современная климатическая обстановка данного пункта.

Таким образом, по нашему мнению, основной камень преткновения для обоснования повсеместной множественности оледенений заключается в отсутствии для многих территорий таких разрезов, где в ясных стратиграфических условиях были бы обнаружены межледниковые отложения с соответствующей указанной выше палеонтологической характеристикой.

II

Рассмотрим всю территорию поверхности Земли, и в частности Советского Союза, под этим углом зрения. Где находятся территории, для которых имеются объективные доказательства множественности оледенений, т. е. доказательства в основном стратиграфические на палеонтологической основе? Таких областей всего несколько, и общая их площадь невелика по сравнению с площадью всей поверхности Земли: 1) Средняя и Северная Европа, включая северо-западную четверть европейской части СССР; 2) Альпы и 3) восточные районы Канады и США. Для всей остальной огромной площади Земли доказательства множественности оледенений часто основаны на приведенных выше недостаточных признаках.

В частности, для территории СССР мы не имеем подобных вполне объективных доказательств ни для одного высокогорного района Союза, даже для Кавказа.

С чем может быть связана ограниченность территорий, обладающих истинными доказательствами множественности оледенений? Может возникнуть догадка, что основная причина этого — неравномерная изученность разных частей поверхности Земли. Однако первые истинные доказательства множественности оледенений европейской территории Союза ССР получены еще 50—60 лет назад (Лихвин, Северная Двина), когда она была изучена не лучше, чем теперь изучены многие районы Сибири.

Можно сделать попытку объяснить неравномерность распределения разрезов, на которых строятся доказательства множественности оледенений на поверхности Земли. Эта причина заключается в географическом расположении местностей, относительно

которых имеются или не имеются доказательства множественности оледенений. Северная и Средняя Европа, Альпы, Восточная Канада — все эти районы находятся в условиях климата влажного и умеренного. Только в этих условиях понижение температуры (вероятная главная причина оледенения) в состоянии было вызвать значительный эффект в накоплении твердых осадков, чего не могло быть в более континентальном климате. Только здесь могли возникать большие ледниковые массы; только здесь размах изменения ледниковых масс был большим. Это были ледниковые и межледниковые эпохи.

Таким образом, приуроченность истинных доказательств множественности оледенений главным образом к приатлантической суше оказывается явлением вполне закономерным, обусловленным приуроченностью наибольшей амплитуды колебаний ледниковых явлений (т. е. множественности оледенений) не ко всей, а к определенной части поверхности Земли.

Что же происходило в это время на остальной поверхности Земли, прежде всего в остальных древнеледниковых областях? Изменение размеров льдов было не столь значительным, скорее напоминающим стадийные изменения приатлантических (и отчасти притихоокеанских?) областей суши. При этом не могло быть, конечно, резкой границы между областями с очень резкими и со слабыми изменениями ледниковых масс: различные градации резкости подобных изменений складывались различно, от места к месту, под влиянием климатических особенностей той или иной территории.

Поскольку сейчас можно судить, области низких широт умеренного, тропического и экваториального поясов обладали вообще сравнительно большим постоянством географических условий, но постоянством, конечно, относительным (вспомним, что и сейчас резким изменениям климата высоких широт сопутствует менее значительное изменение климата низких широт).

Итак, существующие пока фактические данные, а также теоретические соображения заставляют предполагать, что история древнего оледенения протекала различно в различных географических районах в зависимости от климатической специфики последних. Схематизируя и подчеркивая крайние условия развития древнего оледенения, можно назвать: тип полигляциального и тип моногляциального развития. Полигляциальным характером отличалось в особенности развитие территорий оледенений приатлантических (и в меньшей степени притихоокеанских) с влажным морским климатом, а моногляциальное развитие в наиболее чистом виде характеризовало внутриматериковые равнины с сухим континентальным климатом. Оба типа изменений и типа территорий связаны были постепенным переходом, и нигде история оледенения не представляла, конечно, чистого моногляциального типа развития, а только приближалась к нему.

III

Моногляциалисты являются сторонниками единства оледенения «вообще», безотносительно к особенностям той или иной территории. Полигляциалисты также сторонники решения вопроса «вообще», безотносительно к особенностям той или иной территории. Такой подход принципиально неправилен. Он не учитывает конкретных и очень различных географических особенностей отдельных территорий. Эти ошибки и приводят к фактически неверным выводам: непризнанию множественности оледенений там, где оно определенно доказано (как это делает В. И. Громов), и «натягиванию» множественности оледенений там, где фактический материал о нем не свидетельствует.

Итак, спор моногляциалистов и полигляциалистов разрешается в свете сделанных выше принципиальных замечаний. Неправильно спорить об абсолютной истине одной или другой точки зрения. Каждая из двух точек зрения имеет свой смысл, но правота их только относительная. Она зависит от географических (климатических) особенностей того конкретного района, который имеется в виду в каждом отдельном случае.

О МЕХАНИЗМЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ВОДОЕМОВ¹

Потопления бывают двоякие: одни от избытка воздушной воды, т. е. от сильных и чрезвычайных дождей и крутого растаяния снега, другие от морей и озер, престающих берегов своих пределы. Действие сих почти всегда соединено с земным трясением или с нечувствительным земной поверхности понижением и повышением. Первое надлежит к течению рек, второе к землетрясениям [6, с. 182].

1. ВВЕДЕНИЕ

В этой статье делается попытка дать в кратком изложении анализ общих причин колебания уровней водоемов различных размеров и типов.

С полным основанием мы можем опереться в этом анализе на слова М. В. Ломоносова. Он уже различал двоякие причины колебания уровней водоемов: одни — зависящие, по-видимому, от изменений самой массы вод, другие — связанные с «нечувствительным земной поверхности понижением и повышением» (см. эпиграф в начале статьи).

Подобное разделение механизма движения уровней водоемов наиболее четкое. Оно выдвигалось и далее крупными русскими учеными и имеет несомненные преимущества перед той позицией, которую занимал по этому вопросу Э. Зюсс.

В 1893 г., произнося актовую речь в Дерптском университете, русский ученый (впоследствии академик) Ф. Ю. Левинсон-Лессинг [5] высказал взгляд, аналогичный взгляду Ломоносова, и, по-видимому, независимо от последнего. Он разделил изменения уровней водоемов на зависящие от автономных движений самих вод и на движения, отражающие движения земной коры. Назвав первые вековыми приливо-отливами, а вторые деневелировками, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг отдал предпочтение вторым: «Альпы, Гималаи, Урал и многие другие горы,— говорил он,— не что иное, как раздавленные моря; Индийский океан, Атлантический океан и многие другие моря — не что иное, как провалившиеся материка...» [5, с. 82]. «...Вековые приливо-отливы... бесспорно могут быть объяснены теллурическими причинами, деформациями земного шара, то есть колебаниями местности, за которыми пассивно следует гидросфера» [5, с. 82].

Тремя годами позднее в статье палеонтологического содержания, напечатанной в одном из английских журналов, А. П. Павлов разделил также движения уровня водоемов на два типа — гидрократические и геократические движения. В дальнейшем я буду придерживаться упомянутого деления, причем гидрократическими движениями буду называть такие, которые являются автономными движениями самой водной толщи и зависят от изменения ее объема или формы ее поверхности. Геократическими движениями уровня водоемов я буду называть те движения, которые зависят от движений земной коры, т. е. воспринимают последние. Это разделение облегчает понимание трансгрессий и регрессий водоемов, которые являются одними из основных явлений географии прошлого. Они имеют предпочтение перед термином эвстатические движения (уровня водоемов), введенном в науку Э. Зюссом в 1888 г. [12]. Дело в том, что в понимании Зюсса эвстатические движения — это все действительные движения уровня водоемов, зависящие от различных, внутренне разнородных причин. В этом можно убедиться из следующих слов Э. Зюсса [12]:

«Образование морских впадин вызывает эпизодические эвстатические отрицательные движения...» [12, с. 681];

«Образование осадков (на морском дне.— К. М.) вызывает непрерывное эвстатическое позитивное движение береговой линии» [12, с. 681];

¹ Доклад, прочитанный на совещании по изучению молодых движений земной коры, созванном Московским Обществом испытателей природы в феврале 1948 г. Напечатано по: Вестн. МГУ. Сер. 5, География, 1948, № 8, с. 85—96.— *Ред.*

«Мы знаем, таким образом, эвстатические движения двоякого рода, из которых одни вызываются погружением земной коры, являются эпизодическими и отрицательными, другие образуются накоплением морских отложений, непрерывны и положительны» [12, с. 688].

Итак, Э. Зюсс имеет в виду те движения уровня водоемов, которые, следуя Павлову, я назвал геократическими. Но в настоящее время в практику вошло применение термина «эвстатический» в качестве синонима гидрократических движений. Поэтому термин Э. Зюсса нежелателен, как могущий внести путаницу. Он нежелателен и потому, что Э. Зюсс относил к эвстатическим движениям уровня и другие, имеющие совершенно иную природу, зависящие от изменения формы поверхности океана (в связи с изменяющейся скоростью вращения Земли). Следовательно, его категория эвстатических движений включает явления, в сущности, совершенно разнородные.

Эти вступительные замечания дают нам основания придерживаться в дальнейшем терминологии, введенной А. П. Павловым. Я буду различать гидрократические и геократические движения уровня океана, морей и озер.

II. ГИДРОКРАТИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВОДЕМОВ

Совершенно очевидно, что уровень океана может изменяться в зависимости от тех процессов, которые свойственны самой водной оболочке Земли — гидросфере. Это и есть гидрократические движения. Различные авторы, рассматривая эти движения, различали следующие отдельные причины изменения уровня океана.

1. Изменение объема океана в связи с выделением водяного пара из магмы.
2. Изменение объема океана в связи с изменением условий стока с материков.
3. Изменение формы поверхности океана (формы поверхности земного эллипсоида) в связи с изменением скорости вращения Земли.
4. Изменение форм поверхности океана (формы земного эллипсоида) в связи с изменением положения земной оси в теле Земли.
5. Изменение формы поверхности океана (формы земного геоида) в связи с перегруппировкой масс твердой оболочкой Земли.

Как видно из этого перечня, все гидрократические изменения уровня океана можно разделить на две группы. Одни из них зависят от изменения объема, другие — от изменения формы поверхности Мирового океана.

Постараемся оценить значение указанных изменений в изменении лика Земли.

1. Вопрос относительно изменений объема Мирового океана в зависимости от его питания глубинными водами и, в частности, водяными парами, выделяемыми магмой, находится в области общих умозаключений. Трудно недооценить упомянутую причину, если учесть, что, например, гранитная магма содержит 7—8% водяного пара. Но имеют ли выделения пара направленный характер, и, следовательно, в состоянии ли они накапливаться, вызывая в достаточно большие промежутки времени значительные по амплитуде трансгрессии и регрессии океана? По этому поводу советские геохимики В. И. Вернадский и А. П. Виноградов высказывались отрицательно. В. И. Вернадский считал указанные процессы круговыми. «Моря, вновь образующиеся при температурах, представляют как бы всплески всемирного океана, масса которого неизменна», — писал Вернадский [3, с. 101]. Я думаю, что с такой постановкой вопроса трудно согласиться, если рассматривать Землю вместе с ее поверхностью как развивающуюся систему, подобно взглядам, например, Н. С. Шатского. Если в течение геологических эпох соотношения платформ и геосинклиналей изменялись направленно, то изменялся и характер вулканической деятельности, связанной с развитием геосинклиналей. Следовательно, изменяться должен был и объем магматических выделений, а значит, и уровень океана.

Однако, повторяю, что эта важнейшая проблема остается в области общих умозаключений и вряд ли в целом доступна в настоящее время объективному анализу.

Однако, как ни труден вопрос об изменении объема вод Мирового океана за счет его взаимоотношения с недрами Земли, некоторые соображения в нужном нам направлении могут быть сделаны.

А. Пенк [11] принял объем вод Мирового океана равным 1,6 млрд. км³, а возраст Мирового океана равным 1,6 млрд. лет¹. Он сделал допущение, что вся океаническая вода глубинного магматического происхождения. В таком случае магма выделяла в среднем в год 1 км³ воды². Посмотрим, с какой скоростью океан должен был при этом наполниться, а его воды трансгрессировать. Распределив 1 км³ воды на всю площадь Мирового океана, получим величину прибыли (амплитуду трансгрессии), равной 2,8 мм в т ы с я ч у л е т. Нужно сказать, что и эта ничтожная средняя скорость трансгрессии А. Пенком преувеличена, так как возраст Мирового океана, по-видимому, в 2—4 раза больше принятой им цифры.

Может ли приведенная цифра удовлетворительно объяснить те явления движения океанических вод, которые констатированы для истории Земли вообще и для истории четвертичного периода в особенности? Несомненно, что не может. Механизм изменения уровня океана другой, так как скорость его изменений гораздо больше. Так, например, изменения уровня океана, выраженные в районе Балтийского кристаллического щита за 10 000 лет, составили примерно до 300 м. Это дает скорость изменения уровня в тысячу лет 30 м, или в 10 000 раз более цифры, указанной Пенком. Обе цифры совершенно несопоставимы.

Таким образом, глубинный гидрократический фактор не может в настоящее время считаться существенным при попытках объяснить движение уровня океана, особенно в новейшее геологическое время.

2. Гораздо лучше освещен вопрос о роли другого гидрократического фактора, также изменяющего объем вод океана. Я имею в виду изменения объема вод Мирового океана, зависящие от изменения агрегатного состояния самой гидросферы. Точнее говоря, доказано многочисленными расчетами, что во время ледниковых периодов происходило нарушение баланса вод Мирового океана, которое должно было вызвать существенные изменения его уровня. Известно, что таяние современных льдов Советской Арктики повысит уровень океана³ на 2 м⁴, таяние льдов Гренландии — на 8 м, Антарктики — на 30 м. Даже современное потепление климата, вызывающее быстрое таяние арктических льдов, является причиной трансгрессии океана, достигающей амплитуды около 0,5 мм в год.

Все вышеприведенные цифры, но принятые с обратным знаком, выразят амплитуды регрессии океана, вызванной увеличением объема материковых льдов.

Ледниковые периоды имели место неоднократно в истории Земли, начиная с архея. Амплитуду колебания уровня Мирового океана в связи с накоплением и таянием льдов четвертичного периода определяют в ± 100 (иногда более) метров⁴. Таким образом, мы должны видеть в этом механизме одну из немаловажных причин колебания уровня океана в различные периоды истории последнего. Нужно, конечно, учитывать не только влияние льдов, но и непрерывные изменения гидрометеорологического режима в целом.

Однако является ли таяние-накопление льдов основной причиной изменения уровня океана? На этот вопрос нужно ответить отрицательно. Амплитуда этих движений ± 100 м, а неогеновые — нижнечетвертичные — террасы мы находим на высоте 1200 м (в Калабрии), в Скандинавии — на высоте 300 м. Далее, изменяющийся уровень

¹ «Есть один принципиальный вопрос в геохимии H₂O, CO₂ и других газообразных продуктов на Земле, не решенный до сих пор наукой, из-за которого все наши геохимические представления сильно страдают. Обычно его обходят, считая все рассуждения на этот счет спекулятивными... — пишет А. П. Виноградов [4, с. 410]. — Вопрос касается постоянства содержания на поверхности Земли воды... и других газов... выбрасываемых вулканами». А. П. Виноградов считает, что «можно не колеблясь признать, что количество H₂O постоянно на Земле» [4, с. 411].

² В настоящее время объем океана оценивается в 1 338 500 тыс. км³, а возраст — в 3,5 млрд. лет. См.: *Калинин* и др. Проблемы палеогидрологии. М.: Наука, 1976, с. 7—20. — *Ред.*

³ Современные расчеты показывают, что уровень океана при таянии ледников Гренландии повысится на 7 м, а Антарктиды — на 66 м. См.: *Вербицкий*. Об колебании уровня морей и океанов за 15 000 лет. М.: Наука, 1982, с. 120—124. — *Ред.*

⁴ Согласно Р. Флинту [9], объем льдов максимального оледенения (56,6 млн. км) соответствует понижению уровня океана ниже современного уровня на 120 м. Для последнего оледенения соответствующая цифра составляет 102 м.

океана параллелен сам себе и его изменения в состоянии вызвать образование только горизонтальных уровней береговых линий. Между тем огромное большинство древних берегов косые и вообще различным образом деформированные.

Следовательно, и этот гидрократический фактор не в состоянии полностью объяснить нам изменения уровня океана, которые мы наблюдаем.

Словом, данные, которыми мы в настоящее время располагаем относительно изменения объема океанических вод, не дают полного освещения вопроса о движении уровня этих вод.

3. Перейдем ко второй группе гидрократических факторов: могут ли изменения формы поверхности Мирового океана удовлетворительно объяснить его трансгрессии и регрессии? Нужно, во-первых, констатировать, что и этот вопрос весьма слабо разработан. Он освещается в форме общих умозаключений. В основе этих умозаключений иногда лежат маловероятные или даже отрицаемые геофизикой и исторической геологией факты.

Так, Э. Зюсс в качестве одного из механизмов трансгрессий и регрессий выдвигал изменения формы земного сфероида, выраженные в форме океанической оболочки. Он указывал, что берега Скандинавии и Канады поднимаются в то время, как постройки коралловых рифов в низких широтах погружены на глубины, где жизнь кораллов невозможна. Признавая за земной корой способность только опускаться, но не подниматься, он не допускал, что регрессия у берегов Скандинавии вызвана поднятием земной коры. Зюсс предложил другое объяснение: увеличение скорости вращения Земли изменяет форму земного эллипсоида таким образом, что водная оболочка стягивается к экватору. Здесь происходит трансгрессия, в высоких широтах — регрессия.

Однако данные об увеличении скорости вращения Земли в новейшее время отсутствуют; берега Скандинавии и Канады, как хорошо известно, в действительности поднимаются.

Другая попытка найти причину трансгрессий и регрессий исходит не из скорости вращения Земли, а из положения земной оси, которая якобы существенно изменяется, и полюсов. В сравнительно недавнее время этот взгляд проводился В. Кеппеном и А. Вегенером. В основу здесь положено соображение, согласно которому окополярные сплюснутости Земли перемещаются вместе с перемещением полюсов; при этом водная оболочка, будучи более подвижной, чем твердая оболочка, реагирует на эти изменения скорее, чем и вызывает изменения уровня океана относительно уровня поверхности суши. Очевидно, что, логически рассуждая, мы должны ожидать трансгрессию при удалении полюса (уровень океана подымается скорее, чем уровень суши), а регрессию — если полюс приближается (уровень океана опускается скорее уровня суши). Или, иначе, с уменьшением широты места предполагается трансгрессия, с увеличением широты места — регрессия океана. Так, А. Вегенер пытался объяснить постепенное уменьшение размаха трансгрессии, начиная с верхнего мела в Европе и Азии. Однако это предположение основывается на гипотезе блуждания полюсов, которая в настоящее время отвергается⁶. Совершенно неприменима она для четвертичного периода — неогена, к которому главным образом и относится понятие неотектоники и крупные изменения уровня океана последнего времени.

Наконец, иногда указывают, что изменения уровня океана вызываются перемещением масс в земной коре. Эти перемещения вызывают изменения формы геоида и быстрее всего изменения формы поверхности океана. Однако амплитуды этих изменений, по-видимому, малы. А. Пенк [1] предполагал, что образование массы Европейского ледникового покрова в состоянии изменить уровень океана у края ледникового покрова всего на 4 м.

Итак, при современном состоянии наших знаний нет возможности считать геократические движения, вызванные изменениями формы поверхности океанической оболочки, доказанными в существенных размерах. Это в особенности относится к движениям уровня океана на протяжении неогена — четвертичного периода.

⁶ В настоящее время палеомагнитными и палеогляциальными исследованиями показана возможность крупных перемещений полюсов. См.: Новая глобальная тектоника. М.: Мир, 1974, с. 471.—
Ред.

Суммируя изложенное, мы в состоянии сказать, что гидрократические факторы — механизм недостаточно мощный, для того чтобы объяснить нам те амплитуды и те скорости движения уровня океана, которые констатируются при изучении следов этих уровней.

Наиболее мощен и наилучше изучен механизм этих движений, связанный с развитием ледниковых явлений. Но и он недостаточен.

III. ГЕОКРАТИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВОДОЕМОВ

Геократические движения уровня водоемов происходят от колебаний емкости самих впадин океанов или морей и озер. Согласно этому взгляду, увеличение емкости впадины вызывает регрессию, а ее уменьшение — трансгрессию океана, моря или озера.

Геократический механизм движения уровней водоемов лежал в основе представлений крупных зарубежных геологов Э. Зюсса и Э. Ога («закон Ога»). В отличие от русских геологов этого же времени они не уделяли должного внимания гидрократическим движениям. Как гидрократические, так и геократические движения могут быть по своей природе различны. Общее у вторых то, что изменения уровня водоема рассматриваются как отражение изменений поверхности впадины водоема, ее емкости. Однако причины последних, а следовательно, и геократических движений могут быть различны.

Напомню, что Э. Зюсс [12] объяснял трансгрессию заполнением океанических впадин продуктами денудации суши, а регрессию — провалами дна океана. Он считал, что земной шар сжимается, а море следует за ним. Оба механизма являются геократическими по принятой нами терминологии, но механизм каждого из них имеет совершенно различное значение.

Выдавливание океанических вод на материке вследствие заполнения океанических впадин осадками — явление, которое не может достичь требуемой фактами амплитуды и скорости. Общий объем океанических впадин превышает общий объем материков (считая от нулевой горизонтали и выше) в 11 раз (1370 млн. км³ и 130 млн. км³). Если предположить, что поверхность суши снижается денудацией, а поверхность океана повышается благодаря заполнению океанических впадин продуктами денудации, то очевидно, что обе поверхности — «твердая» и «жидкая» — будут стремиться встретиться на промежуточном уровне. Этот уровень не может быть высок относительно современного уровня океана, так как заполнение океанических впадин не может быть особенно значительным вследствие относительно малого объема материков. Расчет показывает общий уровень поверхности материк—океан, «твердого и жидкого» на высоте 250 м над современным уровнем океана. Но выше разобран идеальный случай. Само собой разумеется, что за время от неогена «трансгрессия заполнения» могла достичь лишь ничтожной величины. Между тем древние берега этого возраста, как уже упоминалось, наблюдения констатируют на высотах до 1200 м.

А. Пенк принимает современный снос суши — заполнение океана равным 11,7 км³ в год. Судя по подсчетам советских исследователей, эта цифра преувеличена. Но даже если исходить из нее, получим скорость трансгрессии порядка нескольких сантиметров в год, или в тысячи раз медленней той, которая установлена, например, для Балтийского щита. Таким образом, следует искать другую причину геократических движений. Само собой напрашивается заключение, что этой причиной являются активные вертикальные движения земной коры.

Эти движения, которые захватывают и пучины океанов, и поверхности материков в целом, изменяют емкость первых и течение геологической истории Земли в неограниченных масштабах. Повторим слова Левинсона-Лессинга и Зюсса, что горы — это раздавленные моря, а моря — провалившиеся материки. Поэтому-то и нет никакой необходимости проверки этого механизма расчетами, как мы это делали выше. Количественная сторона механизма не вызывает сомнений. Приведу лишь частные примеры. По разным расчетам замыкание океанических впадин глубиной от 6000 м вызывает поднятие уровня океана на 80 м, образование атлантического вала — поднятие океана на 42 м; провал глубоких средиземноморских впадин (Тирренской и других), по

Э. Зюсса [12], понизит уровень океана на 12 м, образование впадин, вызванных японским землетрясением 1923 г., — на 0,09 м и т. д. Перефразируя Э. Зюсса, можно сказать: «Поверхность Земли колеблется, море следует за ней».

Итак, геократический фактор (фактор тектонический) — таков главный механизм движений уровня океана. Ему сопутствует и его эффект усложняет гидрократический фактор — главным образом перегруппировки гидросферы между материками и океанами.

Эти факторы при анализе такого сложного явления, каким оказываются движения уровня океана, удобно рассматривать отдельно, что и было сделано выше. Однако они взаимосвязаны, хотя эта связь известна лишь в самых общих чертах. Известно, что в истории Земли эпохи интенсивных тектонических движений (протерозой, карбон—пермь, третичный—четвертичный периоды) совпадают с эпохами оледенений. Между ними существует функциональная связь. И можно предположить, что наибольшей своей напряженности геократические движения достигли одновременно с гидрократическими движениями.

Это справедливо, в частности, для четвертичного периода и современности. Методологически последнее весьма важно. В сущности, следует говорить о взаимосвязанных факторах, создающих единый, но сложный механизм движений уровня океана.

IV. ТИПЫ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЕЙ ВОДОЕМОВ

Так как главная причина колебания уровней водоемов геократическая, то сами типы этих колебаний следует выделять, исходя из геотектонического принципа.

К сожалению, это не всегда было так и не все классификации этого типа являются удовлетворительными.

В качестве примера приведу классификацию Дюбуа. Этот французский геолог и географ различал древние берега скандинавского, атлантического и тихоокеанского типов. Первый тип древних берегов — скандинавский — выделен, с нашей точки зрения, вполне основательно, так как в основе выделения лежит геотектонический принцип. Этот тип древних берегов я в дальнейшем буду называть платформенным. В основе выделения атлантических и тихоокеанских берегов Дюбуа есть также тектонический «привкус», его идея заимствована, вероятно, у Э. Зюсса. Однако вряд ли это заимствование удачно. Дюбуа думает, что тихоокеанские древние берега сильно дислоцированы, атлантические же слабо дислоцированы, почти горизонтальны, хотя и подняты. Это деление не опирается на геологическую структуру Атлантики. И поэтому оно неверно.

Вот характеристика этих берегов, данная Д. Джонсоном: «Установив в какой-либо точке хорошо выраженную морскую террасу высотой в 20 фут. над уровнем моря, он (исследователь. — К. М.) ищет следы такой же береговой линии приблизительно на аналогичной высоте повсеместно. В одном месте обнаруживается берег на высоте 14 фут. над уровнем моря, в другом — на высоте 25 фут. и далее к югу третий, поднимающийся на 17 фут. над уровнем моря. Зная, что уровень террас изменяется в известных пределах в зависимости от высоты прилива, экспозиции по отношению к волнению и других факторов, он считает, что прав, принимая все эти остатки поднятых береговых линий за части единого берега. Но если бы он был в состоянии прочесть историю прошлого, он открыл бы, что 14-футовая терраса генетически идентична отрезку другой береговой линии, поднятой на высоту 140 фут. в более удлиненных точках берега, что 25-футовый берег был поднят до высоты 70 фут. над уровнем моря и был опущен до современного положения в результате позднейшего погружения страны; что 17-футовая терраса была выточена в доледниковое время, затем погрузилась под уровень моря и только недавно была поднята до современного уровня поднятием страны...» [10, с. 94].

Таким образом, атлантический тип берегов обладает совсем другими признаками, чем те, которые ему приписывались Дюбуа.

С нашей точки зрения, неудача как этой так и всех подобных ей (т. е. не учитывающих главенствующую роль геотектонического фактора) классификаций понятна.

Мы предлагаем разделить все древние береговые линии и все типы колебаний уровня водоемов прежде всего в соответствии с двумя основными типами тектонических структур.

Два основных типа древних береговых линий — платформенный и геосинклинальный. Синонимами их могут служить названия «балтийский и средиземноморский типы».

Платформенный тип древних береговых линий лучше всего изучен для территории Балтийского кристаллического щита и гораздо хуже — для территории Канадского кристаллического щита. Лучше всего судьба древних береговых линий — движения океанической оболочки — изображается здесь проведением изобаз. Для них характерны: общее концентрическое расположение, округлость контуров, плавность рисунка, незначительная численная характеристика высоты. Все в целом рисует соответствующую область платформы как полого воздымающийся купол, а бывшую территорию моря — как область постепенной и равномерной (в соответствии с контурами изобаз) регрессии.

Геосинклинальный тип древних береговых линий лучше всего изучен для территории Средиземного моря, т. е. современной средиземноморской геосинклинали. Изученность не подвинулась здесь так далеко, как на первой территории. Высот древних берегов недостаточно для проведения изобаз, и изобазы еще не проводятся. Поэтому нет легко сравнимого материала.

Однако существо картины бесспорно. Оно состоит в том, что одна и та же береговая линия лежит на очень разных высотах. Высоты эти изменяются резко. Они достигают (для неогеновых террас) величины 1200 м. Вероятно, со временем, когда здесь будут проведены изобазы, они обратят на себя внимание своим особым рисунком: линейными, вытянутыми очертаниями, резкими изгибами и изломами, скученностью и большими высотными (до километра и больше) численными характеристиками. Все это отразит геосинклинальный ход развития Средиземноморья — рост гор, опускающие впадин между ними.

Во всяком случае, уже имеющиеся данные свидетельствуют о крайнем непостоянстве высот одной и той же береговой линии. Здесь не может быть и речи о постоянстве высот древних террас — «зоне Депере», как ее рисовал ранее сам Депере, а теперь рисует Б. Л. Личков. И если развитие рельефа можно себе представить как возвышение гор и возникновение впадин между ними, то негативная картина — изменение уровня водной оболочки — представляла собой неравномерную, иногда и весьма быструю регрессию, местами сменявшуюся быстрой трансгрессией во вновь образовавшихся впадинах.

Конечно, два выделенные типа лишь основные и крайние типы развития уровня водоемов. Каждая конкретная геологическая структура имеет свои индивидуальные черты развития, и представление о разнообразии (в пространстве и во времени) движений уровня океана можно получить, рассматривая карту новейшей тектоники какой-либо большой территории, например карту Н. И. Николаева [8], охватывающую всю территорию Советского Союза.

Итак, ведущим принципом классификации движения уровня водоемов является геократический—геотектонический принцип.

Геократические и гидрократические движения сопутствуют друг другу. Следовательно, и вторые должны быть учтены. Однако гидрократические движения способны создать лишь серию параллельных (горизонтальных) уровней, всюду одинаковых по высоте, поэтому индивидуальные черты, указанные выше, они стереть не могут. Индивидуальные черты древних берегов, движений поверхности океана — создание геократического фактора. Гидрократический фактор вносит поправку на высоту этих линий всюду для данного геологического момента одинаковую.

Так, пологий изобазовый купол Балтийского кристаллического щита, увенчанный 300-метровой изобазой, имел бы большую абсолютную высоту, если бы во время его образования в поздне- и послеледниковое время не происходило бы одновременного пополнения океана тальми ледниковыми водами. Уровень океана гидрократически подымался, основание купола, подымавшегося геократически, потоплялось.

V. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ТИПЫ ВОДОЕМОВ

Выделяемые ниже типы водоемов названы нами географическими в том отношении, что они представляют водоемы, развивающиеся в конкретной обстановке и под воздействием совокупности факторов, рассмотренных выше. Может быть, термин «географический» применен здесь и не вполне точно, но я не мог подыскать другого, более удачного названия.

Нижеуказанные типы выделены, конечно, в соответствии все с той же поставленной задачей — изучить закономерности колебания уровня их поверхности.

После сделанных оговорок все водоемы можно разделить на три типа: 1) океан-моря; 2) моря-озера; 3) озера.

1. Океан и связанные с ним непосредственно моря представляют собой самый большой водоем Земли. К анализу колебаний его уровня нужно применить все то, что было сказано выше. Можно сказать, что при этом следует учитывать особенно полно и разнообразно все перечисленные выше факторы.

2. Моря-озера. Я имею в виду замкнутые (бессточные) водоемы типа современного Каспия или Арала, которыми был еще недавно (в неогене) так богат юг Европы. Моря-озера в отношении колебания уровня водной поверхности в миниатюре представляют собой как бы океан. Эта аналогия справедлива в том отношении, что при анализе движения уровней моря-озера надо также учитывать как гидрократический, так и геократический фактор. При этом каждое море-озеро может оказаться в высокой степени индивидуальным. Эта индивидуальность определяется особенностями геократического развития занятой ими территории и особенностями климатического развития всего бассейна водоема. Эта индивидуальность должна быть отмечена, так как выше мы имели в виду главным образом Мировой океан — интеграл, отражающий в положении своего уровня геотектонические и климатические условия почти всей поверхности Земли. Или же мы имели в виду платформенный и геосинклинальный типы движений уровней — своего рода крайние условия. Словом, индивидуальные особенности территории выше сознательно учтены не были. Но море-озеро, представляя собой ограниченную систему, характеризуется именно индивидуальным характером геократического и гидрократического факторов. Выше я говорил о преобладающей роли геократического фактора. Это справедливо применительно к океану. Но индивидуальные условия моря-озера могут создать перевес и гидрократического фактора. Например, если геотектонические условия платформенные, то геократический фактор мало активен, а бассейн моря-озера крайне велик и гидрократический фактор очень мощен.

Наилучшее изучено в интересующем нас отношении Каспийское море-озеро. Литература, посвященная движению его уровня, как известно, огромна. Одни авторы придавали главное значение гидрократическому фактору, например «эвстатическим» трансгрессиям Каспия, вызванным ледниковыми «паводками» волжских вод. Другие авторы отдавали должное и геократическому фактору. При гидрологических прогнозах, оперирующих главным образом современным состоянием Каспия, значение гидрократического фактора привлекает особенное внимание. При этом справедливо отмечают, что на протяжении последних десятиков лет (особенно же начиная с 1932 г.) роль этого фактора действительно преобладающая и им-то и вызвана главным образом регрессия Каспия, достигшая за 15 лет амплитуды в 1,9 м. Однако недостаточно учитывают и то обстоятельство, что необычайная энергия современного гидрократического фактора связана с резко аномальной ситуацией — потеплением климата в течение последних 25 лет. С этими изменениями связано уменьшение снежности зим в бассейне Волги, уменьшение ее стока и т. д. [1]. Заметим для сравнения, что гидрократическое понижение уровня Каспия составляет за последние аномальные годы в среднем 34 мм в год, а гидрократическое повышение уровня океана за те же годы — всего около 0,5 мм в год. Эти движения исключительны в обоих случаях, но, как видим, они имеют не только совершенно различную величину, но и различный знак. Все это очень характерно для Каспия, как и для каждого замкнутого моря-озера. Его колебания могут иметь:

- 1) различную амплитуду;
- 2) различный знак;
- 3) отнесены к местному базису — уровню водоема.

Эта индивидуальность относится к гидрократическому и к геократическому факторам и связана, как указывалось выше, с индивидуальными геотектоническими и климатическими условиями водоема.

Весьма вероятно, что целесообразно ввести понятие об энергии геократического и гидрократического факторов для отдельных водоемов этого типа. Во втором случае показателем ее мог бы служить коэффициент, представляющий отношение объема прибыли (убыли) вод водоема, отнесенный ко всему объему впадины или ко всей площади водоема и затем сопоставленный с таким же коэффициентом, выведенным для Мирового океана.

Энергия геократического фактора определяется активностью тектонической структуры, к которой приурочен водоем моря-озера. Для Каспия в его южной и самой емкой части она, несомненно, велика, вероятно, больше, чем для дна Балтийского моря. Каспийская впадина, как известно, имеет тенденцию к погружению, что создает предпосылки увеличения емкости и понижения уровня Каспия. На этот «регрессивный» фон накладываются бурные, но кратковременные и противоположные по знаку гидрократические «вспышки» колебания уровня. И этот фон должно учитывать и при гидрологических прогнозах уровня Каспия.

Вообще же основной фактор движений уровня Каспия в масштабах четвертичного периода — неогена геократический. Об этом писали многие авторы, в том числе И. П. Герасимов, Н. И. Николаев.

Крайние условия представляют малые (относительно замкнутые) водоемы, например, в Северном Казахстане. Они то наполняются водой, то пересыхают, и поведение их уровней является гидрократическим «в чистом виде», что и неудивительно, так как речь идет о весьма кратковременных событиях.

Таким образом, соотношение гидрократического и геократического факторов в колебании уровней морей-озер для каждого из них всегда свое — особенное. Влияние первого может быть весьма большим за короткий период времени, но эти влияния интерферируются, и для больших промежутков времени они не столь заметны. На протяжении длительных отрезков времени геологической продолжительности выступает на первое место по его значению более медленный, но более постоянный по знаку направленный, геократический фактор.

3. Озера. Говоря об озерах, я имею в виду исключительно озера, имеющие сток. Эта особенность, как известно, характеризует (за некоторыми аномальными случаями) континентальные водоемы области избыточного увлажнения, где осадки (на единицу площади) превышают испарение. Наличие стока — весьма важное условие. Благодаря ему уровень озера не может заметно повыситься выше порога стока и, наоборот, понизиться ниже порога стока. В первом случае увеличится сечение истока, сток возрастет, повышение уровня остановится. Второе условие исключено климатической обстановкой — преобладанием осадков над испарением. Итак, уровень вод озера, регулируемого стоком, остается неизменным и гидрократические колебания уровня исключены. Значит, мы можем изучить движения уровня, т. е. фиксированные в них движения земной коры в «чистом виде», без затемняющего их влияния гидрократического фактора.

Озера (сточные) — тот тип водоемов, который является наиболее благоприятным для изучения движений земной коры.

Это важно учитывать в нашей стране, где подобные озера весьма распространены: в Карелии, Приуралье и т. д. Озеро Байкал также относится к этому типу. У нас пока изучены, но частью слабо Ладожское, Онежское озера, Сегозеро, Имандра. Методика изучения этих озер разработана весьма совершенно и не может быть здесь изложена. Заметим только, что эти озера делят на три группы: а) если озеро имеет сток в той части своей котловины, которая подымалась быстрее всего, то все озеро испытывает трансгрессию — поднятие уровня; б) если сток в точке берега, которая подымает-

ся слабее всего, озеро «выливается» — регрессирует. Следы его древних уровней подняты под водой, видны, доступны изучению; в) третий случай — промежуточный: одна часть котловины подымается больше, другая меньше точки истока. В первой будет регрессия, во второй — трансгрессия, и их разделит нейтральная линия озера [2].

Примером этого наиболее полного типа является Онежское озеро. Во всей его северо-западной части от истока (р. Свирь у с. Вознесенья) происходит регрессия. Здесь, особенно у Медвежегорска, можно наблюдать лестницу великолепных террас. Вся юго-восточная часть озера испытывает трансгрессию. Здесь можно видеть затопленными пни деревьев, культурные слои неолитических стоянок, торфяники, сложенные суб-аэральными торфами (особенно у с. Андома).

Словом, озера, имеющие сток, представляют для каждого изучающего молодые движения земной коры драгоценные природные объекты.

Мы видим, что, как ни велико разнообразие водоемов на поверхности Земли, движения их уровней подчиняются определенным закономерностям. И мы в состоянии уже теперь установить основные причины этих движений, в особенности ту роль, которую имеет в них связь тектонических или геократических явлений. Мы в состоянии также приступить к выделению с этой точки зрения тех реальных типов водоемов, которые существовали и существуют на поверхности Земли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берг Л. С. Климат и жизнь, 2-е изд. М.: Географгиз, 1947. 356 с.
2. Верещагин Г. Ю. Положительные и отрицательные движения береговой линии на оз. Сегозере.— Тр. Олонецкой науч. экспедиции, 1926, вып. 1, ч. 14, с. 3—42.
3. Вернадский В. И. Очерки геохимии. 2-е изд. М.: Госгеонефтьиздат, 1934. 360 с.
4. Виноградов А. П. Геохимическая история кислорода и фотосинтез.— Изв. АН СССР. Сер. биол., 1947, № 3, с. 409—422.
5. Левинсон-Лессинг Ф. Ю. О вековых перемещениях суши и моря.— Учен. зап. Юрьев. ун-та, 1893, № 1.
6. Ломоносов М. В. О слоях земных.— В кн.: Труды Ломоносова в области естественно-исторических наук. СПб.: Акад. наук, 1911, с. 150—240.
7. Марков К. К., Порецкий В. С., Шляпина Е. В. О колебаниях уровня Ладожского и Онежского озер в послеледниковое время.— Тр. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1934, № 1, с. 71—113.
8. Николаев Н. И. Основные представления о новейшей тектонике Русской платформы.— Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., 1947, т. 11, № 2, с. 173—188.
9. Flint R. F. Glacial geology and the Pleistocene epoch. N, 1947, 589 p.
10. Johnson D. W. The correlation of ancient marine levels.— In: C. R. Congr. Intern. Geogr., Paris, 1931. P., 1933, t. 2.
11. Penck A. Theorie der Bewegung der St randlinie.— Sitzungsber. Preuss. Akad. Wiss. Math-phys. Kl., 1934, Bd. 18/20.
12. Suess E. Das Antlitz der Erde. Wien, 1888, bd. II, 703 s.

АНТИГЛЯЦИАЛИЗМ¹

Современное состояние наших представлений об основных событиях четвертичного периода характеризуется крайней противоречивостью взглядов, но вместе с тем широким обсуждением возникших противоречий в целях создания более согласованных взглядов у нас недостаточно. Тема этой статьи — оценка критики теории материкового оледенения со стороны антигляциалистов И. Г. Пидопличко и П. С. Макеева [18—20], направленная против представлений о материковом оледенении.

Антигляциалистические выводы указанных авторов основываются отчасти на собственных фактических материалах, отчасти же представляют собой попытку использовать литературные данные.

¹ Доложено на собрании семинара по изучению четвертичного периода Московского университета им. М. В. Ломоносова в ноябре 1954 г. Напечатано по: Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1955, № 1, с. 74—86.— *Ред.*

Соответственно построена и наша статья.

Нужно только обратить внимание читателей на следующее: теория материкового оледенения построена главным образом на геологических и геоморфологических фактах. Те и другие совершенно обойдены антигляционалистами И. Г. Пидопличко и П. С. Макеевым. Поэтому мы лишены были возможности рассмотреть эти данные, а лишь подчеркиваем их отсутствие в работах обоих авторов.

Фактический материал. И. Г. Пидопличко считает фауну основных природных областей (зон) древней, автохтонной (дочетвертичной) и разновозрастной: фауна степей старше фауны тундры.

Приведу несколько цитат из последней работы И. Г. Пидопличко [19], подтверждающих только что сказанное².

«Основное ядро фауны Кавказа должно было сложиться за счет поздненеогеновых малоазиатских и иранско-индийских элементов, и только в позднечетвертичную эпоху к этому южному ядру присоединились некоторые формы, распространившиеся с севера» (с. 31).

«Таким образом, вероятнее всего рассматривать современную фауну Крыма как обденную фауну автохронного типа, корни которой уходят в глубь неогена» (с. 43).

«В целом фауна плиоцена Карпат и Прикарпатской области содержит в своем составе тех представителей, которые свойственны были в то время соседним лесостепным и степным районам и свойственны в значительной мере Карпатам и теперь... Раннечетвертичная фауна является прямым продолжением плиоценовой» (с. 49).

«И флора и фауна (Урала.— К. М.) сохранили в своем составе древнее, еще дочетвертичное ядро» (с. 70).

«Можно предполагать существование, начиная с мезозоя, не только пустынь, но и пространств степного типа» (с. 73).

«Развитие палеогеографии бореального пояса Азии от олигоцена до наших дней во многих местах составляло в прогрессивной аридизации климата, что связано с исчезновением обширных пространств олигоценовых морских бассейнов в Европе, Азии и Африке, вызванным, в свою очередь, тектоническими процессами, оказавшими сильное влияние на очертания и облик азиатской суши» (с. 78).

«Ареалы фауны южного типа — гиппарионовой — и фауны бореального типа — мамонтовой — отражают в своем развитии наличие в прошлом ландшафтно-географической зональности, близкой (хотя и не идентичной) к современной» (с. 97).

«На юге СССР лесостепной ландшафт должен был существовать еще в дочетвертичное время» (с. 131), а лесостепные формы известны в плиоцене—олигоцене (с. 130).

«Вся область современной европейской лесной зоны в олигоцене должна была быть также лесной» (с. 148). В дальнейшем южная граница лесной зоны переместилась к северу и в лесную зону проникли степные и северные формы.

Тундровая флора зародилась позднее. Автор развивает общепризнанную точку зрения, что в палеогене в Арктике еще росли леса. Однако если тундра и возникла в плиоцене, то «на севере Сибири похолодание, повлекшее за собой новейшее наступание тундры на лес, совершилось геологически недавно — в конце ледникового периода (с. 188). И еще: «Уверенно можно говорить, что тундра как законченное образование существовала уже в конце неогена, а в течение четвертичного периода в связи с палеогеографическими причинами пределы ее расширились» (с. 192).

Итак, первое важное для нас положение И. Г. Пидопличко [19] гласит, что современная зоогеографическая зональность автохтонна и унаследована для степной зоны с олигоцена, а для тундровой зоны — с неогена; следовательно (прибавим мы), автохтонна и географическая зональность в целом.

Забегая вперед, отмечу правильность этих положений.

Второе выделенное мной положение И. Г. Пидопличко заключается в констатации похолодания климата в четвертичном периоде: северные животные появились там, где их дотоле не было. И. Г. Пидопличко [19] приводит много таких примеров. Сошлюсь на некоторые из них.

² Все цитаты, не оговоренные особо, взяты из книги И. Г. Пидопличко [19].

В Карпатах «характерной особенностью, среднечетвертичной фауны является наличие в ее составе таких северных элементов, как песец, северный олень и копытный лемминг» (с. 54), и «основной климатически важной группой представителей плейстоценовой фауны Карпат будут северный олень, песец, копытный лемминг и белая куропатка» (с. 55).

Такими остатками, как известно, Карпаты богаты. Особенно известны находки фауны в Старуни Станиславской области. Здесь найдены остатки мамонта и шерстистого носорога в сопровождении полярной флоры (куропаточья трава, сетчатая ива и др.). Впрочем, автор считает часть остатков находящимися во вторичном залегании (семена полярных растений — принесенными издалека) или растения эти считаются реликтами. Похолодание, отразившееся на фауне, отмечается для Урала (с. 70).

Для степных районов указываются признаки похолодания и формирования «арктической фауны современного типа, начиная с неогена» (с. 92). От этого похолодания зависела гибель теплолюбивой фауны Одесских катакомб.

В плейстоцене «на фоне степной фауны появляется копытный лемминг, увеличивается число особей северного оленя, чаще встречается песец и овцебык».

«Таким образом, в конце плейстоцена и позже в средней полосе Европы элементы тундры заходили в степную зону. Это же явление наблюдалось и по периферии Западной Сибири» (с. 105).

«Наличие такого похолодания является несомненным» (с. 109). «В этих условиях коренная степная фауна приспособилась к новой обстановке и уживалась на месте бок о бок с заходившими с севера в значительном числе северными оленями и песцами» (с. 115).

Как отмечает автор, в Новгороде-Северском в числе 6000 определенных костных обломков оказалось: костей северного оленя — 98, песца — 167, лемминга копытного — 510, лемминга обского — 16, всего же 13% обломков северных форм. В фауне Владимирки Кировоградской области из 5083 костей найдено костей северного оленя 4530.

Автор делает вывод о проникновении северных форм в лесостепь, куда «проникло значительное количество северных форм» (с. 136).

В отношении тундры И. Г. Пидопличко пишет, что «единственный вывод, не вызывающий особых возражений, состоит в том, что на севере Сибири похолодание, повлекшее за собой новейшее наступление тундры на лес, совершилось геологически недавно — в конце ледникового периода» (с. 188).

Не будем умножать цитаты в подтверждение второго тезиса. Справедливость его очевидна: в четвертичном периоде северные элементы фауны получили распространение в горах и на равнинах Европы как примесь к автохтонному степному, лесостепному или лесному фаунистическому ядру.

Перехожу к третьему тезису, который я формулирую следующим образом: основные климатические сдвиги третично-четвертичного периодов были вызваны тектоническими процессами, определившими увеличение площади суши Евразии и уменьшение площади морей.

Об этом автор [19] пишет во многих местах.

Палеогеографические изменения дочетвертичного и четвертичного времени, как пишет автор в заключительной главе своей последней книги, были связаны «с изменением взаимоотношений суши и моря в пределах Северной Атлантики и северной и средней полосы Европы, а также на севере Азии» (с. 201). И с этим тезисом в его общей форме невозможно не согласиться. Автор этих строк уже высказывал эти взгляды в печати [15].

Исходя из всего вышеизложенного, И. Г. Пидопличко [19] справедливо замечает, что в пределах горных районов, а на равнине — в пределах степной, лесостепной и тундровой зон древнее автохтонное фаунистическое (и ландшафтное.— К. М.) ядро в четвертичном периоде на протяжении каждой зоны полностью не уничтожалось.

С этим утверждением также необходимо согласиться, и, конечно, «в течение четвертичного периода Кавказ не переживал опустошительных климатических воздействий» [с. 32]. Точно так же, как и «флора острова Врангеля и Аляски... пережила так называемый ледниковый период» (с. 182). И «фауна степной и лесостепной зоны в течение всего четвертичного периода сохранила свое основное автохтонное ядро на месте» (с. 199).

И здесь надо согласиться с И. Г. Пидопличко: степная, лесостепная, лесная и тундровая фауны в четвертичном периоде не уничтожались никаким агентом полностью они не уничтожались полностью и ледниковым агентом.

Впрочем, и этот взгляд не является новым. Укажу на работы И. П. Герасимова Е. М. Лавренко и мои. Нужно также оговориться, что указанные положения могут считаться правильными только в самой общей форме.

Позволю себе сделать критическое замечание в сторону противников И. Г. Пидопличко, но только не «гляциалистов» (выражение И. Г. Пидопличко), а «ультрагляциалистов».

В нашей литературе о древнем оледенении много преувеличений его размеров. В. Р. Вильямс [2] «покрывал» льдами всю Русскую равнину и даже равнины Средней Азии. В. А. Обручев [17] сильно преувеличил размеры древнего оледенения Средней и Восточной Сибири. Д. В. Наливкин [16] и В. И. Попов [21] оценивали длину древних ледников Южного Памира сотнями километров, т. е. преувеличили ее в десять раз.

Эти взгляды не являются, однако, преобладающими. Достаточно взгляда на карты распространения материковых льдов, составленные В. Н. Саксом [23] или И. П. Герасимовым и мной [7], чтобы видеть, что ни одна из современных ландшафтно-географических зон (тундровая, лесная и т. д.) не покрывалась льдами полностью. Значит нет оснований считать, что органический мир любой из них уничтожился полностью. Объективно оценивая данные литературы, И. Г. Пидопличко сам должен был бы констатировать последнее. Он не имел о с н о в а н и й ссылаться на крайние взгляды, как на господствующие. Но он имеет эту в о з м о ж н о с т ь, когда, например, пишет, что не может не считать «ошибочными многие выводы... связанные с признанием... сплошных покровных оледенений Кавказа» [19, с. 37]. Подобные взгляды действительно, к сожалению, высказывались. Они оказали плохую услугу теории древнего материкового оледенения.

Критика литературных построений. И. Г. Пидопличко и П. С. Макеев читают, что древнего м а т е р и к о в о г о оледенения не существовало. Всем читателям их работ это хорошо известно. Насколько можно понять авторов, они выдвигают два основных возражения против теории материкового оледенения³.

Первый вывод заключается в том, что эратические валуны могут быть принесены и водой. Но этот их вывод приводился еще 100—150 лет назад. Сам по себе он не опровергает наличия материковых льдов. Дело не только в валунах, а в валунных отложениях, в особенности в валунных суглинках, как наиболее распространенной фации морены. Дело, наконец, во всем комплексе отложений и форм древнеледниковой области, которому и н о г о истолкования не пытаются дать и оба автора. Что же касается валунных отложений (не валунов только), то я нашел у И. Г. Пидопличко и П. С. Макеева лишь следующее не только беглое, но и совершенно косвенное упоминание: «Подробнее вопрос о развитии Балтийско-Беломорского бассейна рассмотрен нами в подготовленной к печати работе о происхождении валунных отложений» [20, с. 111]. Но обещанная автором работа, которая должна была разъяснить генезис валунных отложений, в печати так и не появилась.

Второй вывод опирается на изложенные выше представления, констатирующие, что все современные природные зоны сохранили древние элементы не уничтоженными льдами. «Нельзя говорить о том, что оледенения уничтожили полностью или почти полностью фауну огромной территории европейской части СССР» [20, с. 196]. Да, конечно, авторы правы. Но их последнее утверждение вполне согласуется с представлениями о материковых льдах (в обычном понимании). Но только авторам не надо ссылаться на неправильные ультрагляциалистические представления. К этому и нет оснований. Эти крайние взгляды не преобладают.

Я, в частности, всегда стремился показать, что представления о материковом оледенении вполне совместимы с фактами, подобными приводимым И. Г. Пидопличко. Подобные же факты приводились и в моих работах.

Итак, И. Г. Пидопличко и П. С. Макеев не привели каких-либо данных, опровергающих теорию материкового оледенения.

³ Или «гляциализма», по выражению авторов.

Гипотеза Балтийско-Беломорского бассейна. Два автора считают, что площади, которые по обычным представлениям были покрыты льдом, покрывались не льдом, а водой. Но какие же площади и когда были покрыты водами так называемого Балтийско-Беломорского бассейна?

В 1952 г. И. Г. Пидопличко упоминает свою подготовленную к печати работу об этом водоеме. К сожалению, эта работа не опубликована. Только на основании отдельных упоминаний удается узнать, что гипотетический бассейн И. Г. Пидопличко был холодным, соединялся с Ледовитым океаном на севере и охлаждал лежавшую южнее сушу, где появились северные элементы в органическом мире степи и леса. Увеличились размеры тундры. Южный берег лежал где-то у Карпат: «Холодные воды Балтийско-Беломорского бассейна достигали в некоторых пунктах предгорий Карпат» [20, с. 57]. О влиянии водоема на фауну и флору говорится однозначно во многих местах, например: «Охлаждающее влияние Балтийско-Беломорского бассейна создало в конце плейстоцена и в начале голоцена, по-видимому, такую ландшафтно-географическую обстановку, при которой по ближней периферии бассейна могли быть тундры или тундробразные участки, проникавшие в лесную зону в связи с условиями рельефа, а по более отдаленной южной периферии — степи с островами древней растительности» [19, с. 114]. И т. д. и т. п. Возникает ряд вопросов:

а) на какие факты опирается гипотеза Балтийско-Беломорского бассейна?

б) мог ли Балтийско-Беломорский бассейн оказать то влияние на природу, которое ему приписывается?

Мы уже указывали выше, что в валунных отложениях Русской равнины никак нельзя видеть основу для воссоздания водного бассейна. Эту по меньшей мере трудную задачу не выполнили авторы. Поэтому гипотеза не имеет никакой геологической или геоморфологической основы.

Конечно, неправильно утверждать, что во всей указанной области совсем нет отложений какого-либо водоема. Такие отложения есть, но они занимают сравнительно скромные площади.

Прежде всего известны ленточные отложения холодных приледниковых озер. Между Ленинградом и Старой Руссой они занимают обширные пониженные пространства.

Однако из этого еще не следует, что бассейн простирался на 200 км или более от Ленинграда до Старой Руссы. Надо предполагать последовательное образование менее обширных водоемов, сдвигавшихся во след за отступавшим краем ледника. Об этом свидетельствует «черепичатое» залегание слоев в ленточных отложениях. Заметим, что все сказанное относится только к отрезку позднеледникового времени продолжительностью не более 10 000 лет. Значит, даже в малый отрезок времени не было большого холодного водоема, поперечник которого изменялся бы, скажем, в 200 км, хотя и эта цифра совершенно недостаточна для концепции, развиваемой И. Г. Пидопличко. Незвестны крупные холодные водоемы предыдущих ледниковых или межледниковых эпох.

Зато есть много данных о больших тепловодных водоемах. Я имею в виду воды так называемой бореальной трансгрессии, причем нам сейчас безразлична любая точка зрения об их числе и возрасте, т. е. вся постановка вопроса о Балтийско-Беломорском бассейне имеет у антигляциалистов самый общий характер. Хорошо известно, что бореальный водоем узкими, но длинными заливами вторгался в долины наших северных рек и проливом между Белым морем, Онежским озером и Балтийским морем. Истинные размеры и этого водоема далеко не соответствуют концепции И. Г. Пидопличко. На Русской равнине водоем умещался в границах только последнего оледенения, занимая и здесь малые площади. Главное же то, что вполне противоречит концепции холодного водоема: это был тепловодный бассейн.

Напомним, что он был не холоднее, а, напротив, теплее современных соседних морей. Его населяли даже луизианские формы, обитающие в Юго-Западной Европе и Северной Африке. Неоднократно это отмечала М. А. Лаврова.

Особенно интересна термика мелководий, полнее отражающих условия суши. В последней работе Г. И. Горецкого [8] сообщается, что в фауне мелководий «заметное участие принимают формы луизианско-бореальные в более прогреваемой зоне» [8,

с. 109]; «Карельское, как и Двинское, море было значительно тепловоднее современного Белого моря», — пишет Г. И. Горецкий [8, с. 125].

Эти данные опровергают взгляды о холодном Балтийско-Беломорском бассейне.

Но рассмотрим вопрос еще более общего характера: мог ли вообще образоваться холодный бассейн в условиях соединения Ледовитого и Атлантического океанов?

«Если исходить из допущения о существовании кругло-полярной суши... о замкнутости Северного Ледовитого океана... то тогда в свете учения А. И. Воейкова нужно признать возможность простираения лесной зоны далеко на север», — пишет И. Г. Пидопличко [19, с. 179]. «После разрушения циркумполярной (плейстоцен) суши замкнутые прежде на Севере полярные воды нашли выход в виде меридиональных и субмеридиональных течений... Основное значение в этом отношении для Европы сыграл древний Балтийско-Беломорский бассейн... Таким образом возник как бы пролив между Северным Ледовитым и Атлантическим океанами» [19, с. 111].

Значит, во-первых, и з о л я ц и я Северного Ледовитого океана, по И. Г. Пидопличко, вызывала потепление и сдвиг к северу лесной зоны, во-вторых, с о е д и н е н и е Ледовитого и Атлантического, наоборот, вызвало похолодание четвертичного времени в Европе.

Заметим прежде всего, что эти предположения или не доказаны геологически (автор полемизирует с Н. М. Страховым), или они противоречат фактам. Последнее относится к четвертичному периоду, что нас и интересует. Ведь из данных о фауне и о термике boreального моря следует вывод противоположный: усиление водообмена означает усиление притока атлантических вод, а это, в свою очередь, создало потепление.

Далее, изложенный вывод немислим теоретически. Хорошо известно, что суша в средних и северных широтах холоднее моря. Я не буду отсылать авторов обратной точки зрения к климатическим источникам. Достаточно посмотреть на карту годовых изотерм средней и северной Евразии. С удалением от Атлантики эти изотермы тянутся не на восток, а на юго-восток. Следовательно, увеличение площади суши в средних и в северных широтах вызовет не потепление, а похолодание. Тем более что изоляция Арктики от Атлантики и Тихого океана вызвала бы прекращение доступа атлантико-тихоокеанских вод в Арктику и увеличение ледовитости последнего вплоть до сплошной. Море же, покрытое льдом, в климатическом отношении, по выражению В. Ю. Визе [1], уже не настоящее море. В климатическом отношении это суша. В сущности, образовалась бы «сплошная», огромная и исключительно холодная «суша». Над ней формировались бы крайне холодные воздушные массы, обрушавшиеся к югу и резко охлаждавшие климат средних и южных широт территории СССР. Не спасет положение также то, что и холодные воды в этих условиях потеряют доступ в Атлантику и Тихий океан. В отличие от теплых вод, распространяющихся на поверхности океана, холодные воды погружаются, и они не могут существенно охлаждать климат Европы.

Вообще при ослаблении водообмена этих океанов произойдет похолодание, а при усилении водообмена — потепление. Значит, если бы реконструкция границ суши и моря сделаны были И. Г. Пидопличко правильно (но это, по-видимому, не так), климат мезозоя—нижнетретичного периода был бы холодным, а четвертичного периода — теплым. Нужно думать, что взаимоотношения суши и моря были противоположными. Тогда будет понятен и теплый климат высоких широт в меловом периоде и палеогене и похолодание в неогене—четвертичном периоде. Именно это и писал А. И. Воейков: «Масса теплой воды, приносившаяся морскими течениями, могла быть настолько значительна, что совершенно не допускала морозов... Все это объясняет высокую температуру на берегах высоких широт и, следовательно, существование флоры, которая ныне встречается лишь на 30—40° к югу» [3, с. 573]. Хотя И. Г. Пидопличко и ссылается на мысли А. И. Воейкова (см. выше), но сам он придал им обратный смысл.

Итак, концепция о Беломорско-Балтийском бассейне совершенно неприемлема: она лишена фактического обоснования, противоречит фактам, основана на неправомочных ссылках на А. И. Воейкова, неприемлема в теоретическом отношении.

Вообще вопрос о том, как используются литературные источники противниками теории материкового оледенения, не может быть обойден молчанием. Их работы сопровождаются огромными библиографическими указателями (на с. 15 в последней книге И. Г. Пидопличко), что, однако, мало способствует делу. В списках много лишнего, а нуж-

ного часто нет. Авторы произвольно ссылаются на одни работы и не ссылаются на другие — повторяя их выводы. Совсем неприемлемы неверные ссылки на источники, притом на основные, и по принципиальным вопросам. Один пример был уже приведен выше. Приведу другие не менее существенные примеры.

Были ли основатели теории материкового оледенения катастрофистами? Как известно, И. Г. Пидопличко и П. С. Макеев [20] считают теорию материкового оледенения неприемлемой по методологическим соображениям. Они называют ее катастрофической теорией, имея в виду катастрофическое учение Ж. Кювье. Авторы совершенно правильно считают это учение идеалистическим.

С последним утверждением мы согласны.

Но далее И. Г. Пидопличко и П. С. Макеев выдвигают утверждение, что основоположники теории материкового оледенения были катастрофистами «в духе» Ж. Кювье: «Исторические данные показывают несомненную связь возникновения учения о ледниковом периоде с идеями катастрофизма» [20, с. 12]. «В работе 1812 г. «Рассуждение о переворотах на земной поверхности» Ж. Кювье [12] изложил свои взгляды на «последнюю катастрофу» в истории Земли... Так появилось учение о ледниковой катастрофе в истории Земли» [19, с. 9]. Хотя во второй половине XIX в., по словам двух авторов, и ледниковая теория была перестроена (что совершенно верно), но тем не менее «учение о ледниковом периоде в его новом виде (разрядка Пидопличко и Макеева.— К. М.) не освободилось от пуповины катастрофизма» (разрядка моя.— К. М.) [20, с. 10].

Итак, авторы делят историю вопроса на два периода: до перестройки во второй половине XIX в. и после перестройки. Под перестройкой во второй половине XIX в., очевидно, имеется в виду с о з д а н и е теории материкового оледенения в 50—70-х годах прошлого века. Следовательно, вопрос заключается в том, имеет ли (как утверждают авторы) и теория материкового оледенения связь с «пуповиной катастрофизма». Но дело обстоит совершенно противоположным образом. Создатели теории материкового оледенения — К. Ф. Рулье, Г. Е. Щуровский⁴, П. А. Кропоткин, позднее В. В. Докучаев и С. Н. Никитин, в Шотландии Гейки — были последовательными, принципиальными врагами катастрофизма и отзывались о нем с иронией и сарказмом. Теория материкового оледенения выросла не благодаря катастрофизму Кювье, а вопреки катастрофизму Кювье (и его последователей). Здесь приведу лишь несколько фактов.

Думаю, что хотя бы глава эволюционного учения в России середины XIX в. К. Ф. Рулье, первый на основании своих наблюдений выступивший в пользу теории материкового оледенения в 1852 г., не нуждается в оправданиях по поводу «катастрофизма».

Приведу следующий факт из научной биографии Г. Е. Щуровского. Г. Е. Щуровский начал свою научную деятельность как биолог. Он был одним из первых русских биологов-эволюционистов до дарвиновского периода и в Московском университете читал курс естественной истории. В 1832 г. в Париже состоялась ожесточенная полемика главы катастрофистов Ж. Кювье с эволюционистом Жофруа Сент-Иллером. Борьба закончилась тогда победой реакционного катастрофизма, после чего Г. Е. Щуровский «ушел» из биологии. Он стал профессором кафедры геологии и минералогии Московского университета. Его биограф Б. Е. Райков о мотивах «ухода» Г. Е. Щуровского пишет, что если бы университетское начальство ознакомилось с историей Сент-Иллера и уяснило себе, что в Московском университете имеется его сторонник-эволюционист, который насаждает среди студентов взгляды, осужденные даже во Франции, то российскому жофруисту пришлось бы плохо [22]. И вот эволюционист Г. Е. Щуровский [24] в 1856 г., через четыре года после К. Ф. Рулье, выступил как один из основоположников материковой теории оледенения.

Вот оказывается, каким катастрофистом был второй основатель теории материкового оледенения Г. Е. Щуровский.

Два автора относят «к катастрофистам» и П. А. Кропоткина. В действительности же П. А. Кропоткин совершенно отбрасывает эту теорию, называет ее «п о т о п м а»

⁴ И. Г. Пидопличко и П. С. Макеев на работы К. Ф. Рулье и Г. Е. Щуровского не ссылаются вовсе.

н и е й», пишет о ней с сарказмом: «Бух в 1819 г., Блюм в 1829 г. оба писали в ее защиту, давая нужную массу воды во внезапном поднятии Альп и услужливо определяя (Бух) скорость движения воды во время потопа — сперва в 19 460 фут в секунду, потом в 356 фут. В геологии все падали тогда ниц перед массой знаний А. Ф. Гумбольдта и Буха и слепо верили в те страшные вулканические перевороты, о которых они вещали, прикрывая их туманными фразами» [11, с. 407].

Итак, основоположники теории материкового оледенения были принципиальными противниками катастрофизма Кювье.

Были ли В. В. Докучаев и А. И. Воейков противниками теории материкового оледенения? Два автора пишут, что теория материкового оледенения противоречит закону географической зональности и взглядам В. В. Докучаева. Однако создатель учения о географических зонах В. В. Докучаев после некоторых колебаний в начале своей научной деятельности стал решительным сторонником теории материкового оледенения и оставался им до конца своей жизни. Непонятно, как вообще признание зонального явления (ледяная зона) — оледенения (древнего, современного) — может противоречить учению о зональности. Однако предоставим слово самому В. В. Докучаеву.

Сопоставим два утверждения В. В. Докучаева:

- 1) «Больше половины России было одето сплошным ледяным покровом»;
- 2) «Все эти грандиозные физико-географические изменения нашей планеты совершались и теперь совершаются с удивительным постоянством и медленностью [10, с. 21—22].

Следовательно, налицо отрицание катастрофизма плюс признание древнего материкового оледенения.

Два автора ссылаются на А. И. Воейкова. По их словам, он сомневался в ледниковом периоде: «великий русский климатолог А. И. Воейков на всю жизнь усомнился в существовании такого периода и принимал его условно» [20, с. 10]. Но, однако, А. И. Воейков признавал ледниковый период и материковое оледенение без условно. Он считал только, что оледенение было не всюду. А. И. Воейков писал уже в 1881 г., что гипотеза материкового оледенения «подтверждена блистательно», что «работы А. А. Иностранцева и П. А. Кропоткина окончательно установили факты», что присутствие ледниковых явлений показано для Швеции, Финляндии и Северо-Западной России» [5, с. 321]. Взгляды А. И. Воейкова о ледниковом периоде выражает и следующая цитата, взятая нами из его сравнительно поздней статьи [4] «К вопросу о колебании климата».

«Итак, мы имеем следующую схему для широт 40—60° с. ш. вне гор.

Европа до меридиана средней России: сравнительно обильные осадки в холодные месяцы, но географические условия, дающие высокие температуры. Материковый ледяной покров до 50° с. ш.»

Затем А. И. Воейков указывает четыре области отсутствия материкового покрова (кроме дальнего Севера): восточная часть Европейской России, Сибирь, Туркестан, Восточная Азия и сухой абсурд не способен никакой грамотный исследователь, а тем более такой выдающийся географ, каким был А. И. Воейков.

Таким образом, он принимает наличие в Северном полушарии двух огромных ледниковых покровов и еще третьего, по-видимому, на севере Сибири. Ссылки на А. И. Воейкова двух авторов совершенно неверны.

Не в том ли «антигляциализм» А. И. Воейкова, что он не допускал покровного оледенения в Средней и Восточной Азии и на большей части Сибири с ее континентальным климатом? Но на такой абсурд не способен никакой грамотный исследователь, а тем более такой выдающийся географ, каким был А. И. Воейков.

Какой катастрофизм неприемлем? Представления Ж. Кювье о катастрофах были идеалистическими потому, что они не допускали анализа исторического развития природы (и общества).

По словам Ф. Энгельса⁵, основной порок теории Кювье в том, что его теория «делала из чуда существенный рычаг природы» [1, с. 9].

⁵ Энгельс Ф. Диалектика природы. М., 1950, с. 9.

Содержанием теории Ж. Кювье именно и было представление о внезапном потопе. Итак, марксистско-ленинская философия отрицает катастрофизм «неожиданный», порожденный неизвестными причинами», катастрофизм как «чудо». Но марксистско-ленинская философия признает катастрофы как явления познаваемые, обусловленные предыдущим этапом развития. Мы видели, что, как ни велики были воздействия древних ледников на природу, основоположники этих взглядов считали древнее оледенение явлением познаваемым, закономерным, возникшим в процессе исторического развития природы. Именно поэтому они не разделяли взглядов Ж. Кювье, а боролись с ними. Следовательно, методологическая оценка теории материкового оледенения дана в работах И. Г. Пидопличко и П. С. Макеева неверно.

Был ли Ч. Ляйель противником теории материкового оледенения? Совсем другие истоки у теории плавающих льдов. Ее успеху более всего способствовал Ч. Ляйель (1797—1875), выступивший с этой теорией в 1830 г. Теория плавающих льдов есть теория естественная, основанная на наблюдениях и фактах и совершенно противоположная теории катастроф. События ледникового периода она стремилась объяснить с помощью, притом на основе явлений, наблюдаемых в природе. Ч. Ляйель был принципиальным противником катастрофизма. В своих «Основных началах геологии» он писал, что им «отбрасываются все теории, которые допускают внезапные и насильственные потрясения и перевороты...— теории, которые не сдерживаются никакими указаниями на существующие аналогии и в которых проясляется желание скорее разрубить, чем терпеливо развязать Гордиев узел» [14, с. 228].

Чтобы понять увлечение (а это было увлечением) плавающими льдами, которым Ч. Ляйель сначала придавал роль главного фактора в разносе валунов и в штриховке скал, нужно представить себе географическую осведомленность ученого мира первой половины XIX в. В эти годы мореплаватели познакомились с плавающими льдами, но ученые еще почти ничего не знали о материковых покровах Гренландии и Антарктики. Вспомним исторические плавания русских у северных берегов Сибири, настойчивые поиски северо-западного прохода через пролив Девиса, плавания Кука (1772—1773), Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева (1819—1821), Д. Росса (1840—1843) у плавающих льдов берегов Антарктиды. Основной стихией, которая обогащала знания мореплавателей, были плавающие льды, а о материковых льдах науке было известно еще очень и очень мало. Пионером в деле изучения Гренландского ледникового покрова был Х. Ринк, исследования которого проводились в 1848—1851 гг. Таким образом, теория плавающих льдов, выдвинутая Ч. Ляйелем в 1830 г., была детищем своего времени, опираясь на существующие географические знания и была такой же основанной на фактах теорией, как и теория материкового древнего оледенения Альп.

Но и в те времена уже хорошо знали, что айсберги — это осколки материковых льдов, спустившихся в море. И эта связь плавающих и материковых льдов часто фигурирует в научных сочинениях. Весьма характерны в этом отношении воззрения Ч. Дарвина, единомышленника и младшего современника Ч. Ляйеля.

Ч. Дарвин (1809—1882) совершил свое знаменитое путешествие на «Биггле» (1831—1835), имея с собой том «Основ геологии» Ч. Ляйеля. Продолжительное время провел он на Огненной Земле, где познакомился с плавающими льдами и с порождающими их ледниками. Ряд статей Ч. Дарвина посвящен плавающим льдам, ледникам и отложенными ими наносам. В его статьях есть ссылки на Ч. Ляйеля, но в основу их положены собственные наблюдения. «Ввиду того что один из двух вышеописанных способов переноса эрратических валунов, а именно посредством айсбергов из ледников, в настоящее время действительно наблюдается на берегах Южной Америки, мы, естественно, приходим к выводу, что это и был главный агент при переносе громадного количества валунов, некогда происходившем на гораздо большем пространстве», — пишет Ч. Дарвин в 1841 г. [9, с. 582]. Однако он не забывает и о роли самих ледников: «Мы имеем, однако, самые явные доказательства, — указывает он в другой своей статье, — существования ледников в нашей стране (Англии, — К. М.); и, по-видимому, когда суша находилась на более низком уровне, некоторые ледники... достигали моря, где иногда образовывались покрытые обломками айсберги» [9, с. 599].

Такова гипотеза плавучих льдов, естественная гипотеза первой половины XIX в., противоположная теории потопа и катастроф. Ее недостаток совершенно иного порядка. Гипотеза плавучих льдов отражала положительные, но ограниченные знания своего времени. Она переоценивала значение плавучих льдов и недооценивала значение льдов материковых, которые ею не отрицалась. Ограниченность ее простительна для своего времени. Ее преодолел сам Ч. Ляйель, признавший роль материковых льдов после посещения им альпийских ледников. Если уже молодой Ч. Ляйель, как мы видели, не отрицал материкового оледенения, то это тем более справедливо для «позднего» Ч. Ляйеля. Предоставим слово ему самому.

«Чтобы вполне рассмотреть этот вопрос,— пишет Ч. Ляйель,— я должен сначала привести несколько новейших теоретических взглядов относительно вопроса о ледниках. Разбирая его в «Принципах Геологии», гл. XV и в «Элементах Геологии», гл. XI, я сказал, что вся масса ледника находится в постоянном движении и что глыбы камней, оторванные от окружающих скал, точно так же, как грязь и песок, увлеченные с окружающих вершин лавинами и дождем, пристают к его поверхности и постепенно образуют вокруг него гряды продолговатых холмиков, называемых в Швейцарии „моренами“» [14, с. 220]. «Если ледники достигают моря,— продолжает Ч. Ляйель,— только что упомянутые нами морены могут быть отнесены на неопределенное расстояние и отложиться на дне моря в том месте, где лед растаял» [14, с. 221]. Далее описываются эвратические валуны и ледниковая полнровка как признаки материкового оледенения. Вместе с тем отмечается, что область материкового оледенения все же меньше области современных плавучих льдов.

«Скандинавия была когда-то покрыта льдом и служила центром распространения валунов»,— так озаглавлена следующая часть главы XIII. «Я готов допустить,— писал Ч. Ляйель,— что большая часть ледниковых явлений происходила в этой стране над поверхностью моря» [14, с. 223]. Он ссылается на наблюдения Ринка в Гренландии в 1853 г. «Первоначально, по всей вероятности, в Скандинавии был период отдельных ледников, затем ледниковое состояние, сходное с нынешним состоянием Гренландии, а после, в период уменьшения льда... громадные отдельные ледники наполняли большую часть равнин» [14, с. 228]. Наконец, «произошло общее таяние всех постоянных льдов» [14, с. 228]. О континентальном оледенении Скандинавии (включая Финляндию) Ляйель пишет и на следующих страницах своего труда. Далее описывается континентальное оледенение Шотландии. Выше 2000 футов над уровнем моря в Шотландии были континентальные льды. Но до этой высоты Шотландия погружалась под уровень моря. Ляйель упоминает далее, что еще в 1840 г. он описывал льды древнего континентального оледенения Шотландии: «В заметке, напечатанной в 1840 г. о древних ледниках Формершира, я старался показать...» [14, с. 237]. Ч. Ляйель [14] упоминает о следах древнего материкового оледенения и о разносе моренного материала плавучими льдами на с. 257—258; на с. 258 приводит рисунок «бараньих лбов», обточенных движением материковых льдов, а на с. 254 приведена карта, показывающая погружение Британских островов под морской уровень «в продолжение одной части ледникового периода» [14, с. 254].

В общем, Великобритания пережила такие «последовательные географические состояния»: два периода поднятия и два периода погружения.

В следующей, XV главе [14] описывается подробно древнее материковое оледенение Швейцарии. Это был четвертый центр материкового оледенения (первые три — Скандинавия, Шотландия и Уэльс [14, с. 277]). Указывается множество признаков древнего оледенения. Ледники дважды наступали и дважды отступали. Глава XVIII озаглавлена «Ледниковый период в Северной Америке». «В Северной Америке,— пишет Ляйель — встречаются следы ледниковых действий, в столь же значительных, если не больших, размерах, чем в Европе» [14, с. 337], причем «мы встречаем те же затруднения, как и в Европе, стараясь различить ледниковые образования материкового и морского происхождения» [14, с. 340]. Здесь также было несколько центров оледенения, которые «некогда посылали свои ледники в окружающие долины» [14, с. 341]. Описывается и много признаков разноса моренного наноса плавучим льдом. Ч. Ляйель уже знает, что валунный нанос встречается в Америке на 10° к югу по сравнению с Европой.

Итак, совершенно неверно изображать Ч. Ляйеля противником теории древнего материкового оледенения.

П. А. Кропоткин совершенно правильно резюмировал эволюцию Ч. Ляйеля, который под влиянием новых данных признал великое древнее материковое оледенение.

Излишне было бы перечислять здесь все те труды, отмечает П. А. Кропоткин, которые явились между 1840 и 1860 г. и расшатали веру в гипотезу плавающих льдин... Но тем не менее, например, Ч. Ляйелю... потребовалось с 1840 г. целых 17 лет, чтобы поколебаться в своей вере: в 1857 г. он наконец посетил Швейцарию, чтобы лично убедиться в справедливости морской или ледниковой гипотезы, и, наконец, только в 1863 г. он издал «Древность человека», где окончательно санкционировал своим авторитетом учение о ледниковых покровах, конечно совершив при этом «отступление в порядке» от своих прежних воззрений, т. е. с целым рядом ограничений, уступок и оговорок в их пользу. Санкция Ч. Ляйеля имела громадное значение, особенно в Англии, и с 1863 года, особенно в начале семидесятых годов, начинает появляться уже большое количество исследований, где ледниковая гипотеза исповедуется более или менее смело [11].

Действительно, читатель мог видеть, что в своем итоговом сочинении 1863 г. Ч. Ляйель [13] признает теорию древнего материкового оледенения. И если его воззрения и отличаются, например, от воззрения автора этих строк, то только в оценке роли плавающих льдов, деятельность которых и я, однако, нисколько не отрицаю. Зато нужно отметить, что взгляды двух авторов — противников «гляциализма» совершенно иные, чем взгляды Ч. Ляйеля, хотя эти авторы на него и ссылаются.

Итак, мы разделяем во многом и даже в основном взгляды Ч. Ляйеля, но только не желаем повторять те его ошибки, от которых он сам впоследствии отказался.

Таким образом, естественнонаучная мысль к середине XIX столетия была представлена двумя борющимися течениями — катастрофизмом Ж. Кювье и эволюционизмом Ч. Ляйеля. Идейные преимущества второго течения несомненны. Но и оно имело тот общий недостаток, что признавало эволюцию только как постепенное развитие. Один из частных недостатков воззрений Ч. Ляйеля состоял в переоценке деятельности плавающих льдов, отчего и сам Ч. Ляйель впоследствии отказался. Взгляды И. Г. Пидопличко и П. С. Макеева, несомненно, близки к взглядам Ч. Ляйеля и по общему и по специальному содержанию (постепенность развития, гипотеза плавающих льдов). Они имеют и много недостатков, которых не имели взгляды Ч. Ляйеля, и они не могут быть оценены иначе как неверные взгляды.

Удивительно, что И. Г. Пидопличко (в отличие от Ч. Ляйеля) не упоминает о современных ледниковых покровах. Но ведь они существуют. И если их раньше не было или они были меньше современных льдов суши, то тогда мы оказываемся современниками максимального распространения льдов, т. е. современниками ледникового периода. К такому выводу, убийственному для гипотезы И. Г. Пидопличко и П. С. Макеева, приводит последовательное применение их же гипотезы.

Заключение.

1. Данные И. Г. Пидопличко об эволюции фауны в четвертичном периоде представляют большую научную ценность. Но они вполне совместимы с теорией материкового оледенения. Они несовместимы лишь с ультрагляциалистическими воззрениями и служат убедительным опровержением последних.

2. Авторам принадлежит та существенная заслуга, что ими впервые показан острый методологический смысл теории о ледниковом периоде.

3. Возражения против теории материкового оледенения несостоятельны, а выдвигаемая ими гипотеза Балтийско-Беломорского бассейна неудовлетворительна, так как: а) не приводятся данные, опровергающие материковую природу ледникового комплекса; б) не приводятся данные, доказывающие существование Балтийско-Беломорского бассейна, как его рисуют себе оба автора; в) ссылки на основные литературные источники неверны; г) попытка опорочить методологию теории материкового оледенения несостоятельна; д) конкретные представления авторов устарели и повторяют представления, высказанные более 100 лет назад; е) методологическая основа гипотезы авторов имеет существенный недостаток, заключающийся в преувеличении постепенности развития явлений природы.

1. Визе В. Ю. Климат морей Советской Арктики. Л.; М.: Главсевморпуть, 1940. 123 с.
2. Вильямс В. Р. Почвоведение. 6-е изд. М.: Сельхозгиз, 1949. 472 с.
3. Воейков А. И. Колебания и изменения климата.— Изв. РГО, 1894, т. 30, вып. 5, с. 543—578.
4. Воейков А. И. К вопросу о колебании климата.— Метеорол. вестн., СПб, 1902, № 1, с. 1—12.
5. Воейков А. И. Климатические условия ледниковых явлений настоящих и прошедших (1881).— Избр. соч. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, с. 321—364.
6. Воейков А. И. Новейшие исследования ледников и причин их изменений (1882).— Избр. соч. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, с. 365—375.
7. Герасимов И. П., Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР. М.; Л., 1939. 462 с. (Тр. Ин-та географии АН СССР; Вып. 33).
8. Горещкий Г. И. Карельское межледниковое море.— Вопр. географии, М., 1949, сб. 12 с. 97—132.
9. Дарвин Ч. Сочинения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. Т. 2. 683 с.
10. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. СПб., 1892. 128 с.
11. Кропоткин П. А. Исследования о ледниковом периоде. 1876. 43 с. (Зап. РГО по общей географии; Т. 7. Вып. 1).
12. Кювье Ж. Рассуждение о переворотах на поверхности земного шара. М.; Л.: Биомедгиз, 1937. 368 с.
13. Ляйэль Ч. Древность человека: Геологические доказательства древности человека с некоторыми замечаниями о теории происхождения видов: Пер. с 3-го англ. изд. СПб., 1864.
14. Ляйэль Ч. Основные начала геологии: Пер. с англ. М., 1866.
15. Марков К. К. Палеогеография. М.: Географгиз, 1951. 274 с.
16. Наливкин Д. В. Геологическое строение Памира и Бадахшана. М.; Л.: Госгеонефтьиздат, 1932. 104 с.
17. Обручев В. А. Признаки ледникового периода в Северной и Центральной Азии.— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1931, вып. 3, с. 43—120.
18. Пидопличко И. Г. О ледниковом периоде. Киев: Изд-во АН УССР, 1946. Вып. 1. 171 с.
19. Пидопличко И. Г. О ледниковом периоде. Киев: Изд-во АН УССР, 1954. 220 с. Вып. 3.
20. Пидопличко И. Г., Макеев П. С. О климатах и ландшафтах прошлого в свете данных палеозоологии и физгеографии. Киев: Изд-во АН УССР, 1952. Вып. 1. 88 с.
21. Попов В. И. Материалы по истории древнего оледенения Памира, Бадахшана и Дарваза. М.: 1932. 53 с. (Тр. Всесоюз. геол.-развед. об-ния; Вып. 242).
22. Райков Б. Е. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина.— В кн.: Материалы к истории эволюционной идеи в России. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951, т. 2.
23. Сакс В. Н. Четвертичный период в Советской Арктике. М.; 1948, 135 с. Тр. НИИ ГА; Т. 201).
24. Шуровский Г. Е. Эратические явления.— Рус. вестн. 1866, № 19.

ЛЕДНИКОВАЯ ТЕОРИЯ¹ (исторический очерк)

Ледниковой теорией мы будем называть основные представления о древнем оледенении четвертичного периода—антропода—антропогена. Известно, что в основу этих представлений положена концепция древнего материкового оледенения.

Нам представляется целесообразным попытаться дать очерк истории ледниковой теории. Хотя многие выводы этой теории разделяются большинством исследователей, однако на протяжении восьми десятков лет господства ледниковой теории не было сделано ни одной попытки ее изложения на русском языке, если не считать кратких о ней замечаний. Между тем история создания этой теории в нашей стране гораздо более сложна, чем это часто думают.

Имеются работы общего характера по физической географии, где несколько страниц посвящено истории ледниковой теории и правильно указываются три основных этапа развития ледниковой теории: потоков, плавающих льдин и материкового оледенения. Указывают, что в последней почти одновременно (в 1875-е годы) решающее слово сказали русские (П. А. Кропоткин, Ф. Б. Шмидт), шведский (О. Торель) и шотландский (Дж. Гейки) ученые. Но это слишком краткие замечания по истории ледниковой теории.

Проблема древнего оледенения вызывает такой огромный интерес в науке и породила настолько обширную литературу, что было бы уместным попытаться дать и более развернутое изложение самой истории ледниковой теории.

¹ Напечатано по кн.: Очерки по географии четвертичного периода, М.: Географгиз, 1955, с. 298—337.— *Ред.*

Мы уже говорили, что основное положение современной ледниковой теории, а именно материковость древнего оледенения, было почти одновременно провозглашено и в России и в Западной Европе.

В Западной Европе современные представления о древнем оледенении возникли ранее всего в Альпах. Альпы лежали в центре западноевропейского культурного мира, через них пролегли торговые пути, они издавна посещались учеными. Многие горные районы нашей страны вошли в состав России во второй половине прошлого столетия, а до этого они не были доступны изучению.

Альпы вообще представляют большое преимущество для исследователя древнего оледенения. Это преимущество состоит в том, что Альпы имеют и современное оледенение, так что исследователь следов древнего оледенения имеет возможность видеть их аналоги в «живом» виде в современных ледниках. Эти сравнения не могли делать исследователи равнин Средней и Северной Европы. Поэтому совершенно естественно, что первые успехи ледниковой теории сделаны именно в Альпах, а отсюда она стала распространяться на другие районы Западной Европы и Северной Америки. Перечислим основные этапы развития ледниковой теории альпийскими учеными.

Первое научное описание ледников Альп дал И. Шейхцер (1707 г.).

Первое упоминание о древних моренах Гриндельвальдского ледника с выводами о больших размерах древних ледников встречаются у Кюи (1787 г.) и у Соссюра (1796, 1803 гг.).

Значение древних морен и эрратических валунов как свидетелей обширного древнего оледенения Альп в более общей форме показал И. Венец в 1821 г. Ученик И. Венеца Ж. Шарпантье с 1834 г. выступает с концепцией обширного древнего оледенения Альп. В своей книге [71], изданной в 1841 г. в Лозанне, он совершенно определенно пишет об обширных древних ледниках Альп и утверждает, что гипотеза дилювиальных ледников единственная удовлетворительно и до малейших подробностей объясняющая все особенности эрратической области; ...что существование этих ледников и воздействия, которые они произвели, не могут более относиться к категории гипотез; ...что эрратическая область — это область наноса, отложенного ледниками» и т. д. (разрядка моя. — К. М.). Что касается происхождения обширного древнего оледенения Альп, то Ж. Шарпантье объяснял его высотой Альп, которую и он считал больше современной.

Одновременно с Ж. Шарпантье с доказательствами огромных размеров древних ледников Альп выступает Ж. Агассис, деятельность которого продолжалась значительно дольше первого. В лице Ж. Агассиса мы видим наиболее разностороннего и яркого представителя альпийской школы середины прошлого века. Он окончательно подтвердил суждения своих современников и распространил их на внеальпийские территории. В последнем вопросе он оказался эклектиком, объединив достоверные наблюдения, сделанные в Альпах, с ошибками теории катастроф Ж. Кювье.

Жан Луи Агассис известен и как гляциолог, и как зоолог. Его гляциологические исследования относятся к 30-м и 40-м годам прошлого века, а основной труд в этой области — «Исследования о ледниках» — опубликован в 1841 г. [70]. В этом сочинении, заключающем 18 глав, три последние посвящаются ледниковой теории. В последней главе Ж. Агассис говорит о прежнем существовании больших ледяных полей вне области Альп [70]. Главнейшие положения Ж. Агассиса могут быть сведены к двум тезисам.

1. В Альпах древние ледники спускались до основания гор. Альпы напоминали в то время ледяное море. «Это ледяное море посылало во все стороны через большие долины древние ледяные потоки вниз, к Швейцарским и Итальянским равнинам».

2. За пределами Альп «земля покрылась ледяной корой, простиравшейся от Северного полюса на большую часть Северного полушария» [70, с. 284] — на территории Европейской России и Северной Америки.

Эти события предшествовали поднятию Альп, в это время вымерли мамонты. Ж. Агассис прямо объявляет себя последователем Ж. Кювье и приводит его слова: «Отпадают

все гипотезы постепенного охлаждения Земли. Какая бы причина их (речь идет о мамонтах.— К. М.) ни уничтожила, она должна была явиться внезапно» [70, с. 289].

Таким образом, Ж. Агассис выступает сторонником катастрофических взглядов Ж. Кювье на причины физико-географических изменений «дилювиального» периода.

Работа Ж. Агассиса имела большое влияние на его современников: он распространил свои исследования на Шотландию, а переехав затем в Америку, пропагандировал их для американской «почвы».

Эти работы могут считаться завершающими то пятидесятилетие, в течение которого создавалась ледниковая теория материкового горного (альпийского) оледенения.

Основное, что было сделано в течение указанного этапа, представляет собой положительный вклад в науку. Главное исследование было выполнено в результате добросовестного изучения ледников, их морен и морен древних ледников. Дедукция представляла собой сопоставление сходных признаков современного и древнего оледенения и вытекавшее из сравнения правильное умозаключение о больших размерах древних ледников по сравнению с современными ледниками.

Известен рассказ Ж. Шарпантье, подчеркивающий индуктивный характер его обобщений; они впервые возникли у Ж. Шарпантье в 1815 г. во время ночевки в Альпах у перевала Сен-Бернар после беседы с жителями одной из горных альпийских деревень. Единственную оговорку требуют взгляды Ж. Агассиса. Он наблюдал и обобщал добытые им и его товарищами наблюдения. Но в своих наиболее широких обобщениях Ж. Агассис оторвался от фактов и составленное на основании литературных данных представление об огромных ледниковых покровах («коре») равнин обобщал под углом зрения катастрофических воззрений Ж. Кювье (1769—1832). Катастрофизм Ж. Кювье неприемлем совсем не потому, что он признавал катастрофы. Катастрофы в общественных и природных явлениях признает и диалектический материализм. Представления Ж. Кювье о катастрофах неприемлемы потому, что причина катастроф у него была мистической и катастрофизм его не допускал анализа исторического развития природы (и общества). Такими же были и обобщения Агассиса о ледяной коре, по чему-то и в результате какой-то катастрофы покрывшей огромные пространства суши.

Взгляды Ж. Кювье очень хорошо подтверждают его слова: «Большая часть катастроф... была внезапной, и это легко доказать, в особенности в отношении последней из них, которая двойным движением затопила, а затем осушила наши современные континенты или, по крайней мере, большую их часть. Она оставила в северных странах трупы крупных четвероногих, которых окутали льды и которые сохранились до наших дней вместе с кожей, шерстью, мясом. Если бы они не замерзли тотчас после того, как были убиты, гниение разложило бы их... Стало быть, один и тот же процесс и погубил их, и оледененил страну, в которой они жили. Это событие произошло внезапно, моментально, без всякой постепенности... [32, с. 82].

Существенная черта не должна ускользнуть от читателя приведенной цитаты: Ж. Кювье [32] заявляет о катастрофе недавнего геологического прошлого, выразившейся в похолодании и в потопах². Этого последнего шага Ж. Агассис еще не сделал но очень скоро его сделали другие. Начиналось вторжение теории потопа, которая грозила «затопить» первые положительные завоевания теории древнего материкового оледенения.

II

Однако ледниковая теория материкового оледенения продолжала делать дальнейшие успехи. Теперь уже на первое место выдвигались работы исследователей севера Европы, в особенности двух из них — шотландца Дж. Гейки (J. Geikie) и шведа О. Тореля (O. Torell). Поле работы этих двух ученых — Шотландия и Скандинавия. Нельзя не отметить, что и здесь, подобно Альпам, природные условия благоприятствовали развитию ледниковой теории древнего материкового оледенения.

² Дилювиальная теория (diluvium — потоп).

В Скандинавии можно наблюдать образования современных форм оледенения, а формы древнего оледенения исключительно свежи. Они не только обращают на себя внимание, но и запрашиваются на сравнение с современными, ледниковая и материковая природа которых несомненна.

Оба исследователя выступили со своими основными сочинениями в 70-х годах XIX столетия. О. Торелю много способствовали, помимо наблюдений в Скандинавии, поездки в Гренландию, на Шпицберген и в Альпы, на что он сам ссылался. Первые два предприятия были тогда уже вполне доступны, и О. Торель обладал преимуществом, которого не имели его альпийские предшественники тремя десятилетиями ранее³. Но прежде остановимся на сочинении Дж. Гейки «Великий ледниковый период» [73] как на наиболее крупном.

Дж. Гейки первый в Западной Европе выступил с обширным трудом (575 с.), развивающим теорию материкового оледенения. До него такие же взгляды высказали для Шотландии А. Рамсей, для Северной Америки — Д. Дена⁴, но в краткой и не всегда законченной форме.

Книга Дж. Гейки издана в 1874 г. Под предисловием стоит дата — декабрь, 1873 год. В книге 32 главы. Из них 20 глав о физико-географических условиях ледникового времени в Шотландии; три главы — о послеледниковых отложениях; четыре главы посвящены сравнению ледниковых отложений Шотландии с ледниковыми отложениями других стран; четыре последние главы — древнему человеку.

Заметим также, что в главе второй специально описывается морена (the till), в главе пятой — современный Гренландский ледниковый покров.

Таким образом, в этой работе не только утверждается основной тезис ледниковой теории материкового оледенения, но и разрабатывается ряд частных вопросов, важных для доказательства и основного тезиса.

На первых же страницах своей книги Дж. Гейки [73] объявляет себя решительным сторонником теории материкового оледенения и противником теории катастроф: «Мы проникаем в события, находящиеся в полном контрасте тому, что глаз в настоящее время видит в этих широтах: географические и физические изменения самого грандиозного характера проходят перед нами: мы видим наши острова и Северную Европу, когда-то покрытые снегом и льдом» (разрядка моя. — К. М.) [73, с. 2].

Итак, речь идет о событиях, находящихся в полном контрасте с современностью. Не причастен ли и Дж. Гейки (подобно «позднему» Ж. Агассису) к катастрофизму Ж. Кювье?

Дж. Гейки [73] сам высказывается следующим образом: «Ледниковое время, — пишет он, — иным ученым представлялось как ряд диких катаклизмов и конвульсий, в действительности — результат долгих изменений, каждое из которых протекало (путем) переходов одного в другие» (разрядка моя. — К. М.) [73, с. 5]. Дж. Гейки отрицает и теорию дрейфа. Он заявляет: «Морена не отложение айсбергов; штрихованные и округленные скалы могли быть штрихованы и округлены только материковым льдом» (by land ice).

Мы уже указывали, что Дж. Гейки опирается в своих выводах на хорошее знание свежих ледниковых следов в Шотландии⁵. Он опирается и на литературные сведения о современном материковом оледенении суши, представленные в 40—50-х годах Х. Ринком (Гренландия) и Дж. Россом (Антарктида).

Покров льда (по Гейки) распространяется на Англию, Скандинавию, отсюда на часть Европейской России, многие районы Азии и всю северную половину Северной Америки.

На последних страницах книги ученый вновь заявляет: «В течение последних

³ Основное сочинение О. Тореля [79] о древнем материковом оледенении Швеции опубликовано на шведском языке в 1872 г. под названием «Исследования о ледниковом периоде».

⁴ Д. Дена [72] в 1863 г. описал «дрифт» в Северной Америке. Он сравнивает дрейфовую и ледниковую теории и делает вывод, что «ледниковая теория более удовлетворительна, но айсберговая теория сохраняет значение в некоторых случаях для окраины материков».

⁵ Шотландия, как известно, находилась в области последнего оледенения. Поэтому следы оледенения здесь очень свежи.

200 000 лет вся Северная Европа и Северная Америка исчезли под толстым покровом льда и снега... В это время Скандинавские горы... посылали к югу покров льда, который не только заполнил бассейн Балтийского моря, но и покрыл Финляндию и надвинулся на равнину Северной Германии...» [73, с. 505].

Дж. Гейки считал, что ледниковых эпох было несколько; точнее, одна межледниковая эпоха считалась им твердо установленной и допускалось наличие еще нескольких, более древних.

Мы намеренно остановились на сочинении Дж. Гейки сравнительно подробно, так как оно мало известно советским читателям. А между тем автор решительно развивал ледниковую материковую теорию.

Еще несколько слов об О. Тореле. В 1873 г. в свет вышла большая статья Тореля (доклад, прочитанный им 11 декабря 1872 г.), содержащая выводы в пользу материковой теории древнего оледенения. В статье О. Торель [79] ссылается на свои наблюдения в Скандинавии, Альпах, Исландии и на Шпицбергене. Он критикует и Ч. Ляйеля. Из русских упоминает Бетлинга и Гельмерсена (первый не разделял материковую теорию, второй занимал компромиссную точку зрения).

Но наиболее громкую известность О. Торель получил после выступления перед германской аудиторией. Содержание его излагалось десятки раз. В 1875 г. в Берлин приехал О. Торель. Он сделал сообщение [80] в собрании Германского геологического общества и доказал, что ледниковые шрамы на поверхности раковинного известняка в окрестностях Берлина представляют собой следы материковых льдов. Германские исследователи до этого времени исповедывали теорию потопа или теорию плавающих льдов. В дальнейшем они становятся сторонниками теории материкового оледенения. Этот перелом в воззрениях германских ученых излагают крайне упрощенно, поэтому мы ниже несколько подробнее остановимся и на исходных взглядах, господствовавших в 70-х годах в Германии, и на выступлении О. Тореля.

III

Действительно, в среде германских исследователей «дилювия» господствовали течения, отрицавшие материковую ледниковую природу валунного «наноса». Известно, что господствующими были две теории: 1) потопа (дилювиальная) и 2) плавающих льдов (дрифта). Вторую из них иногда определяют как промежуточное звено между теорией потопа и теорией льдов материковых. Формально это именно так. По существу же теория потопа и теория плавающих льдов также основываются на диаметрально противоположных общенаучных предположениях.

Основателем теории потопа в начале XIX столетия был, как мы видели, Ж. Кювье. Причины потопа (и вообще катастроф) он считал непознаваемыми. В этом и заключается основа реакционности взглядов Кювье. Его могущественные последователи (в Германии — Л. Бух и А. Гумбольдт, во Франции — Э.-де-Бомон) обеспечили господство теории потопа в течение нескольких десятилетий.

Совсем другие истоки у дрифтовой теории, проще — теории плавающих льдов, успеху которой более всего способствовал Ч. Ляйель (1797—1875), выступивший с нею в 1830 г. Теория плавающих льдов основана на наблюдениях и фактах и совершенно противоположна теории катастроф. Бурные события ледникового периода она стремилась объяснить на основе явлений, наблюдаемых в природе. Теория плавающих льдов Ч. Ляйеля есть часть его системы актуализма. Ч. Ляйель был принципиальным противником катастрофизма. В своих «Основных началах геологии» он писал, что у него «отбрасываются все теории, которые допускают внезапные и насильственные потрясения и перевороты... — теории, которые не сдерживаются никакими указаниями на существующие аналогии и в которых проявляется желание скорее расцечь, чем терпеливо развязать гордиев узел» [34, с. 228].

Чтобы понять увлечение (а это было увлечением) плавающими льдами, которым придавалась роль главного фактора и в разnose валунов, и в штриховке скал, нужно представить себе географическую осведомленность ученых в первой половине XIX в. В эти годы мореплаватели ознакомились с плавающими льдами, но еще почти ничего не знали о материковых покровах Гренландии и Антарктиды. Вспомним известные

плавания русских у северных берегов Сибири, настойчивые поиски северо-западного прохода через пролив Девиса, плавания Дж. Кука (1772—1773), Ф. Беллинсгаузена и М. Лазарева (1819—1821), Д. Росса (1840—1843) в плавучих льдах у берегов Антарктиды.

Основной ледяной стихией, которая обогащала знания мореплавателей, были плавающие льды, а о материковых льдах, науке было известно еще очень мало. Нужно было обладать незаурядной научной интуицией, чтобы, подобно Дж. Гейки, ссылаться на наблюдения Д. Росса в Антарктиде и делать заключения о роли материковых льдов. Что касается Гренландии, то западноевропейские ученые признают пионером в деле изучения Гренландского ледникового покрова Х. Ринка, исследования которого проводились в 1848—1851 гг.

Ч. Дарвин (1809—1882) совершил свое знаменитое путешествие на «Биггле» (1831—1835 гг.), имея с собой том «Основных начал геологии» Ч. Ляйеля. Он продолжительное время провел на Огненной Земле, где ознакомился с плавающими льдами и с порождающими их ледниками. Ряд статей Ч. Дарвина посвящен плавающим льдам, ледникам и отложенному ими наносу. В его статьях есть ссылки на Ч. Ляйеля, но в основу их положены собственные наблюдения [12].

Таким образом, теория плавающих льдов, выдвинутая Ч. Ляйелем в 1830 г., была естественным детищем своего времени. Она опиралась на существовавшие географические знания и была такой же индуктивной, как и теория материкового древнего оледенения Альп. Она отражала ограниченные знания своего времени: переоценивала значение плавающих льдов (роль которых не отрицал полностью и Дж. Гейки, ее не отрицают и современные исследователи) и недооценивала значение льдов материковых.

Однако ни Ч. Дарвин, ни Ч. Ляйель не отрицали древнего материкового оледенения; они прекрасно знали, что айсберги — порождение материковых льдов и без них возникнуть не могут. Ч. Ляйель никогда не отрицал материкового оледенения. Но особенно признал он его значение после 1857 г. В этот год Ч. Ляйель посетил Альпы и воочию убедился в обширных размерах древних материковых льдов. Это оказало на него большое влияние, и в своем позднем сочинении о древности человека Ляйель придает древним материковым льдам огромное значение. Он описывает древние материковые льды Скандинавии и Финляндии, Шотландии, Альп и Северной Америки. Первоначально, по всей вероятности, в Скандинавии был период отдельных ледников, затем ледниковое состояние, сходное с нынешним состоянием Гренландии, а после, в период уменьшения льда, громадные отдельные ледники наполняли большую часть равнины; отметил Ч. Ляйель [33].

Таким образом, Ч. Ляйель и в ранние, а особенно в более поздние годы своей научной деятельности, признавал наличие древних материковых ледниковых образований, далеко превосходивших своими размерами современные льды суши⁷.

IV

Эту ограниченность преодолел, как мы видели, Дж. Гейки, который у же мог использовать наблюдения над современными материковыми льдами. А в то же время (1870-е годы) его современники — германские исследователи — оставались приверженцами теории потопа или теории плавающих льдов.

Нам думается, объяснением отсталости взглядов германских ученых того времени могут служить следующие два обстоятельства. Первое состоит в сильном влиянии, испытываемом со стороны соотечественников-катастрофистов Л. Буха и А. Гумбольдта. Вторая причина та, что Германия как поле исследования, будучи расположена большей частью за пределами распространения наиболее свежих следов древнего оледенения, не могла представить исследователю столь ярких следов материковой природы оледенения, как, например, Шотландия и Скандинавия.

Теперь перейдем к выступлению О. Тореля [80] в германском геологическом обществе 3 ноября 1875 г. Хотя это выступление самими немецкими учеными признается решаю-

⁷ Подробнее см.: Марков К. К. Антигляциализм.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1955, № 1.— *Ред.*

шим для дальнейшего направления ледниковой теории, однако изложение его ограничено лишь полутора страницами протоколов заседаний вышеупомянутого общества. «Господин Торель,— гласит протокол,— сообщил о совместной экскурсии, предпринятой в Редерсдорфские известняковые горы с Берендтом и Ортом, целью которой являлось нахождение ледниковой полировки и шрамов, указанных еще в 1836 г. Зефстрёмом на поверхности коренных раковинных известняков». Протокол отмечает: «Опираясь на эти наблюдения, он (О. Торель.— К. М.) развил взгляд, что оледенение Скандинавии и Финляндии распространялось на северогерманскую и северорусскую низменности» [80, с. 961—962].

И наконец, тот же протокол констатирует оживленную дискуссию, последовавшую за докладом: трое выступали с возражениями и только один — с поддержкой взгляда, высказанного О. Торелем.

Через четыре года после выступления О. Тореля была напечатана большая статья молодого А. Пенка, который, отмечая большое еще влияние теории плавающих льдов («считают почти общепризнанным, что валунные отложения Северной Европы являются отложениями вод, по которым плавали большие айсберги»), выступает решительным сторонником теории материкового оледенения. А. Пенк, как и Дж. Гейки, объявляет себя сторонником множественности оледенений.

Итак, к концу 70-х годов прошлого столетия теория материкового оледенения одержала верх над теорией плавающих льдов и теорией потопа.

В 50-х годах прошлого столетия в России были заложены первые основы этой теории.

ЛЕДНИКОВАЯ ТЕОРИЯ В РОССИИ

I

Изложить заслуги русских ученых в разработке ледниковой теории труднее, чем сделать это в отношении ученых Западной Европы. В Западной Европе уже давно и тщательно собирали подобного рода сведения о своих соплеменниках. Что касается наших соотечественников, то они мало потрудились, чтобы отметить и оценить гигантский труд, вложенный в развитие ледниковой теории русскими учеными. Единственное исключение составляет известная статья акад. В. А. Обручева [43] «Признаки ледникового периода в Северной и Центральной Азии (исторический очерк и сводка наличных данных)», а также многотомный труд того же автора по истории геологического изучения Сибири [40]. Но такой сводки мы не имеем для европейской части нашей страны и Кавказа. Вряд ли поэтому и наш очерк — первая попытка в этом роде — будет исчерпывающим. Полностью можно было бы достигнуть этого, просмотрев всю естественнонаучную литературу, начиная со второй половины XVIII в. Но сделать это мы не имели возможности. Поэтому нужно предполагать, что и в нашем очерке имеются пропуски.

Вторая трудность связана с обширностью и разнообразием природных условий нашей страны в ее настоящем и в ледниковом периоде, а из этого — и с разнообразием проявлений ледникового периода. Само понятие ледниковой теории применительно к природе нашей страны расширяется: возникают новые вопросы, которые не разрешались западноевропейскими учеными.

Небольшая северо-западная часть России могла представить исследователю явственные следы древнего материкового оледенения, как это было в Шотландии и Швеции. Что касается высокогорных районов, то они оставались еще за пределами Русского государства, были вовсе не доступны для русских ученых или достигались в результате отдельных героических экспедиционных рейдов.

Поэтому можно лишь поражаться вкладу русских ученых в ледниковую теорию.

Развитие ледниковой теории в России проходило в борьбе мнений. Оно совсем не представляло собой простого победного марша. Против т а к о г о изображения развития ледниковой теории в России с полным основанием протестовал В. А. Обручев⁸.

⁸ В. А. Обручев критиковал книгу С. Анисимова «Путешествия П. А. Кропоткина» [2]. С. Анисимов писал, что П. А. Кропоткин сделал гениальные теоретические обобщения, перевернувшие

В 50—70-е годы XIX в. (годы становления ледниковой теории на Западе) русские ученые на этом поприще достигли крупнейших успехов.

Большинство естествоиспытателей были в эти годы у нас сторонниками Ляйелевской теории плавающих льдов и таким образом находились под сильным влиянием наиболее прогрессивных взглядов. Распространению этих взглядов в России сильно способствовало и путешествие по России в 40-х годах английского географа и геолога Р. Мурчисона, сторонника Ч. Ляйеля. Однако было бы большой ошибкой считать, что эти представления у нас были следствием простого заимствования. Мы отмечали выше, что теория плавающих льдов отражала в первой половине прошлого столетия реальные географические сведения и опыт мореплавателей. Это утверждение еще более справедливо для русской науки, чем для науки зарубежной. О плавучих льдах уже много писал М. В. Ломоносов. Русские полярные экспедиции Ф. Беллинсгаузена и М. Лазарева в Антарктику и многие другие немало увеличили познания русской науки о плавучих льдах. Отсюда и возникли экстраполяции в недалеком геологическое прошлое.

Примеров господства указанных представлений можно привести множество. Так, например, А. Миддендорф [36] в 1860 г. объяснил эрратические валуны Таймыра заносом их плавучими морскими льдами. Подобные взгляды высказал в 1864 г. К. Гревингк [11] для Минусинского края. А. Д. Озерский, геолог и деятель Географического общества, исследователь Эстонии, в 1844 г. писал, что валуны разносились ледниками по морю. И далее: «Всего лучше кажется приписывать происхождение полированных плоскостей стиранию известняков ледяными глыбами, носившимися в глубоком море» [48, с. 306].

По-видимому, первым русским ученым, приписавшим северному «наносу» материковое ледниковое происхождение, был В. М. Севергин, который еще в 1815 г. писал: «Что касается в особенности до гор финляндских, то вероятно, что оные покрыты были древне вечными льдами... что льды покатили вместе с собой оторванные громады; что часть их оставили отдельно в болотах; стаявшие льды в глубинах произвели озера» [55, с. 356]⁹.

Однако отдельные высказывания не «создали погоды». Установление его сподвигло а теории материкового оледенения — заслуга главным образом К. Ф. Рулье, Г. Е. Шуровского, Ф. Б. Шмидта и П. А. Кропоткина. Остановимся ниже на трудах этих ученых.

III

Профессор Московского университета К. Ф. Рулье был одним из родоначальников теории материкового оледенения. Позволю себе привести подлинные его слова, подтверждающие вышесказанное. Рулье писал в 1852 г.: «Под конец третичной эпохи... северо-западные ледники, или глетчеры, постепенно подавались на юго-восток, бороздили и частью разрушили встречаемые ими на пути каменные породы и относили их, смотря по относительной величине оторванных частей, ближе или далее от первоначального места образования. Таким образом, северовосточная часть Германии и северо-западная часть России покрылись песками и глинами, остатками «огненных» пород Финляндии и Скандинавии, разрушенных движением вод и снегов» [54, с. 207—208]. Это не было «между прочим» брошенной мыслью.

К. Ф. Рулье в течение ряда лет занимался изучением геологии окрестностей Москвы и ознакомил с ней своих слушателей. Он открыл и изучал известное Троицкое обнажение четвертичных отложений, где при нем был найден скелет слона-трогонтерия.

прежние представления о северо-восточной части Азиатского материка, и установил в науке теорию о ледниковом периоде. Хотя заслуги П. А. Кропоткина в разработке ледниковой теории весьма велики, но подобное заявление слишком упрощает истину.

⁹ Об этих взглядах В. М. Севергина я узнал из статьи В. В. Тихомирова «Из истории возникновения геологии четвертичных отложений» [59].

Роль профессора Московского университета Г. Е. Щуровского (1803—1844), современника К. Ф. Рулье, как одного из создателей теории материкового оледенения, по-видимому, также мало известна нашим соотечественникам. Работа Г. Е. Щуровского [68] «Эрратические явления» напечатана в 1856 г. Он писал: «Итак, эрратические явления в сущности нисколько не отличаются от тех, которыми сопровождаются нынешние ледники. Но так как эти явления находятся вне пределов, занимаемых нынешними ледниками, то естественно заключить, что они зависели от ледников, которые имели гораздо большую величину, нежели нынешние: это были, по-видимому, гигантские ледники. Начавшись от самой верхней части альпийских долин, они должны были простираться до юры и на ней отлагать свои конечные или дугообразные морены.

Но действительно ли существовали когда-нибудь такие огромные ледники и при каком климате они могли образоваться? Прежде нежели мы будем отвечать на этих вопросы, посмотрим, не обнаруживаются ли где-нибудь эрратические явления иначе, нежели в Альпийских и других соседних с ними горах» [68, с. 370].

Приведенная цитата выражает обобщение, сделанное нашим передовым ученым-эволюционистом на основании обстоятельных личных исследований.

Г. Е. Щуровский выступает с воззрением о материковом покрове на Русской равнине, ссылаясь на свои наблюдения по пути от Твери в Рыбинск.

«Прошлым летом, — пишет Г. Е. Щуровский, — проезжая из Твери в Рыбинск, я встречал по дороге множество камней, которые имеют довольно значительную величину и лежат большими грудками или полосами на самой поверхности земли... У нас, в Московской губернии, они также находятся, хотя в меньшем количестве, нежели там».

«Каким образом они переносились реками или другой какой-либо движущей силой?» — задает вопрос Г. Е. Щуровский и отвечает следующим образом: «Эрратические явления... зависели от ледников, которые имели гораздо большую величину, нежели нынешние: это были, по-видимому, гигантские ледники» [68, с. 3—4].

Эта статья, в которой уже формулируется теория материкового оледенения равнин, была перепечатана с дополнениями в 1878 г. в юбилейном сборнике Г. Е. Щуровского [69]. В этом (позднем) варианте критикуется теория плавучих льдов и отмечаются заслуги Ф. Б. Шмидта, А. А. Иностранцева и особенно П. А. Кропоткина, из работы которого приведены выдержки.

Г. Е. Щуровский много лет изучал геологию и геоморфологию окрестностей Москвы. В бытность Г. Е. Щуровского профессором Московского университета (с 1835 г.) его вольнослушателем был Ф. Б. Шмидт [61]; С. Н. Никитин в юности экскурсировал в окрестностях Москвы вместе с Г. Е. Щуровским. Учеником его был и А. П. Павлов. А. А. Иностранцев [21] назвал Г. Е. Щуровского «Нестором русской геологии». С. Н. Никитин [44] писал, что 15-летним юношей он сопровождал Г. Е. Щуровского в качестве коллектора под Москвой и вспоминает его как своего первого учителя по геологии.

Таким образом, К. Ф. Рулье и особенно Г. Е. Щуровский являются родоначальниками русской школы ледниковой теории. Их воззрения были результатами специального изучения предмета, а не случайным, хотя и счастливым, домыслом. Они основали это течение в крупнейшем университете страны и имели последователей.

С такими же воззрениями на материковую природу оледенения выступили Ф. Б. Шмидт и П. А. Кропоткин,

IV

Ф. Б. Шмидт (1832—1911), геолог, ботаник и географ, известен своими экспедициями на о-в Сахалин и в Западную Сибирь за трупом мамонта, многолетними исследованиями палеозоя Прибалтики и разработкой ледниковой теории. К представлению о материковом характере оледенения севера Русской равнины Ф. Б. Шмидт пришел не сразу, но окончательно он изложил эту точку зрения ранее Дж. Гейки и О. Тореля.

Свои воззрения Ф. Б. Шмидт публиковал в 1865, 1867, 1871, 1872, 1875 гг. и позднее. Он основывал их на изучении поверхностных отложений Эстонии.

В 1865 г., описывая шрамы и валунный щебень (рихк) в Эстонии, Ф. Б. Шмидт объясняет их комбинацией ледниковой и дрифтовой теории, так как

шрамы на поверхности скал могут образовывать и плавучие льдины. Ф. Б. Шмидт отмечал, что теория материкового оледенения одна многого не объясняет, как, например, не объясняет движения льда против уклона местности [78].

По возвращении из Западно-Сибирской экспедиции в 1867 г. Ф. Б. Шмидт писал, что ледниковая формация в России простирается к югу до линии Рославль—Елец—Воронеж; изменчивость в направлении шрамов «заставляет меня все еще несколько сомневаться в чисто ледниковой природе наших шрамов и заставляет меня думать о плавучих ледяных массах, царапающее и полирующее влияние которых я имел возможность наблюдать на скалах берега нижнего Енисея в прошедшем, 1866 г.» [66, с. 19].

В 1871 г. Ф. Б. Шмидт сообщает о своих исследованиях послетретичных осадков в Эстляндии и сравнении их с подобными же осадками Швеции. В этой статье Ф. Б. Шмидт выступает уже как решительный сторонник теории материкового оледенения. Из экспедиции в Сибирь за остатками мамонта он вернулся в 1863 г., а затем ознакомился с исследованиями в Швеции и Норвегии и «убедился, что следы Скандинавского ледникового периода простираются и на наши местности...» [66, с. 38]. В 1865 г. он ездил в Швецию и Швейцарские Альпы, чтобы ближе, на месте ознакомиться с ледниковыми явлениями.

«В настоящее время,— писал Ф. Б. Шмидт,— можно почти наверное сказать, что вся Швеция была покрыта к концу третичного периода огромным ледяным покровом... как и теперь еще вся Гренландия... Ледник простирался безостановочно через Финляндию в Петербургскую и Эстляндскую губернию; далее следы его теряются». Ледниковым покровом отложена к востоку от ледораздела «одна большая основная морена, образовавшаяся в нем моря действием движущегося вперед толстого ледяного покрова на лежащие под ним горные породы» (подчеркнуто Ф. Б. Шмидтом.— К. М.) [66, с. 22]. Эта цитата не оставляет сомнений в том, что уже в 1871 г. ученый принял за основу своих представлений теорию материкового оледенения. Он сделал это после детального изучения родного края, а также ознакомления с областью современного и древнего оледенения — Альпами и Швецией. По-видимому, научные представления Ф. Б. Шмидта были скоро оценены его современниками. Так, уже в 1873 г. крупный исследователь ледниковых отложений А. А. Штукенберг [67] писал, что он соглашается со Ф. Б. Шмидтом, которому удалось доказать тождество глинисто-известкового слоя, покрывающего коренные силурийские породы Эстляндии, с основной мореной, покрывающей Швецию. Через год А. А. Штукенберг отмечает ледниковые шрамы к востоку от Петербурга (Путилово).

В 1871 г. Ф. Б. Шмидт совместно с П. А. Кропоткиным посетил Финляндию (см. ниже), и, наконец, в том же году Ф. Б. Шмидт сообщил свои выводы о материковом оледенении Эстонии письмом в Германию Гейницу. В нем автор высоко оценивает работы П. А. Кропоткина [40]. Письмо Ф. Б. Шмидта, известное германским исследователям, могло оказать на них влияние. Но ссылок на него в зарубежной литературе я не встречал.

В 1875 г. Ф. Б. Шмидт знакомится с трудом Дж. Гейки «великий ледниковый период», вышедшем в свет в 1874 г. Он, конечно, солидаризируется со своим единомышленником, но не как ученик, а как мастер, уже владеющий теорией материкового оледенения.

Протоколы Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей сообщают, что Ф. Б. Шмидт изложил содержание книги «The great Ice Age» («Великий ледниковый период») [66].

Ф. Б. Шмидт в течение еще нескольких десятков лет продолжал изучать ледниковые отложения родной ему Прибалтики. Однако в обзоре его позднейших работ уже нет необходимости. Совершенно очевидно, что на основании своих многолетних исследований, независимо от западноевропейских ученых и несколько ранее последних, он стал активным борцом за теорию материкового оледенения русской равнины.

V

П. А. Кропоткин (1842—1921) был на 10 лет моложе Ф. Б. Шмидта, но выдвинулся как создатель теории материкового оледенения одновременно с ним и, несомненно, превзошел его глубиной разработки теории ледникового периода. П. А. Кропоткин за-

рекомендовал себя выдающимся географом, будучи еще молодым человеком. Крупные и оригинальные географические работы выполнены им за десятилетие с 1866 по 1876 г. В этот же период П. А. Кропоткин занимается политической деятельностью; в 1874 г. он был арестован царским правительством и в дальнейшем эмигрировал за границу.

Увлечение географией П. А. Кропоткина продолжается и тогда, когда он живет за границей, но его более поздние работы уже не касаются ледниковой теории. П. А. Кропоткин делает неправильное заключение о прогрессивном высыхании Азии, за что его критикует А. И. Воейков. Первое знакомство П. А. Кропоткина со следами древнего оледенения произошло в 1865 г. при посещении долины р. Иркут [25]. По словам А. Л. Чекановского [63], эти наблюдения «пролили первую зарю света» на вопрос о ледниковом периоде Восточной Сибири.

Уже год спустя П. А. Кропоткин во главе экспедиции, снаряженной олекминскими золотопромышленниками при содействии Сибирского отдела Географического общества, направился в Олекминско-Витимскую горную страну «для отыскания скотопробного пути из Нерчинского округа в Олекминский». П. А. Кропоткин пересек Олекминскую горную страну от р. Лены на юго-восток, через системы рек Жуя, Муя, Холой, и вышел в город Читу. Его сопровождал зоолог И. С. Поляков.

Полный отчет экспедиции был напечатан в 1873 г., но краткие сведения о ней появились в печати раньше.

В 1868 г. был опубликован предварительный отчет П. А. Кропоткина [25]. В отчете содержится специальный раздел «Ледниковый период в Сибири» [26, с. 110—115], где дается описание различных признаков древнего оледенения: морены и моренные гряды, отполированные и изборожденные валуны. «Сибирь не избежала того фазиса в жизни северного полушария нашей планеты, которого обильные следы мы видим в Европе и Северной Америке» [26, с. 90]. Однако автор еще не решает окончательно вопрос, «как Сибирь пережила этот кризис, под сплошным ли покровом ледников, вроде Гренландии, или под морем, по которому льды переносили валуны» [26, с. 139].

Полный отчет П. А. Кропоткина [28] представляет собой большую книгу, в которой мы находим и главу «Распространялись ли ледниковые явления в Сибирь?». В ней перечислены различные признаки древнего оледенения, встреченные П. А. Кропоткиным. Затем обсуждается вопрос: «Был ли сплошной покров, вроде Гренландского, или море с плавающими льдинами, или, наконец, местные ледники в тех местах, где их не существует?» [28, с. 223]. В начале отчета высказывается мнение о невозможности решить это в настоящее время, так как данных собрано слишком мало. Но после всестороннего обсуждения П. А. Кропоткин в конце отчета уже совершенно определенно объявляет себя приверженцем теории древнего материкового оледенения. По его мнению, факты, представляемые Олекминской горной страной, могут быть объяснены только при допущении ледников. Он критикует теорию плавучих льдов и заключает, что гораздо более вероятным кажется покрытие Витимского плоскогорья сплошным ледниковым покровом.

Таким образом, с 1873 г. П. А. Кропоткин стал выступать в печати сторонником теории материкового оледенения Сибири.

В упомянутом отчете П. А. Кропоткин первый отметил, что климат северо-востока Азии сух, а поэтому для оледенения неблагоприятен. Он думал, что в ледниковом периоде климат северо-востока Азии был гораздо влажнее, чем теперь, и Сибирь могла пережить ледниковый период в совершенно иных формах, чем Европа.

Следовательно, П. А. Кропоткин [26] первый подчеркнул, что условия древнего оледенения были в Сибири своеобразными и непохожими на европейские.

Еще до выхода в свет Олекминско-Витимского отчета П. А. Кропоткин, вернувшись в 1871 г. в Петербург, ходатайствовал перед Географическим обществом о командировании его в Финляндию для изучения следов древнего оледенения. При этом он еще определенно не объявлял себя сторонником теории материкового оледенения, а писал, что если одни признаки заставляют настаивать на покрытии этих стран сплошным покровом льда, наподобие Гренландского, то зато другие признаки могут быть одинаково приписаны как сплошным ледниковым покровам, так и плавающим льдам [27].

Выехав в 1871 г. в Финляндию вместе с Ф. Б. Шмидтом и П. А. Гельмерсенем, П. А. Кропоткин часто информирует Географическое общество о ходе своей поездки.

В 1874 г., после выхода в свет трудов Олекминско-Витимской экспедиции, он вновь объявляет себя решительным сторонником теории материкового оледенения: «...в ледниковый период Финляндия была покрыта сплошным ледяным покровом, общим со Скандинавией» [29, с. 22]. Об этом же он решительно заявляет 21 марта 1874 г. в докладе, прочитанном на заседании Русского географического общества. О содержании этого доклада необходимо сообщить несколько подробнее. Но прежде чем сделать это, еще раз напомним о датах становления теории материкового оледенения в России трудами четырех русских ученых: К. Ф. Рулье — в 1852 г.; Г. Е. Шуровский — в 1856 г.; Ф. Б. Шмидт — в 1871 г.; П. А. Кропоткин — в 1873 г. на основании сибирских и в 1874 г. — на основании финляндских наблюдений.

Убеждение в материковой природе выковалось у каждого из этих ученых в результате терпеливых и многолетних исследований. Они были взаимно осведомлены друг о друге, сохранили свои убеждения до конца дней своих и воспитали последователей (С. Н. Никитина, А. П. Павлова и многих других), продолживших и продолжающих по сей день развивать эту теорию.

Вот почему необходимо назвать К. Ф. Рулье, Г. Е. Шуровского, Ф. Б. Шмидта и П. А. Кропоткина основоположниками теории материкового оледенения в России.

21 марта 1874 г. П. А. Кропоткин [29] прочел на заседании Географического общества свой доклад «О ледниковых образованиях в Финляндии». Он говорил: «Все валуны, рассеянные по средней и северной России, доставлены туда из Финляндии ледниками, а не плавающими льдинами, как это большей частью предполагалось доселе». Далее П. А. Кропоткин отметил покрытие Европейской России до Киева и Воронежа огромным сплошным ледником. Доклад П. А. Кропоткина (как через год — доклад О. Тореля) полной поддержки не получил. Возражал ему В. И. Меллер; Н. П. Барбот де Марни отнесся к утверждениям П. А. Кропоткина двойственно.

С одной стороны, говорил он, теория плавучих льдов давно уже начала терять свое значение и удерживается до настоящего времени только за неимением другой лучшей теории; с другой стороны, утверждал Барбот де Марни, докладчик предложил только гипотезу, но, «чтобы обратить ее в теорию, у нас совсем еще нет данных» [29].

П. А. Кропоткин [30] пишет о своем глубоко убеждении в материковой природе древнего оледенения — от Финляндии до центра Европы — и считает, что его доклад хоть один пункт, да отвоевал. Аудитория признала, что теория плавучих льдов ни на чем не основана и вопрос необходимо изучать заново.

На другой день после своего доклада П. А. Кропоткин был арестован и заключен в Петропавловскую крепость. Благодаря хлопотам Академии наук он получил возможность читать и писать и, сидя в Петропавловской крепости, написал два тома «Исследований о ледниковом периоде» [30], из которых первый том был напечатан в 1876 г. в «Записках Географического общества». Что касается рукописи второго тома, то она осталась тогда лежать в пресловутом «третьем отделении». Рукопись была вызволена только в 1895 г. и передана Географическому обществу, которое переслало ее П. А. Кропоткину в Лондон. До настоящего времени второй том рукописи не напечатан. Краткие выдержки из него помещены в виде приложения к первому тому.

Остановимся кратко на наиболее выдающемся произведении П. А. Кропоткина «Исследования о ледниковом периоде» [30].

Я отмечу лишь некоторые, так сказать, узловые положения труда П. А. Кропоткина. Как мы могли проследить, теоретические обобщения, к которым пришел П. А. Кропоткин, представляют результат детальных и всесторонних наблюдений в природе в течение 10 лет (1865—1874). В «Исследованиях...» много ссылок на сибирские работы. П. А. Кропоткин начал их 23-летним молодым человеком, впервые заинтересовавшимся решением научной проблемы. Все это очевидно, но все же должно быть отмечено в связи с появлением в печати работ И. Г. Пидопличко и П. С. Макеева [52], заподозривших, что в основе представлений П. А. Кропоткина о материковом оледенении лежат чуждые идеологические влияния.

Впрочем, для того чтобы добросовестно установить, были ли такие влияния или их

не было, нет необходимости говорить за автора «Исследований о ледниковом периоде», а совершенно достаточно обратиться к самому труду П. А. Кропоткина.

Напомним, что чуждыми идеалистическими воззрениями были хронологически предшествующие 70-м годам прошлого века катастрофические представления о потопе Ж. Кювье и его последователей — Л. Буха, А. Гумбольдта, Э. Бомона.

П. А. Кропоткин отбрасывает гипотезу потопы, называя ее «п о т о п о м а н и е й» [30, с. 408], и пишет о ней с сарказмом: «Л. Бух в 1819 г., Э. Бомон в 1829 г.— оба писали в ее защиту, давая нужную массу воды внезапным поднятием Альп и услужливо определяя (Л. Бух) скорость движения воды во время потопы сперва в 19 460 фут в секунду, потом в 365 фут!! В геологии все преклонялись перед глубокой эрудицией А. Гумбольдта и Л. Буха и слепо верили в те страшные вулканические перевороты, о которых они вещали, приправляя их туманными фразами...» [30, с. 407].

Вот, оказывается, каким «катастрофистом» был П. А. Кропоткин.

Из предыдущего ясно, что П. А. Кропоткин был и против теории плавучих льдов, создателями которой он называл Ч. Ляйеля и Ч. Дарвина.

Итак, в своем основном труде П. А. Кропоткин развивает теорию материкового оледенения. Он пишет про «обширные ледяные покровы в тысячу, две и три тысячи метров толщины», которые расплозились «по стране, каково бы она ни была рельефа», до предела, который ставили или усиливающееся таяние, или рельеф [30, с. 539].

Весь том распадается на две равновеликие части — описательную и теоретическую. В теоретической части очень много внимания уделено физике льда, особенно в связи с объяснением процесса его движения. Теоретические представления П. А. Кропоткина высоко оценены советским гляциологом П. А. Шумским.

Оценивая современное состояние ледниковой теории, П. А. Кропоткин называет своими предшественниками Ф. Б. Шмидта («учителя и друга», по выражению П. К. Кропоткина), Г. Гревинга и П. Гельмерсена. Упомянута также работа А. И. Воейкова о снеге (1871). Но вместе с тем отмечается полный сумбур во взглядах: самые опытные исследователи несогласны между собой даже в самых главных основаниях [30, с. 395]. Если можно считать доказанным древнее оледенение Швеции, то этого нельзя сказать про Ирландию, Данию, Канаду (и, конечно, прибавили бы мы, ФРГ и ГДР),

Из известных иностранных ученых П. А. Кропоткин упоминает О. Тореля (его шведскую работу) и Дж. Гейки («Великий ледниковый период»). Интересно, что труд Дж. Гейки упоминается П. А. Кропоткиным в самом конце его книги только всего два раза — в сносках и по частным вопросам (с. 677 и 680). Можно предположить, что П. А. Кропоткин ознакомился с трудом Дж. Гейки, притом очень бегло, лишь тогда, когда его рукопись уже была почти готова. Это следует из его пояснения, что он пользовался литературой, опубликованной до 1872 г., а «Исследования...» были дописаны в 1874 г., и тогда же были отпечатаны первые пятнадцать глав, в том числе основная, 15-я глава — «Гипотеза ледникового периода».

Следовательно, труд П. А. Кропоткина был написан, а в решающей части и отпечатан в том же году, когда вышла в свет работа Дж. Гейки.

Труд П. А. Кропоткина по его капитальности и глубине можно сравнить только с трудом Дж. Гейки. Обе эти работы, созданные одновременно¹⁰ и вполне независимо друг от друга, освещают теорию материкового оледенения с различных сторон. Дж. Гейки уделяет сравнительно много внимания описанию отложений и их стратиграфии, а также палеолитическому человеку, и, если мне дозволено будет так выразиться, «Великий ледниковый период» Дж. Гейки носит преимущественно геологический характер. «Исследования о ледниковом периоде» П. А. Кропоткина — труд географический. Автор подробно останавливается на условиях существования ледникового покрова. П. А. Кропоткин пишет:

«Пока мы не будем иметь такой работы, которая даст нам возможность каждое из известных ныне явлений в геологии поверхностных образований отнести с т р о г о н а ч н о к ближайшей его физико-географической причине,— до тех пор все наши попыт-

¹⁰ Печатание труда П. А. Кропоткина было приостановлено из-за ареста его царским правительством, и труд его вышел в свет двумя годами позднее книги Дж. Гейки.

ки решать вопросы о ледниковом периоде сохраняют тот характер случайности и произвола, который они имеют до сих пор» [3, с. 336]¹¹.

Итак, за четверть века (1852—1876) произошла у нас в основных чертах разработка ледниковой теории материкового оледенения равнин.

В эти же годы высказываются взгляды на материковую природу древнего оледенения гор. О наблюдениях П. А. Кропоткина 1865 г. в долине р. Иркут мы уже писали.

В. А. Обручев [47] в своей известной сводке отмечает также Струве и Потанина, описавших еще в 1863 г. древние морены в Южном Алтае. Из многих исследователей можно назвать А. Л. Чекановского [63], который отметил следы древнего оледенения в Восточных Саянах в 1871 г., И. Д. Черского — в 1875 г. в Тункинских Альпах. Н. А. Северцов [56] в 1867 г. публикует свои наблюдения следов древнего оледенения на р. Кастек в Заилийском Алатау и на р. Науруз в Киргизском Алатау. Это были первые древние морены, замеченные в Средней Азии и, к счастью, весьма явственные, как считал он. И вместе с тем Н. А. Северцову было нелегко отказаться от теории плавучих льдов: по его мнению [56], ледники спускались до 2500 фут. В степи они не встречаются, следовательно, плавучими льдами не разносились, и море, некогда покрывавшее степь, не поднималось до этой высоты.

Для исследования становится доступным Кавказ, где вскоре (1870 г.) Г. В. Абих [1] обнаруживает следы древнего оледенения.

VI

Теория материкового оледенения одержала победу. Изложенным выше можно, казалось бы, и ограничиться.

Но это создает идеализированное, упрощенное представление о теории материкового оледенения в России, где она была так блестяще доказана. Понадобилось, однако, еще не менее одного, а то и двух десятилетий доказывать ее состоятельность. При этом не сразу и не полностью разделяли эту теорию очень крупные русские естествоиспытатели, даже такие, как П. П. Семенов, Н. А. Головкинский, П. А. Гельмерсен, А. А. Иностранцев, В. В. Докучаев, И. В. Мушкетов и др.

П. П. Семенову [57] посчастливилось посетить северные хребты Тянь-Шаня в 1856—1857 гг. Он побывал в Заилийском Алатау и Кунгей Алатау. Автор очерка лично видел эти места: древние морены выражены там очень ярко. Но П. П. Семенов не упоминает их. Я нашел в его книге лишь одно предположение о существовании древней морены («может быть, остатки старой морены») — на западном склоне Хан-Тенгри [57, с. 299].

Н. А. Головкинский, выдающийся геолог, выдвинувший и развивший представления о колебательных движениях земной коры и о геологических фациях, в 1865 г. писал, что Скандинавские горы были покрыты ледниками, но последние спускались в море, покрывавшее северо-восточную часть Русской равнины. При подъеме в глубь страны «ледяной нанос морского происхождения... сливается с ледяным наносом происхождения наземного» [10, с. 458]. С другой стороны, Н. А. Головкинский считал, что успехи альпийских гляциологов довели, наконец, дело до такой очевидности, что дальнейшая борьба противников материкового оледенения сделалась невозможной. Взгляды Н. А. Головкинского на происхождение «ледяного наноса», по-видимому, не были вполне определенными.

Известный исследователь эрратических валунов, спутник П. А. Кропоткина в финляндских поездках П. А. Гельмерсен [76] указывал на то, что в Скандинавии ледники были, но они спускались в водоем, края ледникового покрова обламывались и образовавшиеся таким путем плавучие льды разносили наносы, заключенные в них.

Другой русский ученый, А. А. Иностранцев [19], много работавший в Карелии, где

¹¹ В 1878 г. в «Горном журнале» была помещена большая и в высшей степени положительная рецензия М. Антоновича [3] на труд П. А. Кропоткина. Среди основателей ледниковой теории в России также упоминается Г. Гревингк. Его работы относятся в 1864, 1870 и 1879 гг. В более ранней из них Г. Гревингк [1] — ортодоксальный сторонник гипотезы плавучих льдов. В 1870 г. П. Гревингк [74] стремится к компромиссу. Он выделяет стадию материкового оледенения, а за ней стадию погружения и затопления суши; в 1879 г. он [75], наконец, полностью становится сторонником теории материкового оледенения. Но точка зрения эта уже не вполне нова, ее успели у нас высказать предшественники Г. Гревингка.

так свежи следы древнего оледенения, в 1871 г. писал, что сельги — это мели огромного моря и что рассматриваемая местность представляла в ледниковый период дно моря. Позднее, как это известно, А. А. Иностранцев полностью перешел в ряды сторонников теории материкового оледенения.

В капитальном труде о Повенецком уезде, напечатанном в 1877 г. он сам отмечает несовершенство своих прежних выводов и пишет: «Обширный ледник покрывал собой всю рассматриваемую нами местность» [20, с. 650].

Большой интерес представляет эволюция взглядов нашего крупнейшего естествоиспытателя В. В. Докучаева. На протяжении довольно длительного времени он не поддерживал теорию материкового оледенения. Личность В. В. Докучаева как передового ученого не может вызывать никакого сомнения, и этот пример важен именно как показатель тех больших и трудных процессов, в которых рождалась ледниковая теория.

Первая печатная работа 25-летнего В. В. Докучаева [13] была о «наносных образованиях» типичной (как теперь считают) древнеледниковой области. Она была напечатана в 1871 г. — в «героические годы» ледниковой теории. В. В. Докучаев описывает наносные образования Сычевского уезда Смоленской губернии и выделяет два основных слоя — нижний с органическими остатками (межледниковый, или межстадиальный) и верхний — морену, по мнению автора, чистую песчаную глину с валунами до 90 см. Он определяет этот слой как «северный нанос, образовавшийся на дне моря» [13, с. 15]. Заметим, что в составлении отчета ему помогал Ф. Б. Шмидт.

После дополнительных поездок по тому же району В. В. Докучаев в 1874 г. характеризует «дилювиальные осадки» как прибрежные морские образования. В 1877 г. он пишет, что за ними нужно признать смешанное происхождение — то морское, то глетчерное, то пресноводное, то наземное [14, с. 112].

В это время уже полностью были опубликованы основные работы основоположников теории материкового оледенения.

В 1878 г. напечатана крупная работа В. В. Докучаева [16] о речных долинах. В ней мы читаем, что морское происхождение «наноса» не доказано: критикуется мнение, «что потретичные наносы России, содержавшие кристаллические северные валуны, суть образования морские», и говорится: «...в 70-х годах появилась известная гипотеза Ф. Б. Шмидта и П. А. Кропоткина, которая с неменьшим правом сравнительно с первой предлагала принять совершенно другое происхождение наших наносов» [16, с. 124].

Итак, к 1878 г. во взглядах В. В. Докучаева произошли изменения, но (пока) он остановился на полдороге — между двумя теориями.

Годом ранее, т. е. в 1877 г., В. В. Докучаев [15] напечатал записку об изучении новейших отложений северо-запада, в которой указывалось на «совершенно достаточное количество гипотез, уничтожающих одна другую» (по поводу происхождения «дилювия») [15, с. 259—260].

Он отмечает, что взгляд на морское происхождение «дилювия» господствовал, но в 1871 г. Ф. Б. Шмидт высказал предположение, что в самый разгар ледникового периода сплошной ледник покрывал Эстонию и Петербургскую губернию. Своего мнения В. В. Докучаев не высказывает, а предполагает ввиду неясности вопроса систематически исследовать «наносы» [15, с. 259—260].

По-видимому, В. В. Докучаев окончательно стал приверженцем теории материкового оледенения в середине 80-х годов. В работе 1884 г. о почвах Нижегородской губернии он [17] определенно является им и упоминает глетчерный лед скандинавско-русского ледника, отложившего наносы.

В известном своем труде «Наши степи прежде и теперь» В. В. Докучаев ясно заявляет: «Больше половины России было одето сплошным ледяным покровом [18, с. 21].

...Скандинаво-русский ледник далеко вдавался на юг в виде двух широких языков, из которых западный... в настоящей статье будет называться днепровским, а восточный... донским» [18, с. 27].

В. В. Докучаев считал, что все эти грандиознейшие физико-географические изменения нашей планеты совершались и совершаются «с удивительными постепен-

ностью и медлительностью... (словом, "natura non facit saltum", в переводе — "природа не делает скачков")» [18, с. 22].

Таким образом, В. В. Докучаев хотя и с большим запозданием, но решительно и окончательно примкнул к теории материкового оледенения.

Из числа крупнейших естествоиспытателей этого времени нельзя не сказать об И. В. Мушкетове, страстном исследователе древнеледниковых районов нашей страны. И. В. Мушкетов в 70—80-х годах еще преуменьшал размеры древнего оледенения гор, исходя из очень правильных соображений, о которых скажем ниже, не преувеличивая их значение.

В протоколах заседаний СПб Минералогического общества в 1876 г. говорится, что И. В. Мушкетов [37] отвергает мнение Н. А. Северцова, допускающего ледниковый период в Тянь-Шане.

В 1875—1877 гг. И. В. Мушкетов посетил классические районы развития льдов древнего оледенения по рекам Иссыку, Тургеню и Чилику (Заилийский и Кунгей Алатау), проехал р. Коксу, текущую по Алайской долине. Огромные холмисто-моренные «чукуры» Алая описывались много раз. И. В. Мушкетов, будучи на Алае, говорит лишь о «новейших горизонтальных конгломератах» [39, с. 193], не упоминая морен. Ничего не сказано о моренах в других вышеперечисленных пунктах.

В дальнейшем И. В. Мушкетов [38] отмечал древнее оледенение гор Средней Азии и Кавказа. Так, например, он писал в 1882 г., что ледники Эльбруса в прошлом составляли ветви одного громадного Баксанского ледника.

Если многие географы и геологи, очень близко стоявшие к проблеме ледниковой теории, постепенно становились в ряды ее защитников, то, конечно, можно было ожидать еще большего разброда среди естествоиспытателей, которые по роду интересов стояли дальше от этих вопросов. Приведу один характерный факт, который неправильно освещался в печати.

Зоолог М. П. Богданов [4] в очерке «Животный мир Европейской России» задает вопрос о том, как сложился животный мир России, и, пытаясь ответить на этот вопрос, излагает свои взгляды на природу ледникового периода. Он отмечает двойственность в положении ледниковой теории в тот период: одна утверждает, что весь север был покрыт сплошным ледником громадных размеров, другие — что это не ледяной покров, а море.

Что же предполагает М. П. Богданов? Он пишет, что не может признать, чтобы сплошная ледяная пелена когда-либо покрывала север России и Финляндию, так как при этом условии не могли бы уцелеть лемминг или лапландская пеструшка. Поэтому М. П. Богданов [4] считал, что посредине ледникового покрова Финляндии были пространства, свободные от льда, где существовала органическая жизнь. Что касается севера Русской равнины, то он был покрыт морем, в море спускались льды Финляндии, льды плавали и разносили валуны.

Вот и все соображения М. П. Богданова. Нетрудно заметить, что море, покрытое льдинами, совсем не представляет оригинальной мысли М. П. Богданова, а если лишь напоминание о прежних взглядах, составленных учеными ранее. Теория материкового оледенения не опровергает предположения о наличии нунатаков среди льда; это признают и в настоящее время. Как известно, нунатаки представляют характерную деталь ландшафта современных ледниковых покровов Гренландии и Антарктики¹².

Таким образом, в начале 70-х годов победу теории материкового оледенения можно было считать обеспеченной, но лишь в 80-х годах это стало всеобщим достоянием науки.

Поэтому никак нельзя пройти мимо помощи, которую оказал этой теории в свое время Геологический комитет — центральное геологическое учреждение России, возникшее в 1882 г.

Основная задача комитета — составление геологической карты — требовала ясности в вопросе, как рассматривать генезис «валунного наноса». В 1883 академик

¹² Поэтому совершенно напрасна попытка И. Г. Пидопличко и П. С. Макаева [52] опровергать теорию материкового оледенения ссылками на вышеприведенные мысли М. П. Богданова.

А. П. Карпинский [22] напечатал схему геологической карты, в которой нашла место и послетретичная система (постплиоценовые отложения, современные отложения). Там же старший геолог комитета С. Н. Никитин [41] очень ясно изложил положительную точку зрения комитета о ледниковой теории.

Сторонник материковой теории, С. Н. Никитин, как и многие другие (Кропоткин, Гейки, позднее Докучаев), осуждает теорию наводнений как катастрофическую.

В «Известиях Геологического комитета» за 1883 г. напечатано краткое описание 56-го листа общей геологической карты Европейской России. По этому поводу С. Н. Никитин пишет, что факты устраняют «бездоказательные гипотезы, которые приписывают разнесение валунов пресноводным льдом и потокам...» [42, с. 62—63].

Несколько позднее С. Н. Никитин [43] дал принятую и поныне картографическую схему пределов распространения ледников Русской равнины. Он указывает, что в настоящее время чрезвычайное развитие ледников... можно считать фактом, прочно установленным в науке. Ледниковый период есть, по его справедливому заключению, только усиление в значительной степени ныне существующих глетчеров, как показали А. И. Войков и блестящая теория П. А. Кропоткина.

Вне всякого сомнения, что решительная поддержка, оказанная Геологическим комитетом теории материкового оледенения, окончательно укрепила ее авторитет в научных кругах.

В этом отношении особо показательна для Европейской России и Сибири работа, начатая в 1890 г. в Олекминско-Витимской горной стране В. А. Обручевым и рядом других крупных геологов.

Позиции ледниковой теории закреплялись в Академии наук и многих университетах; в Академии наук — академиком Ф. Б. Шмидтом, в Московском университете, как писалось выше, — К. Ф. Рулье и Г. Е. Щуровским. В Петербургском и Казанском университетах профессорами геологии были А. А. Иностранцев (с 1873 г.) и А. А. Штукенберг, которые уже в 70-х годах тоже стали сторонниками теории материкового оледенения.

Итак, в 50—70-х годах прошлого столетия теория материкового оледенения была заложена и обоснована русскими исследователями: в 80-х годах она окончательно стала руководящей теорией для основной массы русских естествоиспытателей.

Русские исследователи в последующие годы внесли весьма важные, принципиально новые взгляды в теорию материкового оледенения. На них мы и остановимся.

VII

Закономерности географического распространения и развития древнего оледенения — сложная проблема, имеющая две стороны, неразрывно связанные между собой.

Уже в 80-х годах русским исследователям пришлось столкнуться с решением закономерностей развития в связи с закономерностями распространения оледенения.

Еще до победы теории материкового оледенения стали создаваться первые схемы стратиграфии новейших отложений Русской равнины. Но эти первые схемы отражали только представление о водном происхождении новейших отложений. В 1846 г. Х. И. Пандер [51] составил геологический профиль по линии строившейся железной дороги Москва—Петербург¹³. Он дает первое стратиграфическое разделение толщи новейших отложений: 1) нижние дилювиальные пески и щебень; 2) красноватая дилювиальная глина; 3) дилювиальный щебень. Относительно «дилювиальной» глины Х. И. Пандер предполагает, что ее особенности зависели от неровностей дна моря. О холмах, состоящих из валунов, щебня и песка, известных в Швеции под названием озы, Пандер пишет, что они обязаны своим происхождением деятельности волн моря или большого озера. Рельеф Валдайских возвышенностей он считает эрозионным.

В «критические» 70-е годы Феофилактов [62] указывал на наличие в Полтаве двух валунных слоев, разделенных слоем лёсса. Речь идет о двух горизонтах морены.

¹³ Х. И. Пандер — один из русских основоположников эволюционного учения, прогрессивный ученый, анатом, эмбриолог, палеонтолог и геолог (см.: [53]).

К. М. Феофилактов же считал, что территория Украины в ледниковую эпоху была покрыта водами, составлявшими часть обширного водоема, непосредственно связанного с Северным Ледовитым океаном и омывавшего берега Скандинавского полуострова, покрытого ледниками. Ясно, что если можно было фиксировать горизонты новейших отложений, то нельзя еще было правильно истолковать историю их образования. Первые стратиграфические схемы, изложенные с позиций материковой теории, появляются позднее, с 1880-х годов. Они изложены в работах А. П. Павлова, Н. И. Криштофовича и Н. Н. Боголюбова. Можно сказать, что ими была заложена основа стратиграфии ледниковых толщ Русской равнины. А. П. Павлов в 1888 г. выделил «моренные образования» как материковые образования ледниковой эпохи, «обязанные своим происхождением ледникам и ледниковым покровам» [49, с. 248]. После изучения геологического строения Приалатырского края он выделяет два горизонта морены и приходит к выводу о следах двух ледниковых периодов в этой местности. А. П. Павлов [50] основывался на синтезе обширного материала, стратиграфического и геоморфологического. Этот комплексный метод расчленения ледниковых толщ затем успешно применял и развивал Г. Ф. Мирчинк.

Н. И. Криштофович и Н. Н. Боголюбов изучили два разреза: Троицкое под Москвой и Лихвинское на Оке, южнее Калуги.

Впервые на межледниковый характер троицких озерных слоев указывал в 1890 г. Н. И. Криштофович [23], а в 1893 г. он [24] установил залегание этих слоев между отложениями двух ледниковых эпох — мореной внизу и валунными песками наверху. При этом Н. И. Криштофович очень ясно определил условия межледниковья: «климат Центральной России был умереннее, чем современный, и, вероятно, влажнее» [24, с. 547].

Межморенный характер Троицкого озерного отложения констатирован (1890 г.) Г. Е. Шуровским, Н. И. Криштофовичем и А. П. Павловым. Открытие же его сделано К. Ф. Рулье в 1843 г.

Лихвинское обнажение впервые описывается Н. Н. Боголюбовым [5]. Оба автора, Н. И. Криштофович и Н. Н. Боголюбов, обращают внимание на обильные растительные остатки межледниковых слоев, и первые палеоботанические определения этих остатков производятся в начале XX столетия В. Н. Сукачевым.

Многое еще остается неясным и вызывает споры, например: относятся ли межледниковые отложения двух разрезов к одной и той же или же к двум различным межледниковым эпохам. Но основы будущих стратиграфических представлений заложены правильно, а именно представления о множественности (не менее двух) оледенений Русской равнины.

Н. Н. Боголюбов [6] горячо отстаивает множественность оледенений, возражая особенно С. Н. Никитину за его (в 90-х годах) систематическое непризнание, а частью и нападки на взгляды первого. Впрочем, обвинения Н. Н. Боголюбова несправедливы. С. Н. Никитин не отрицал множественности оледенений, но был строг к его доказательствам. Между прочим, С. Н. Никитин открыл интереснейшее местонахождение межледниковых отложений у с. Клецово в Смоленской губернии (области), описание которого дал в 1896 г. Н. Н. Боголюбов [6], получив первые данные о множественности оледенений Русской равнины, смело поднимает вопрос о необходимости создания собственных стратиграфических представлений, о недопустимости заимствования готовых схем строения четвертичной толщи: «Предположим, схема трех-четырёх оледенений окончательно утвердится на площади Германии, — пишет он, — и все возражения против нее будут блистательно опровергнуты, например, Пенком. Разве из этого следует, что эта схема верна для России?.. История возникновения идеи о древних оледенениях в России и в Германии показывает, что русские ученые могли бы держать свой самостоятельный курс, а не идти на буксире у своих влиятельных соседей. Идея о ледниковых покровах в России не только не заимствована у немецкой науки, но она возникла на русской почве гораздо раньше, чем была провозглашена в Германии» [6, с. 32]. Н. Н. Боголюбов, конечно, совершенно прав. Это мы уже видели и еще увидим во второй половине нашего очерка.

Изложив первоначальные взгляды на развитие древнего оледенения и показав побуду общего представления о материковом оледенении, мы еще не достигли цели.

Возникает новый вопрос, поставленный Н. Н. Боголюбовым и в особенности сибирскими исследователями ледникового периода (см. ниже): каковы же были местные особенности распространения и развития древних ледников в нашей стране?

VIII

П. П. Семенов, путешествуя в 1856—1857 гг. по Тянь-Шаню, почти не отметил следов древнего оледенения. Но в 1859 г. в своем предисловии к работе К. Риттера «Землеведение Азии» он [58] высказывает важные полемические мысли.

А. Гумбольдт предполагал, что снеговая линия в горах Европы и Азии, находящихся на одной и той же широте, имеет равную высоту. П. П. Семенов возражал: «Гумбольдт в изъяснениях своих на письмо мое К. Риттеру указывает исключительно на Пиренеи и Эльбурс. Что касается до первых, то они совершенно не могут быть приняты в расчет при определении высоты снежной линии в Небесном хребте, находясь во влажном климате, где снежная линия должна быть несравненно ниже, чем в континентальном климате» [58, с. 25].

В первый раз русский ученый подчеркнул резкое отличие в характере оледенения (пока еще без экстраполяции на древнее оледенение) в различных — морских и континентальных — условиях климата.

В 70-х годах эту мысль высказывал И. Д. Черский [64]. Он считал, что древнее оледенение Сибири имело сравнительно ограниченные размеры. Ныне это хорошо известно. Однако стоит разобраться в том, почему И. Д. Черский считал древнее оледенение Восточной Сибири ограниченным и как он себе представлял его развитие. В 1881 г. И. Д. Черский [64] подчеркивал отсутствие следов древнего оледенения на части береговой полосы Байкала. Он сам, а ранее П. А. Кропоткин, Чекановский и Лопатин указывали следы ледников «в местностях, более или менее близких к озеру».

И. Д. Черский [64] объясняет сравнительно небольшой размер ледников следующими соображениями: уже в ледниковом периоде очертания Сибири были сходны с современными, поэтому климат был резко континентальным. Позже И. Д. Черский снова подчеркивает ограниченные размеры древнего оледенения в горах Восточной Сибири: ледники могли образоваться в Олекминско-Витимских горах и в западных частях Саяна. Отдельные ледники имели место еще в некоторых долинах северного склона Тункинских Альп, а также и в Китайских Альпах, но это были одиночные ледники. В 1886 г. И. Д. Черский [64] вновь повторяет эти соображения; понижение температуры в Восточной Сибири, очевидно, было, так как в Нижнеудинской пещере найдены остатки песца и лемминга. Но ледники не могли быть велики вследствие континентальности климата.

Давая оценку условиям развития больших ледников Сибири в четвертичном периоде, он писал о их сходстве с современными: «Границы послетретичного ледовитого моря в Сибири, как равно и Восточного океана, только немногим отличались от современных... В связи с таким отношением Северной Азии к окружающим морям в ней должен был, очевидно, господствовать соответственно континентальный и сухой климат, которому, как известно, Восточная Сибирь обязана и в настоящее время почти полным отсутствием ледников, на что указывал уже и А. И. Воейков» [65, с. 39].

Различие в истории постплиоцена Сибири и Европы следует уже из того, что в Сибири преобладают другие фации постплиоценовых отложений, чем в Европе, где господствует ледниковая фация, которая в Сибири отличается «ничтожным развитием» [65, с. 65].

Доказательством малого распространения ледников в Сибири служит постплиоценовая фауна, очень богатая и разнообразная. По этому поводу И. Д. Черский писал следующее: «Причины, вызвавшие покрытие льдами Северной Европы, должны были совершенно иначе действовать на условия жизни в северной Сибири, континентальность климата которой покоилась в то время все-таки еще на почве температуры конца третичной эпохи, следовательно, более высокой, нежели современная» [65, с. 643].

«Низкая температура, — продолжает И. Д. Черский, — сама по себе неспособна же создать ледники в горах восточной Сибири, пользующейся сухим континентальным климатом» [15, с. 643]. В Европе, где были большие льды и охлаждение было

больше, так как к общему «понижению температуры... действовавшему соответственно, разумеется, и на северную часть азиатского материка, в странах, подвергшихся оледенению, прибавилась еще и та весьма существенная и неизбежная степень охлаждения, которая связывалась с поглощением теплоты самим ледяным покровом, в особенности его таявшими окраинами» [65, с. 644]. Отрицательное влияние одного космического фактора в Сибири «вряд ли могло быть значительным» [65, с. 647]. Поэтому и сохранилась в Сибири богатая фауна, хотя и отступившая к югу, начиная с третичного периода.

По мнению И. Д. Черского, своеобразие ледникового периода в Восточной Сибири не ограничивается только его *р а с п р о с т р а н е н и е м*, оно охватывает и *р а з в и т и е* оледенения, которое на этой территории также было иное, чем в Европе. Ученый писал, что послетретичная история Сибири напрасно «подтягивается» под историю Европы, это неправильно, так как исследователи, всецело поглощенные достаточно сложным сочетанием явлений послетретичной истории Европы, дарят обыкновенно самую ничтожную долю внимания Сибири. Заметки эти носят на себе, таким образом, нередко печать утомления» [65, с. 643].

И. Д. Черский указывал, что равнины Восточной Сибири благодаря континентальности климата оледенению в обычном его понимании не подвергались. «Сибирь,— отмечал он,— могла ощущать только ту долю охлаждения, какую в состоянии были производить одни лишь космические условия ледникового времени. Поэтому доля охлаждения в Сибири была меньше, чем в Европе, где действовало и добавочное охлаждение, исходившее от ледникового покрова» [65, с. 644].

Таким образом, смена событий в Сибири в послетретичное время была иной, чем в Европе, она носила ослабленный характер. «Сибирь является, по моему мнению, страной, в которой процесс общего охлаждения северного полушария и ухудшения условий растительной и животной жизни в послетретичный период совершался самым правильным и постепенным образом — без видимых колебаний и пертурбаций, которые вводились в ход того же процесса в Европе и Северной Америке, вследствие развития в них ледяного покрова»,— писал И. Д. Черский [65, с. 654].

Основная мысль И. Д. Черского заключается в том, что своеобразно не только распространение оледенения Сибири, но, и ход исторического развития оледенения да и всей ее природы в четвертичный период.

И. Д. Черский в своих работах неоднократно ссылался на А. И. Воейкова, который теоретическим путем и одновременно с ним пришел к аналогичному заключению.

А. И. Воейков — автор множества работ по палеоклиматологии, из которых большая часть посвящена климатам ледниковых областей, современных и древних. Основные мысли Воейкова, так же как и И. Д. Черского, заключались в различиях географического распространения и развития областей морского и континентального климата. А. И. Воейков со всей определенностью разделял теорию материкового оледенения и, подобно И. Д. Черскому, рассматривал это явление не абстрактно, а применительно к географическим вариациям территорий.

В 1881 г. А. И. Воейков писал, что оледенение наблюдалось там, где не только температуры были низкие, но и осадков выпадало достаточно. Последнее чаще всего упускалось из виду, так как исследовались ледниковые явления Западной Европы, где преобладает морской климат. Но для континентальной страны, какой в целом является Россия, вопрос об осадках наиважнейший: «как бы ни был холоден климат и благоприятны топографические условия, ледников не будет, если количество снега, выпадающего в течение года, будет очень мало» [7, с. 332]. «Поэтому я могу решительно сказать, что нагорная и восточная Азия с плиоценового периода не представляли удобных условий для ледников, так как предполагают, что с того времени самые крупные черты остались те же» [7, с. 364].

Климатическое своеобразие континентальной Сибири определяет и особенности его развития, а не только особенности распространения. А. И. Воейков солидарен с И. Д. Черским, он пишет:

«Предполагая понижение температуры года и лета на 5°, размер который Пенк и Брюкнер признают достаточным для наибольшего известного развития ледников в Аль-

пах, нельзя не прийти к заключению, что на равнинах и нагорьях вышеназванных частей Азии ледников все-таки при таких условиях не будет... Недавно найденные следы ледников, даже материковых ледниковых покровов, на крайнем северо-востоке Сибири еще не доказывают более низкой годовой температуры за то время; они вполне совместимы и с более высокой, лишь бы снега выпадало более» [8, с. 417]. «При морском климате, очень небольшой разности температур (5—10°) достаточно, чтобы от полного отсутствия снежного покрова даже и зимой перейти к громадным скоплениям снега в горах и ледникам у уровня моря... Напротив, при материковом климате нужны особенные географические условия для того, чтобы явились ледники» [9, с. 193].

Следовательно, те изменения климата, которые в Европе были благоприятны для оледенения, в Восточной Сибири, напротив, этому не благоприятствовали, и наоборот. Значит, если предполагать общую, одинаковую для всей земной поверхности причину ледниковых явлений, например понижение температуры, то оледенение в столь различных областях земной поверхности будет развиваться неодинаково.

Интересно отметить, что в одной из своих статей А. И. Воейков приводит выдержки из письма А. Пенка, который, по-видимому, разделял взгляды А. И. Воейкова, так как писал, что материковый климат Сибири очень неблагоприятен для эволюции ледников и дальнейшее понижение температуры также не было бы благоприятно для этого [7, с. 431].

Одновременно с первыми выступлениями И. Д. Черского и А. И. Воейкова И. В. Мушкетов тоже пришел к мысли о географическом своеобразии распространения и развития ледников. Мы уже писали, что И. В. Мушкетов преуменьшал размеры древнего оледенения гор Средней Азии. В некоторых случаях он был не прав, но в основе частных ошибок лежала правильная мысль. По-видимому, наиболее ясно по этому вопросу И. В. Мушкетов высказался в статье о ледниковых явлениях Кавказа, составленной по наблюдениям 1881 г. и опубликованной лишь шесть лет спустя.

Сравнивая ледники Кавказа с Тянь-Шанскими, а с другой стороны — с Альпийскими, Мушкетов пишет: «Тянь-Шанские ледники при всей своей мощности не спускались так низко, как Эльбрусские. Если сравнить Эльбрусские с Альпийскими, то высота этих последних будет относиться к высоте Эльбрусских, как высота Эльбрусских к высоте Тянь-Шанских...» [38, с. 111].

Далее И. В. Мушкетов развивает эту мысль в следующем направлении. Он пишет, что указанное разъясняет и особенности древнего оледенения. Хотя в то время ледники были больше, «тем не менее относительное географическое распределение их, вероятно, было, за небольшими исключениями, такое же, как и теперь, так как развитие их определялось, несомненно, теми же условиями, которые действуют и в настоящее время» [38, с. 117]. Если сейчас ледники уменьшаются с удалением в глубь континентальной Азии, то и древние ледники должны были испытывать то же самое. Распределение моря и суши было в общем близкое к современному, значит, в различии климата Европы и Азии существовало почти такое же соотношение, как и ныне; в Азии ледники никогда не достигали такого развития, как в Европе на той же высоте. Этот вывод И. В. Мушкетова полностью подтверждается всеми современными исследованиями советских ученых. А так как причины, на которые ссылается И. В. Мушкетов (континентальность климата), общие для всей материковой Азии, то этот вывод имеет значение и для более северных пространств в Сибири.

Следуя хронологическому порядку изложения, перейдем к работам Э. В. Толля. Э. В. Толль [60] исследовал ископаемые льды Новосибирских островов и северного побережья материковой Сибири. В связи с изучением ископаемых льдов он решал проблемы древнего оледенения. Э. В. Толль считал льды остатками «мертвого» льда ледникового и снежно-фирнового покрова. Э. В. Толль считал, что этот ледниковый покров образовался при климате более теплом, чем нынешний, а сохранился в условиях климата, ставшего более холодным. Сравнительно теплый климат времени образования льдов был обусловлен большей площадью и более высокой температурой моря: Э. В. Толль писал: «Большая по сравнению с нынешней и, очевидно, более теплая площадь моря была достаточна для того, чтобы вызвать еще столько атмосферных осадков, что могли образоваться снежно-ледяные поля описанных размеров» [60, с. 102].

Несколькими годами позднее ученик И. В. Мушкетова К. И. Богданович исследовал следы древнего оледенения на Чукотском полуострове. И он тоже пришел к выводам, принципиально сходным с выводами И. Д. Черского, Э. В. Толля и А. И. Воейкова. Он считал, что в области Чукотского полуострова в период возрастания ледниковых явлений в других районах суша была больше, климат континентальнее. Оледенение Чукотского полуострова, по его мнению, носило не сплошной, а местный характер. Но К. И. Богданович указывал, что даже местное оледенение относится скорее не ко времени ледникового периода, а к более поздней морской постплиоценовой трансгрессии, и только для времени трансгрессии можно говорить об условиях «обилия атмосферных осадков, вследствие большего развития площади моря, чем теперь и в ледниковый период». В ледниковый период на месте Берингова пролива была суша, соединявшая Азию и Европу, и климат был суровее и континентальнее, чем теперь. Ледников совсем или почти совсем не было. К концу ледникового периода площадь суши сократилась, климат стал мягче, влажнее, на Чукотке и Анадыре могли возникнуть ледники. Это уже послеледниковая эпоха в европейском понимании.

IX

Мы видим, что, по мере того как русские ученые впервые в истории ледниковой теории охватили своими исследованиями огромную территорию с резко дифференцированными природными условиями, возник новый вопрос. В 80—90-х годах XIX столетия уже не было оснований для спора: были ли вообще материковые льды в четвертичном периоде? В такой первоначальной постановке вопрос уже был решен. В эти годы начался второй этап в развитии ледниковой теории материкового оледенения: исследование вопроса о географическом распространении и развитии материкового оледенения.

Было указано, что оледенение различно при различном климате; высказывалась мысль: если климат в одном районе становится более благоприятным для оледенения, то ледники будут увеличиваться в размерах. В разнообразных географических условиях создавались разнообразные типы оледенения, обладавшие своей собственной спецификой развития.

Итак, трудами таких исследователей, как Н. Н. Боголюбов, И. Д. Черский, И. В. Мушкетов, А. И. Воейков, Э. В. Толль, К. И. Богданович, было заложено начало нового этапа развития ледниковой теории. Особенностью этого этапа является переход от общих доказательств правильности теории материкового оледенения к выяснению закономерностей географического распределения и развития оледенения во всем богатстве его типов.

Этот этап развития теории материкового оледенения не закончен. Многие проблемы продолжают горячо обсуждаться и поныне.

* * *

Мы едва не перешли от истории ледниковой теории к изложению ее современного состояния. Но подытожить то, что сделано в разработке ледниковой теории в настоящее время, не входит в задачу данного очерка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В разработке теории материкового оледенения в России можно выделить три этапа.

Первый этап. Теорию о материковой природе древнего оледенения высказывают и обосновывают в России: К. Ф. Рулье — в 1852 г., Г. Е. Шууровский — в 1856 г., Ф. Б. Шмидт — в 1871 г., П. А. Кропоткин — в 1873—1876 гг.

Второй этап. Теория материкового оледенения стала окончательно господствовать в России к середине 80-х годов XIX столетия.

Третий этап. Выясняются закономерности распространения древнего оледенения. Русские исследователи отмечают своеобразие условий распространения и развития оледенения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абих Г. В.* Исследования настоящих и древних ледников Кавказа.— В кн.: Сборник сведений о Кавказе. Тифлис, 1871, т. 1, с. 85—126.
2. *Анисимов С. С.* Путешествия П. А. Кропоткина, М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1943, 130 с.
3. *Антонович М.* Ледниковая гипотеза и ледниковые явления в Финляндии и Повенецком уезде.— Горн. журн. СПб., 1878, т. 1, февраль, с. 205—247.
4. *Богданов М. П.* Животный мир Европейской России.— В кн.: Земля и Люди: Доп. к вып. 2, т. 5. СПб., 1884.
5. *Боголюбов Н. Н.* Материалы по геологии Калужской губернии. Калуга, 1904. Ч. 1, 225 с.
6. *Боголюбов Н. Н.* О фазах межледниковой эпохи в Московской губернии.— Ежегодник по геологии и минералогии России, 1907—1908, т. 9.
7. *Войков А. И.* К вопросу о колебании климата.— Избр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, с. 1—12.
8. *Войков А. И.* Климатические условия ледниковых явлений, настоящих и прошедших.— Избр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1952, т. 3, с. 321—364.
9. *Войков А. И.* Климатические условия ледниковых явлений, настоящих и прошедших.— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1881, ч. XVI, с. 72—90.
10. *Головкинский И. А.* О послетретичных образованиях по Волге, в ее среднем течении.— Изв. и учен. зап. Казан. ун-та, 1865, с. 1, вып. 5.
11. *Гревинг Г.* Геогностическая часть путешествия Л. Шварца по Минусинскому округу Восточной Сибири.— Тр. Сиб. экспедиции РГО. Мат. отд-ние, 1864, прил. 1, с. 151—175.
12. *Дарвин Ч.* Сочинения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. Т. 2. 683 с.
13. *Докучаев В. В.* О наносных образованиях по речке Каче Сычевского уезда Смоленской губернии (1871).— Соч. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949, т. 1, с. 13—15.
14. *Докучаев В. В.* О распространении эрратических валунов в России и о характере наших южных наносов (1877).— Соч. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949, т. 1, с. 112.
15. *Докучаев В. В.* Историческая записка о наносах СПб. губернии.— Соч. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949, т. 1, с. 75—76.
16. *Докучаев В. В.* Способы образования речных долин Европейской России (1878).— Соч. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949, т. 1, с. 113—273.
17. *Докучаев В. В.* Нижегородские работы (1882—1887). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950, 664 с. (Соч.; Т. 5).
18. *Докучаев В. В.* Наши степи прежде и теперь. СПб., 1892. 128 с.
19. *Иностранцев А. А.* Геологический обзор местности между Белым морем и Онежским озером.— Тр. СПб о-ва естествоиспытателей, 1871, т. 2, с. 1—83.
20. *Иностранцев А. А.* Геологический очерк Повенецкого уезда Олонецкой губернии и его рудных месторождений.— В кн.: Материалы для геологии России. СПб., 1877, т. 7, 728 с.
21. *Иностранцев А. А.* Протоколы.— Тр. СПб о-ва естествоиспытателей, 1884, т. 15, вып. 2, с. 46—82.
22. *Карпинский А. П.* Доклад по геологической картографии.— Изв. Геол. ком. 1883, т. 2, с. 7—21.
23. *Криштофович Н. И.* Следы межледниковой эпохи в Центральной России.— Bull. Soc. Nat. de Moscou, 1890, № 3/4, с.
24. *Криштофович Н. И.* Главнейшие результаты изучения послетретичных образований Центральной России.— Тр. СПб. о-ва естествоиспытателей. Отд-ние геол. и минер., 1893, т. 22, вып. 2.
25. *Кропоткин П. А.* Поездка в Окинский караул.— Зап. Сиб. Отд-ние РГО, 1867, кн. IX/X, отд. 1, с. 1—94.
26. *Кропоткин П. А.* Олекминско-Витимская экспедиция для обследования скотопроегонного пути с Олекминских приисков в Читу: Прил. к отчету Сиб. отд-ния РГО за 1867 г. РГО, 1868, т. 4, отд. 2, с. 90—139.
27. *Кропоткин П. А.* Письмо 4-е — Изв. РГО, СПб., 1871, т. 7, отд. 2.
28. *Кропоткин П. А.* Отчет об Олекминско-Витимской экспедиции.— Зап. РГО, СПб., 1873, т. 3, с. 220—291.
29. *Кропоткин П. А.* О поездке в Финляндию для изучения ледниковых образований.— Тр. СПб. о-ва естествоиспытателей, 1874, т. 5, вып. 2.
30. *Кропоткин П. А.* Исследования о ледниковом периоде.— Зап. РГО по общ. географии, 1876, т. 7, вып. 1, с. 1—43.
31. *Кропоткин П. А.* Записки революционера. СПб., 1906. Т. 1.
32. *Кювье Ж.* Рассуждения о переворотах на поверхности земного шара. М.; Л.: Биомедгиз, 1937, 368 с.
33. *Ляйель Ч.* Геологические доказательства древности человека, с некоторыми замечаниями о теориях происхождения видов. СПб., 1864.
34. *Ляйель Ч.* Основные начала геологии или новейшие изменения Земли и ее обитателей. 1866. Т. 1. с. 399.
35. *Марков К. К.* Сергей Николаевич Никитин: (К столетию со дня рождения).— В кн.: Вопросы географии. М.: Географгиз, 1950, сб. 23, с. 306—314.
36. *Миддендорф А.* Путешествия на Север и Восток Сибири. СПб., 1850, ч. 1, вып. 1, с. 253—279.
37. *Мушкетов И. В.* Сообщение о новейших послетретичных отложениях в Тянь-Шане.— Зап. СПб. минерал. об-ва. Сер. 2, 1877, ч. 12.

38. *Мушкетов И. В.* Геологическая поездка на Кавказ в 1881 г.— Изв. РГО, 1882, вып. 2.
39. *Мушкетов И. В.* Туркестан. 1906. Т. 2, 348 с.
40. *Нагинский Н. А.* Исследования о ледниковом периоде П. А. Кропоткина.— В кн.: Вопросы географии Сибири. Томск: Том. гос. ун-т, 1951, сб. 2, с. 87—94.
41. *Никитин С. Н.* Заметка об употреблении терминов дилувий, аллювий и элювий.— Изв. Геол. ком. 1883, т. 2.
42. *Никитин С. Н.* Общая геологическая карта Европейской России, лист 56: (Предвар. отчет).— Изв. Геол. ком. 1883, т. 2, с. 62—63.
43. *Никитин С. Н.* Пределы распространения ледниковых следов в Центральной России и на Урале.— Изв. Геол. ком., 1885, т. 4, с. 185—222.
44. *Никитин С. Н.* Общая геологическая карта России, лист 57.— Изв. Геол. ком., 1890, т. 5, вып. 1, с. VI—IX.
45. *Обручев В. А.* Признаки ледникового периода в Северной и Центральной Азии: (Ист. очерк и сводка наличных данных).— Бюл. Ком. по изуч. четвертич. периода, 1931, № 3, с. 43—120.
46. *Обручев В. А.* История геологического исследования Сибири: Период третий (1851—1888 гг.). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1934. 354 с.
47. *Обручев В. А.* Признаки ледникового периода в Северной и Центральной Азии. Избр. работы. М.: Географгиз, 1951, т. 3, 392 с.
48. *Озерский А. Д.* Геогностический очерк северо-западной Эстляндии.— Гор. журн. 1844, ч. 2, кн. 4, с. 157—209.
49. *Павлов А. П.* Генетические типы материковых образований ледниковой и послеледниковой эпохи.— Изв. Геол. ком., 1888, т. 7, с. 243—262.
50. *Павлов А. П.* Краткий очерк геологического строения Приалатурского края: (Северо-западная часть 91-го листа).— Изв. Геол. ком. 1888, т. 7, с. 193—220.
51. *Пандер Х. И.* Отчет в геогностических исследованиях, произведенных коллежским советником Пандером летом 1845 года по линии С.-Петербургско-Московской железной дороги и в некоторых уездах Владимирской и Калужской губернии.— В кн.: Горный журнал, или Собрание сведений о горном и соляном деле, с присовокуплением новых открытий по наукам, к сему предмету относящимся. СПб., 1846, ч. 4, кн. 10, с. 1—85.
52. *Пидопличко И. Г., Макеев П. С.* О климатах и ландшафтах прошлого в свете данных палеозоологии и физгеографии. Киев, 1952. Вып. 1. 88 с.
53. *Райков Б. Е.* Русские биологи-эволюционисты до Дарвина. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. 2. 644 с.
54. *Рудь К. Ф.* Жизнь животных по отношению к внешним условиям.— Избр. биол. произведения. М.: Изд-во АН СССР, 1954, с. 527—615.
55. *Севергин В. М.* Примечание о вероятной древности и образовании различных хребтов гор Российских: Умозрительные исследования. СПб., 1815. Т. 4
56. *Северцова Н. А.* Дополнение к статье Н. А. Северцова: Поездка в западную часть Небесного хребта (Тянь-Шань) или Цун Лин древних китайцев.— Зап. РГО по общ. географии, 1867, т. 1, с. 165—180.
57. *Семенов П. П.* Путешествия в Тянь-Шань в 1856—1857 гг.: Мемуары. М.: Географгиз, 1946, Т. 2. 256 с.
58. *Семенов П. П.* Предисловие к сочинению К. Риттера.— Землеведение Азии, СПб., 1859, с. 1—34.
59. *Тихомиров В. В.* Из истории возникновения геологии четвертичных отложений.— Бюл. МОИП. Отд. геол., 1952, т. 37, вып. 5.
60. *Толль Э. В.* Ископаемые ледники Новосибирских островов, их отношения к трупам мамонтов и к ледниковому периоду.— Зап. РГО по общ. географии 1897, т. 32, № 1, 139 с.
61. *Толмачев И. Ф. Б. Шмидт.* Ежегодник по геологии и минералогии России, 1908—1909, т. 10, с. 277—290.
62. *Феофилактов К. М.* Научные сообщения в заседании Общества 14 декабря 1874 г.— Тр. ОИП Харьк. ун-те, 1875, т. 9, с. 23—24.
63. *Чекановский А. Л.* Геологическое исследование в Иркутской губернии. Иркутск. (Зап. Сиб. отд. РГО, СПб., 1874. Кн. XI). 398 с.
64. *Черский И. Д.* Предварительный отчет о геологическом исследовании береговой полосы оз. Байкал за 1880 год.— Изв. Вост.-Сиб. отд. РГО, Иркутск, 1881, т. 12, № 2/3, с. 1—81.
65. *Черский И. Д.* Описание коллекций послетретичных млекопитающих животных, собранных Ново-Сибирской экспедицией 1885—86 гг.: Приложение к 65-му тому «Записок императорской Академии наук», СПб., 1891. Т. 65, № 1. 706 с.
66. *Шмидт Ф. Б.* Речь на заседании 20 февраля 1871 г.— Тр. СПб. о-ва естествоиспытателей, 1871, т. 2, с. 19.
67. *Штукенберг А. А.* О следах ледникового периода в окрестностях Петербурга. СПб., 1874. 37 с. (Тр. СПб. о-ва естествоиспытателей; Т. 5. Вып. 2).
68. *Щуровский Г. Е.* Эратрические явления.— Рус. вестн., 1856, № 19, 16 с.
69. *Щуровский Г. Е.* Ледники древние и новые.— Изв. о-ва любит. естествознания, антропологии и этнографии, М., 1878, т. 33, вып. 2, с. 287—330.
70. *Agassiz J.* Untersuchungen über die Gletscher. Solothurn, 1841.
71. *Charpantier J. de.* Essai sur les glaciers sur le terrain erratique du bassin du Rhone. Paris; Lausanne, 1841.

72. Dana J. Manual of geology. Philadelphia, 1863. 232 p.
73. Geikie A. The great ice age and its relations of the antiquity of man. London; Trübner, 1874. 121 p.
74. Grewingk G. Ueber Eisschiebungen am Wörzjarwsee in Livland. Dorset, 1870. (Arch. Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands. Ser. 1).
75. Grewingk G. Erleuterungen zur zweiten Ausgabe der geognostischen Karte Liv-, Est- und Kurlands. 1879. T. 8.
76. Helmersen G. Studien über die Wanderblöcke und die diluvial-gebiete Russlands: Glacial und Postglacialformation in Estland und Schweden.— Mem. Acad. sci. St. Petersburg. ser. B, 1870, vol. 14, N 7, p. 59.
77. Suess E. Die Entschung der Alpen. Wien, 1875.
78. Schmidt F. Untersuchungen über die Erscheinungen der Glacialformation in Estland und auf Oesel.— Bull. Acad. imp. sci. St. Petersburg, 1865, vol. 8, N 4, p. 366.
79. Torell O. Undersökningar öfver istiden: Öfvers af kogl.— Vetensk. Akad. Forhandl. Stokholm, 1872, N 10, s. 25—66.
80. Torell O. Ueber das norddeutsche Diluvium.— Ztschr. Dt. geol. ges., 1875, bd. 27, H. 1.
81. Zittel K. A. Geschichte der geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts. 1899.

ТИПЫ ОЛЕДЕНЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ¹

1. К ИСТОРИИ ВОПРОСА

Изучение истории представлений о древнем оледенении (ледниковой теории) обнаруживает, что после признания теории материкового оледенения основные усилия направлены были на выделение: 1) отдельных ледниковых эпох и 2) местных типов древнего оледенения. Теория материкового оледенения одержала победу благодаря трудам русских, шведских, английских и американских исследователей. И нельзя не назвать К. Ф. Рулье (1852) и Г. Е. Шуровского (1856), Ф. М. Шмидта (1870), П. А. Кропоткина (1871—1876), О. Торелла (1872), А. С. Рамсея (1863), Д. Гейка (1874), Д. Дана (1863). Труды этой плеяды исследователей сделали теорию материкового оледенения (только!) оледенения, разработанную в 1840—1850-х годах альпийскими исследователями в своей теории оледенения. В 1870-х годах наука обогатилась двумя крупнейшими монографиями о ледниковом периоде: Д. Гейки и П. А. Кропоткина.

После того как фундамент теории был заложен, дальнейшее ее продвижение пошло по двум вышеуказанным направлениям. Русские исследователи, работавшие на Русской равнине, положили у нас начало выделению ледниковых и межледниковых эпох (Н. И. Криштофович, Н. Н. Боголюбов, А. П. Павлов). Русские исследователи, начавшие изучение ледниковой истории Сибири, не могли не поразиться своеобразием древнеледниковых явлений на ее огромных пространствах.

Так возникли две связанные задачи: изучать историю древнего оледенения и своеобразие пространственного распространения последнего. Успех дальнейших работ в значительной степени определялся взаимной связью в решении обеих задач: распространения и развития древнего оледенения ².

Исследователи проблемы древнего оледенения Сибири с самого начала его изучения указывали на его своеобразие. Назову здесь имена И. Д. Черского, А. И. Воейкова, Э. В. Толля, К. И. Богдановича. Много писали об этом же исследователи послереволюционного периода.

Поэтому для исследователей древнего оледенения Сибири представляет, мне кажется, интерес вопрос о своеобразии местных типов современного оледенения поверхности Земли, при этом одновременно с двух точек зрения — распространения и развития.

Современное ледоведение дает нам к этому новые, еще неиспользованные возможности.

¹ Напечатано в кн.: Тр. Том. гос. ун-та, 1956, т. 133 с. 29—53.— Ред.

² См. подробнее: Марков К. К. Ледниковая теория: Ист. очерк.— Ред.

2. ТИПЫ ЛЬДОВ

Мы стоим на пороге значительного расширения рамок науки о льдах, как бы последнюю ни называть — гляциологией, ледоведением и т. д.

Совершенно очевидно, что должна возникнуть наука, изучающая не только ледники, но и все природные льды, тела во многом различные, но в некоторых отношениях сходные. Нам думается, что правильнее всего было бы сохранить за наукой о ледниках название гляциологии (гляциологии), а науке о природных льдах в целом присвоить название ледоведения, следуя предложению П. А. Шумского.

«Ледники, прежде всего естественное скопление льда, причем лед этот осадочного происхождения (т. е. из снега)... Ледники — это континентальные образования...», — гласит классическая гляциология [16].

Ясно, что это определение объемлет ледники, но не природные льды в целом.

Между тем наша страна богата различными типами природных льдов. Неудивительно, что именно в нашей стране давно уже слышатся призывы к сравнительному изучению природных льдов в целом как определенной природной совокупности.

Основателями широкого взгляда на природные льды как на родственные образования были Б. П. Вейнберг, в Польше — А. Б. Добровольский. Б. П. Вейнберг [4], основываясь главным образом на опубликованной ранее «Истории природных льдов» А. Б. Добровольского, предложил генетическую классификацию льдов. Он различает льды магматические и льды осадочные. Те и другие могут быть метаморфизованы. Это деление льдов было принято в новейших трудах ряда советских гляциологов.

В 1932 г. П. И. Колосков [17] предложил различать три типа льдов, составляющих единую природную ледяную оболочку или криосферу. П. И. Колосков различает три типа криосферы: тип А — область вечной мерзлоты — вечномерзлые пространства суши ниже линии вечных снегов; тип Б — область вечных снегов — вечномерзлые пространства выше линии вечных снегов; тип С — морскую область криосферы. Годом позднее В. И. Вернадский [3] выдвинул мысль о зоне охлаждения Земли как единой оболочке — наследие ледникового периода. В 1946 г. мной [2] отмечалось, что ледники и льды вечномерзлых толщ земной коры должны изучаться под углом зрения единой науки о льдах.

Однако лишь в последнее время эти мысли стали находить воплощение в исследованиях льдов на расширенной базе. Мы присутствуем при дальнейшей разработке науки о природных льдах и обязаны ее первыми успехами двум советским авторам — Г. А. Авсюку и П. А. Шумскому.

В дальнейшем я буду придерживаться классификации природных льдов, разработанной П. А. Шумским [30]. Эта классификация есть в то же время и районирование природных льдов.

Эта схема, хотя и приводится с некоторыми упрощениями, нуждается в пояснениях.

Рекристаллизационная зона (Рекристаллизационно-инфильтрационная зона) Холодная инфилтрационная зона

Теплая инфилтрационная зона Сезонная конжеляционная зона	Инфильтрационно-конжеляционная зона Конжеляционная зона Сезонная конжеляционная зона
Морской климат Снеговая граница	Континентальный климат Нижняя граница холодного режима

1. Криосфера есть понятие более широкое, чем хиносфера. Первая — сфера холода, вторая — снега. Криосфера непрерывна, хиносфера может и прерываться, так как атмосферные снежные осадки устойчиво накапливаются не всюду. Криосфера простирается ниже снеговой линии (льда мерзлых грунтов), в то время как хиносфера снизу очерчена снеговой границей. Хиносфера лишь часть криосферы, хотя и существенная. Поэтому ледоведение шире ледниковедения.

2. Положение отдельных типов льдов в схеме П. А. Шумского. Их выделено 8, но производных всего от трех основных типов льдов. Эти типы льдов (типы льдообразования) имеют у П. А. Шумского довольно сложные наименования. Мы предлагаем заменить их более простыми:

- а) рекристаллизационные льды — снежные льды;
- б) конжеляционные льды — водные льды;
- в) инфильтрационные льды — льды пропитывания.

Льды снежные — есть льды ледников, образующиеся из снежных осадков. Иначе, это льды хионосферы. Ими занимается традиционная гляциология. Льды водные — есть льды, образующиеся путем замерзания воды. Это льды магматические. Они образуются как из континента, так и из морских льдов. В соответствии с этим различаются два подтипа водных льдов: материковые и морские. Первые образуются из вод в области грунтов суши, вторые из морских вод путем их замерзания. Этот второй подтип (морских льдов) в схеме Шумского пропущен. Но мы будем в дальнейшем его рассматривать.

Наконец, третий тип — льды пропитывания — образуется в результате циркуляции в толще льдов талых вод и их замерзания.

Перейдем к характеристике трех основных типов льдов, их распространения и развития.

3. СНЕЖНЫЕ ЛЬДЫ

Снежные льды образуются из снега путем превращения последнего в лед (рекристаллизации). Рекристаллизация происходит при непрерывно-отрицательной температуре воздуха. Талые воды в процессе рекристаллизации не участвуют. Рекристаллизация происходит на некоторой глубине от поверхности под влиянием веса вышенаходящейся толщи снега.

Снежные льды образуют наиболее крупные ледниковые образования: Антарктики, Гренландии, Земли Франца Иосифа и Северной Земли, очень высоких гор.

Снежные льды являются продуктом холодного климата, характеризующегося в особенности низкими среднегодовыми и летними температурами. Зимние температуры не являются рекордно низкими. Снежные льды для своего образования требуют значительного количества снежных — атмосферных — осадков. Все эти данные, взятые в совокупности, заставляют признать связь снежных льдов с областями холодного, но морского климата. Недаром столько снежно-ледниковых образований окружает Северную Атлантику. Среди них Гренландия — наиболее крупная жемчужина. Недаром также (см. ниже) все объяснения условий существования Антарктического ледникового покрова неизменно сталкивались с трудностью «примирить» существование огромных ледниковых масс вокруг южного полюса со «слишком» континентальным климатом южнополярной суши.

В отношении отдельных ледниковых областей имеются следующие новые данные.

А. Арктическая ледниковая область

Хорошо известно, что ледниковые щиты атлантического сектора Арктики привлекали и продолжают привлекать большое внимание исследователей. Это вызвало организацию многочисленных экспедиций. Среди последних наиболее крупное место принадлежит французской экспедиции П. Э. Виктора. Работы ее продолжают, опубликованные данные носят отрывочный характер. Гренландский ледниковый щит оказывается несколько выше и значительно более мощным, чем это представлялось в довоенные годы³. Наибольшая высота ледникового купола 3240 м (ок. 72° с. ш.), максимальные мощности льда 2300—3100 м. Основание ледникового купола представляют в виде вогнутой чаши. Местами оно погружено ниже уровня моря на 50—400 м (рис. 1). Приподнятые края достигают высоты 3700 м (г. Ваткинса, восточный

³ Сравнить: Герасимов И. П. и Марков К. К. [7].

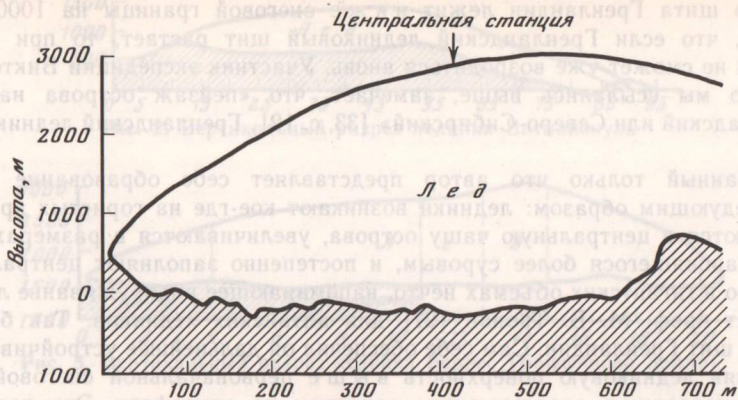


Рис. 1. Широтный профиль Гренландского ледникового покрова (по данным экспедиции Виктора)

край острова). Объем льда, естественно, оказывается более значительным, чем ранее думали. Его исчисляют в 3630 тыс. км³. Таяние льда указанного объема подняло бы уровень Мирового океана на 9,9 м [33]. Прежние представления о климатических условиях льдообразования подтверждаются новыми данными. Гренландия не имеет стационарного антициклона. Последний, хотя временами и образуется, разрушается циклонами, вторгающимися с запада. Снеговая линия лежит на очень большой высоте — 1200—1300 м. Однако и ледниковая поверхность лежит высоко, так как ее края поднимаются круто. «Первую тысячу метров высоты над уровнем океана можно достичь почти всюду на расстоянии менее 20 км от края ледника, тогда как подъем до следующей тысячи метров происходит на протяжении 50 км» [10]. Поэтому 5/6 общей площади шита лежит выше уровня снеговой границы и представляет область питания. Только 1/6 его площади является областью расхода. Иначе говоря, область питания превосходит область расхода в 5 раз. Такие соотношения оказываются необходимыми, чтобы в условиях климата Гренландии обеспечить стационарное существование ледникового шита.

Север и юг Гренландии различны в ледниково-климатическом отношении. Север — континентальный, юг — морской. Самая северная часть Гренландии — Земля Пири. Она достигает высоты 1930 м над уровнем моря, но покрова льда не имеет. Здесь встречается изолированная шапка льда и навейные ледники. Зимой снега так мало, что движение на полозьях возможно только по льду берегового припая. Все это неудивительно. Земля Пири лежит в климате холодном — континентальном. Температуры зимы очень низкие, но лето сравнительно теплое (самый холодный месяц — 36°, самый теплый +6°). Осадков выпадает очень мало, местами менее, чем стаивает льда (на ледниковой шапке — соответственно 115 мм против 160 мм).

Земля Пири — участок суши, на котором снежные льды образоваться не могут, несмотря на низкие температуры зимы и года или, лучше сказать, вследствие низких температур зимы и высоких — лета. Те и другие являются последствием антициклонального режима зимы и лета. Такие же условия на части островов Канадского архипелага и на о-ве Врангеля, отчасти на Аляске. Всюду слишком холодная, сухая зима, слишком теплое лето. Вся очерченная область характеризуется как часть области арктического антициклона (арктический ветрораздел). Образование последнего, кроме общециркуляционных атмосферных условий, поддерживается устойчивой поверхностью плавучих льдов, действующих на атмосферу почти так же, как суша. В частности, эти условия создают и плавучие льды, блокирующие север Гренландии. Об этом еще скажем ниже. Здесь лишь заметим, что этот факт указывает на антагонистические условия развития льдов различных типов: морские плавучие льды препятствуют развитию материковых снежных льдов.

Совсем в иных условиях — морского «снежного» климата — развиваются другие части льдов Гренландии.

Новые данные подтвердили прежние представления, согласно которым основание

ледникового щита Гренландии лежит ниже снеговой границы на 1000 м и более. Это значит, что если Гренландский ледниковый щит растает, то при современных условиях он не сможет уже возродиться вновь. Участник экспедиции Виктора — Кайю, на которого мы ссылались выше, замечает, что «пейзаж острова напоминал бы Северо-Канадский или Северо-Сибирский» [33, с. 12]. Гренландский ледниковый щит — реликт.

Цитированный только что автор представляет себе образование ледникового покрова следующим образом: ледники возникают кое-где на гористых краях острова. Они спускаются в центральную чашу острова, увеличиваются в размерах в условиях климата, становящегося более суровым, и постепенно заполняют центральную чашу. Происходило в гигантских объемах нечто, напоминающее подпруживание льда, которое констатирует проф. М. В. Тронов [27] для алтайских ледников. Так был построен ледниковый щит Гренландии. Сам себе обеспечил он дальнейшее устойчивое существование, подняв ледниковую поверхность выше первоначальной снеговой границы и понизив в последнюю охлаждающим влиянием на атмосферу. Это дает основание говорить о саморазвитии ледникового покрова, или автокатализе (самоускорении развития), по выражению Кайю. Заметим, что, чем более ледник помог своему росту, тем быстрее будет его убыль, если стационарное состояние ледника нарушится понижением его поверхности ниже снеговой границы под влиянием какой-либо причины, находящейся вне саморазвития ледника (общее изменение климата, опускание основы ледника).

К западу и востоку от Гренландии располагаются ледниковые купола, сходные с Гренландским, хотя и уступающие ему в размерах. По отношению к двум из них также имеются новые данные. Ледниковый купол Ватнайокуль недавно подвергся сейсмической зондировке. Выяснилось, что мощность его 500—700 м и достигает 1040 м. Основание довольно ровное и лежит на 200—400 м ниже снеговой границы (рис. 2).

На Баффиновой Земле был изучен ледниковый купол Бернес (ок. 70° с. ш.) Его поверхность достигает высоты 1000 м, мощность льда — до 500 м (1529 фут.) (рис. 3). Ледниковый купол находится в состоянии не убыли (как можно было ожидать), роста. Температура льда оказалась равной (ниже уровня сезонных колебаний) — 14° [31]. Это величина того же порядка, что полученные для льда Гренландского ледникового щита (—27°), если учесть, что высота последнего больше.

Снежным льдам островов Советского сектора Арктики посвящена единственная и весьма важная статья П. А. Шумского [28]. Закономерность распространения оледенения и здесь выражается положением снеговой границы. Последняя в целом опускается к северу, к центральной части Арктического бассейна, что объясняется и повышением широты, и сменой поверхности суши, прогреваемой летом солнцем, поверхностью водно-ледниковой.

На фоне этой общей зональной закономерности наблюдаются провинциальные отклонения: западные и восточные крылья этой поверхности приподняты по сравнению с ее средней частью.

Западное приподнятое крыло уровня снеговой границы находится в области оледенений Шпицбергена и Новой Земли, т. е. теплых ветвей Северо-Атлантического течения. Высокие температуры этой области еще повысились за последние годы потепления климата. Они служат причиной высокого положения снеговой границы.

Восточнее, в средней части сектора, снеговая граница опущена ниже всего. Условия для развития ледников здесь оптимальные. Это также легко понять, если учесть сравнительно низкие температуры в сочетании с (еще) сравнительно обильными осадками. Примерами являются ледники Земли Франца Иосифа и Северной Земли.

По каким же причинам можно объяснить поднятие уровня снеговой границы (после ее погружения) в восточном секторе Арктики? Остров Врангеля, горы которого достигают высоты 1100 м над уровнем моря, ледников не имеет. Причины поднятия снеговой границы на континентальном востоке, как и на морском западе (внешнее сходство при различии географических условий), заключаются в том, что и там и здесь условия становятся для оледенения неблагоприятными: на западе слишком теплый морской климат действует внешне таким же образом, как на востоке слишком холодный

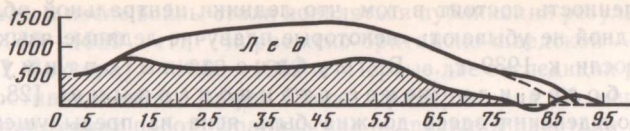


Рис. 2. Вертикальный разрез ледника Ватнайокуль

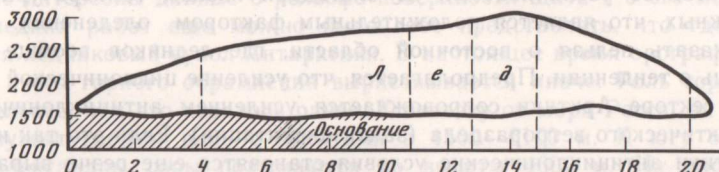


Рис. 3. Вертикальный разрез ледника Бернес (Баффинова Земля)

континентальный климат. Остров Врангеля в этом отношении (см. выше) напоминает острова Канадского архипелага и Землю Пири. Он получает мало осадков при сравнительно теплом лете. Этот остров лежит в области арктического антициклона, отрог которого впадает на Восточно-Сибирскую сушу, где образует арктический ветроподдел между областями северо-атлантической и северо-тихоокеанской циркуляций. Таким образом, из сравнения условий оледенения в различных секторах Арктики видно, что оледенению способствуют оптимальные, но не максимальные условия. Если оптимум пройден, то простое усиление прежних условий климата (например, дальнейшее понижение температуры) становится крайностью, подавляющей оледенение. Это мы видим в восточном секторе Советской Арктики.

Можно идти и дальше. П. А. Шумский предполагает, что в районе арктического ветроподдела хионосфера не только поднимается, но и прерывается, выклинивается. Устойчивый снежный покров, ведущий к образованию снежных льдов, здесь отсутствует на любых высотах.

Если неблагоприятные условия оледенения Советского сектора Арктики создаются арктическим антициклоном, то последний усиливается (по меньшей мере) ледовой поверхностью Арктического бассейна. Таким образом, и здесь налицо тот антагонизм между развитием морских и снежно-материковых льдов, который нами отмечался и для Земли Пири. По данным П. А. Шумского, снеговая линия сейчас лежит выше ледников Советской Арктики. Это значит, что и они реликты. Таким образом, все известные нам снежно-ледниковые образования Арктики оказываются реликтами.

Наконец, рассмотрим вопрос о современной динамике ледников Советского сектора Арктики. Известно, что ледники приатлантической области Арктики за последние годы быстро сокращались в размерах. Однако, как показали исследования Г. Альмена, убывают не все, а лишь малые ледники или периферическое обрамление больших ледников. Г. Альмен уже давно объяснял эту разнонаправленность изменений, указав, что убывание ледников Арктики вызывается усилением притока теплого атлантического воздуха вследствие общего усиления циркуляции атмосферы. Однако даже небольшие ледниковые купола в состоянии влиять на атмосферный режим. Они создают временные барометрические максимумы. Последние преграждают путь теплым циклоническим вторжениям. Г. Альмен установил это явление даже для небольшого ледникового плато Изахсен (Северо-восточная часть Шпицбергена). Для него доля приносного тепла составляет всего 29% от общей суммы тепла, 71% — тепло местное, радиационное. В то же время окраина ледника Ватнайокуль потому и тает быстро, что получает очень много тепла — 91,5% его — атлантическое, приносное.

Мы видим, что ледниковый щит Бернес (Баффинова Земля) не убывает. Таким образом, имеет место разнонаправленная динамика ледников больших и малых.

Также П. А. Шумским [28] отмечается разнонаправленность современной нам динамики ледников западной и центральной областей оледенения Советской Арктики, которые образуют в общем разновеликие, а потому сравнимые ледниковые купола и шапки.

Разнонаправленность состоит в том, что ледники центральной области в противоположность западной не убывают: «некоторые плавающие ледяные языки на о-ве Гукера значительно выросли к 1939 г. ... В глубине зоны оптимума ледники оставались более или менее стационарными» [28, с. 16]. Причина стационарности оледенения здесь должна быть ясна из предыдущего. Может быть, в области оптимума циклический режим тоже усиливается (так думает П. А. Шумский). Количество осадков увеличивается, но благодаря низким температурам области — осадков снежных, что является положительным фактором оледенения. Ничего определенного сказать нельзя о восточной области, где ледников вообще нет. Можно говорить лишь о тенденции. Предполагается, что усиление циклонической деятельности в западном секторе Арктики сопровождается усилением антициклонического режима в области арктического ветрораздела (закон акцентации). Если это так и в восточном секторе Арктики антициклонические условия становятся еще резче выраженными, то условия образования ледников также становятся еще менее благоприятными, даже чем господствовавшие несколько десятков лет тому назад.

Итак, в Арктике в пределах одного и того же типа с н е ж н ы х льдов 1) наблюдается разнонаправленная динамика развития, зависящая главным образом от того, определена ли жизнедеятельность ледника (и его части) циклоническим или антициклоническим режимом климата, в известной мере созданными самим ледником; 2) ледниковые образования больших размеров в ряде (большинстве?) случаев — реликты, следовательно, обладают огромной инерцией (термин М. В. Тронова). Они существуют н ы н е, п р и с о в р е м е н н ы х условиях климата и рельефа, потому что возникли р а н ь ш е п р и и н ы х условиях климата и рельефа.

Суммируя оба эти вывода, надо заметить, что ледниковые образования Арктики обладают большой местной индивидуальностью.

Б. Антарктическая ледниковая область

Со времени экспедиции Скотта к Южному полюсу, антарктические исследователи всегда обращали внимание на недостаточное снежное питание покрова. Оно вызвано антициклональным режимом, усиленным низкой температурой ледяной поверхности. Поэтому все вновь высказывается мнение, что дальнейшее понижение температуры вызовет дальнейшее ухудшение питания покрова и его убыль. Повышение же температуры вызовет улучшение питания и рост покрова. Следовательно, эпохи роста и убыли антарктического покрова будут асинхронны⁴ по отношению к аналогичным состояниям древних ледниковых покровов умеренных широт и современного — Гренландского — покрова.

Изложим те дополнения, которые дали исследования последних 15 лет. Новых первичных материалов опубликовано очень мало. Технически сильно оснащенная экспедиция Берда дала малозначительные материалы [44].

Последними в предвоенные годы были опубликованы работы Л. М. Гульда [38]. Л. М. Гульд пришел к выводу, что барьер Росса построен из снежного льда местного происхождения, опирающегося на выдвинутые к северу плавающие ледниковые языки. Если снега выпадало ранее больше, то оледенение Антарктиды, конечно, должно было возрасти. Но для этого необходимо было, пишет Л. М. Гульд [38], повышение температуры, связанное с циклонической деятельностью, а в конечном счете — с усилением солнечной радиации. Те же мысли высказываются и в более поздней работе Л. М. Гульда: современные низкие температуры Антарктики не способствуют существованию ледникового щита, он убывает. Если в четвертичное время понижение температуры вызвало во многих местах рост ледников, то в Антарктике в то же самое время они должны были уменьшаться. Ледниковый щит возник, вероятно, в третичном периоде. Достижение приблизительной одновременности кульминации великих плейстоценовых ледниковых щитов более низких широт и Антарктики представляет поэтому тезис, не выдерживающий критики [39].

⁴ Мы предпочитаем пользоваться выражением «асинхронность» вместо предложенного ранее и имеющего тот же смысл выражения «метахронность».

В военные годы и после войны стали появляться публикации результатов экспедиций: германской — 1938—1939 гг., норвежско-британско-шведской — 1949—1952 гг., французской (П. Виктора) — 1950—1952 гг. Первые две экспедиции работали в секторе Антарктики, противоположном морю Росса, примерно под 0° меридиана, частично перекрывая районы своих работ; французская экспедиция работала в секторе, близком к сектору моря Росса (в 40° западнее), именно на Земле Адели.

Наиболее интересны данные о рельефе поверхности щита и о его мощности.

До последних работ еще можно было себе представлять, что где-то у полюса возвышается ледниковый купол Антарктики. В настоящее время орография ледникового покрова и его горного обрамления вырисовывается иначе. Роль горного обрамления значительнее, чем это казалось ранее. К востоку от моря Росса, на Земле Марии, Берд обнаружил горную цепь с высотами в 4500—6100 м. К югу от моря Росса в хребте Александры горы поднимаются до высоты 4600 м. На противоположной стороне Антарктики — Земле Мод — горы возвышаются, по-видимому, до 4 км или более над уровнем моря.

Несомненно, что к центру Антарктики — Южному полюсу — коренной рельеф понижается, резче всего между морями Росса и Уэдделля. Вся центральная часть Антарктики занята непрерывной леденой льда, но ей не принадлежат командные точки в рельефе Антарктики⁵. Отметка Южного полюса всего 2765 м, что на 1,5 км ниже приподнятых краев антарктической «чаши». Трудно сказать при нынешней бедности данными более определенно о рельефе покрова. Согласно одному предположению, покров представляет единый по рельефу массив, выпуклый, но с высшей точкой, расположенной эксцентрично у гор Земли Мод — Новой Швабии. Согласно другому взгляду, ледниковый покров образует два или даже три вздутия, тяготеющих к повышенному горному обрамлению, с высотами поверхности щита до 3500—4200 м над уровнем моря.

Нельзя не отметить сходства в расположении высот гор в Гренландии и Антарктике. И там и здесь ледниковый покров покоится на пониженном основании. И хотя высота поверхности Антарктического ледникового щита больше, чем Гренландского, создается впечатление, что центральное антарктическое понижение заполнено льдом относительно меньше, чем гренландское понижение.

Сведения о мощности льда Антарктики появились в печати только в 1953 г. До этого строились лишь различного рода предположения. Определения сделаны сейсмическим методом обеими последними экспедициями.

Норвежско-британско-шведская экспедиция исследовала профиль от берега в глубь Земли Мод на протяжении 615 км до абс. высоты 2710 м. Мы видим (рис. 4), что под сравнительно ровной поверхностью льда погребен исключительно расчлененный рельеф. Мощность льда достигает 2400 м, дно самих впадин лежит на 500—900 м ниже уровня моря [46].

Французская экспедиция публикует данные о профиле на Земле Адели длиной в 300 м (от 67° до 69° ю. ш., 142° з. д.). Определение толщины льда сделано в четырех точках. Результаты сообщаются для двух точек: II — 80 км от берега, высота поверхности 1185 м, мощность льда 205 м; IV — 290 м от берега, высота поверхности 1945 м, мощность льда 490 м. Поперечник Антарктики равен 3300 км, и разведка мощности покрова льда продвинулась всего на $\frac{1}{5}$ часть с одной стороны и на $\frac{1}{10}$ — с другой. Пожалуй, самое важное то, что уже теперь получены мощности льда в 2400 м, хотя максимальные, несомненно, еще не достигнуты: антарктический ледниковый покров — более мощное образование, чем это предполагалось ранее на основании общих соображений. Таяние антарктических льдов подняло бы уровень океана на 80 м, а не на 40 м, как считалось ранее.

Общие данные о термике щита, режиме его поверхности, современном состоянии и тенденциях изменений рисуются новейшими работами в следующем виде.

Антарктический покров — самый холодный из всех ледниковых покровов (и из всех

⁵ Германская экспедиция сообщала, что к югу от гор «Новой Швабии» поверхность ледникового щита поднимается до поистине рекордной высоты — 5000 м! Однако норвежско-британско-шведская экспедиция считает эти оценки высот преувеличенными метров на 1000. См.: [47].

типов льда вообще). На высоте 2700 м на Земле Мод температура льда (ниже зоны сезонных колебаний температуры) — 40°, на высоте 1950 м на Земле Адели — 33,5° [37]. Над поверхностью льда много нунатаков, достигающих больших размеров. На склонах их — следы более высокого положения границ льда (валуны, полировка, морены). Когда-то покров был з н а ч и т е л ь н о более мощным. С тех пор мощность льда сильно уменьшилась. Но в настоящее время на Земле Мод ледниковая поверхность не опускается. Об этом свидетельствуют очень медленно растущие лишайники. По склонам нунатаков они опускаются до самой поверхности льда. Снеговая линия лежит на уровне моря.

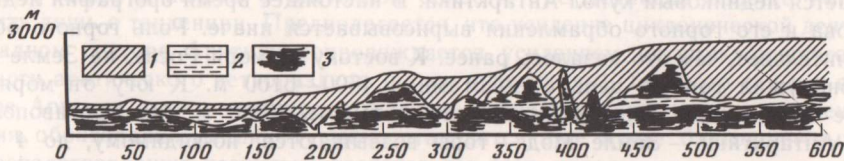


Рис. 4: Вертикальный разрез части Антарктического ледникового покрова (Земля Мод)
1 — лед; 2 — вода; 3 — основание

Следовательно, по этому признаку в с я площадь Антарктики — область питания. В действительности это не так. Ветер выдувает огромные массы снега в море, чему способствует и сыпучесть снега, зависящая от низкой его температуры [45]. Заметим, что если за последние десятилетия ледниковый покров не убывал (см. выше, наблюдения на Земле Мод), то шельф моря Росса сокращался, и очень интенсивно. Край барьера Росса за 100 лет отодвинулся к югу на 15 км.

История ледниковых покровов, как мы видим, тесно связана с усилением и ослаблением морских или континентальных тенденций климата. Последняя же может рассматриваться вне изучения истории плавучих льдов. По словам В. Ю. Визе, «море, покрытое льдом, — не настоящее (в климатическом отношении) море» [5, с. 17].

Итак, для льдов Антарктики устанавливается та же закономерность, что и для льдов Арктики. В пределах ледниковой системы Антарктики возможно выделить три концентрически расположенных области: центральную и два периферических кольца.

Центральная область. Пониженное ледниковое плато Южного полюса. Крайний антициклонический режим. В настоящее время условия не благоприятствуют оледенению.

Первое кольцо. Ледниковые вздутия у периферических горных поднятий. Оптимальные условия развития материкового оледенения в настоящее время.

Второе (внешнее) кольцо. Льды антарктических шельфов. Интенсивно убывают под влиянием, возможно, усилившегося приноса теплого воздуха из более низких широт.

В. Воздействие снежных льдов на окружающие их условия

Снежные льды, столь своеобразные сами по себе, не могут не оказывать и своеобразного, им свойственного влияния на окружающий неорганический и органический мир.

Это влияние мы попытаемся здесь охарактеризовать на двух примерах, и то неполно, так как интересующие нас явления мало изучены.

Воздействие на основание ледникового тела

Любой ледник, тем более мощный ледниковый щит, создает у своего основания (под собой) особый температурный режим. Этот режим создается двумя различными путями. Во-первых, увеличивая свою мощность, ледник поднимает изотермические поверхности, вследствие чего температура и в самой толще льда и под нею увеличивается. Во-вторых, движение льда и переход кинетической энергии движущегося льда в тепловую также вызывает повышение температуры ледниковой толщи вплоть до ее основания. Важным в обоих случаях является зависимость степени повышения температуры от мощности ледникового покрова, так как последняя определяет интенсивность движения.

В первом случае увеличение мощности льда непосредственно вызывает повышение температуры льда, во втором случае увеличение мощности льда воздействует в этом же направлении посредством ускорения движения льда.

Температура основания ледниковой толщи может в пределе повыситься до точки плавления льда, т. е. до величины, близкой к 0° . Если вспомнить, что льды Антарктики в более поверхностных горизонтах охлаждены до -40° , а льды Гренландии — до -27° , то станет очевидным значительная тепляющая роль ледниковой толщи на ее основание. Приведем следующий расчет. Если принять величину геометрической ступени в толще льда равной 50 м, а температуру верхних горизонтов льда — равной -40° , то для достижения нулевых температур основания ледниковой толщи мощность последней должна дорасти до $50 \times 40 = 2000$ м. Таким образом, вполне вероятно, что современные самые холодные, но мощные ледниковые покровы создают у своего основания режим нулевых температур.

«Разогревание» ледниковой толщи создается дополнительно ее движением. Количество тепла, выделяемое при движении льда, значительно. Оно тем больше, чем больше разность уровней области питания и краевой части движущейся системы. При разности уровней в 3 км (Гренландия, Антарктика, горные ледники) повышение температуры от движения достигает $7-8,5^{\circ}$, при разности уровней в 1—1,5 км — $2,5-3,5^{\circ}$.

Итак, «разогревание» основания ледниковой толщи будет особенно большим у мощных ледниковых покровов. Заметим, что и само движение льда ледниковых покровов есть в значительной степени функция мощности льда. Это установлено П. А. Кропоткиным [19] в его «Исследовании о ледниковом периоде». П. А. Кропоткин писал: «На материках должны были образоваться при известных климатических условиях обширные ледяные покровы в тысячу, две и три тысячи метров толщины... Эти ледяные покровы (и даже такие, которые были в десять и двадцать раз тоньше) должны были расползаться по стране, какого бы она ни была рельефа... Толща льда гораздо меньшей мощности, чем те, которые ныне накапливаются на околополярных материках, должна под давлением собственных верхних слоев выдавливаться во все стороны...» [19, с. 519]. Таким образом, П. А. Кропоткину принадлежит приоритет гипотезы (позднее возрожденной Деморестом), согласно которой движение в ледниковых покровах вызывается выдавливанием нижних слоев льда верхними слоями и, таким образом, движение льда ставится в связь с его мощностью. Следовательно, движение льда есть функция его питания снежными осадками, наиболее обильными в морском климате. В морском климате и температуры ледниковой толщи не должны быть очень низкими.

Итак, можно установить такую последовательность: морской климат — обилие снежных осадков — большая мощность ледникового покрова — «высокая» температура основания ледниковой толщи — отсутствие мерзлоты под основанием ледникового покрова. Из всего этого следует, что, чем резче, чем мощнее выражен снежный тип льдов, тем больше их воздействие на основание и вследствие большой скорости движения, и вследствие податливости эрозионному воздействию льда основания, не скованного мерзлотой.

Таким образом, написанную выше цепь зависимостей следует дополнить еще одним, крайним членом. Этот член — интенсивная эрозионная и аккумулятивная деятельность снежных льдов большой мощности. Типичным для снежных льдов надо признать эрозионный и аккумулятивный ледниковые ландшафты.

Воздействие на органическую природу

В Антарктике органический мир так беден, что интересующие нас явления не могли быть изучены. Единственным примером может служить органический мир окраины Гренландского ледникового щита.

Гренландская флора насчитывает большое число видов, больше всего бореальных и субарктических — ок. 200, арктических — 130, высокоарктических — 58 видов, 200 видов представлены циркумполярными растениями, остальные характерны главным образом для Европы и в меньшей степени — для Америки.

Южная часть приледниковой Гренландии относится к зоне лесотундры (до 61° с. ш.). Здесь произрастают березовые рощи (деревья до 6 м высотой), ольшатники (ольха встречается до 66°), ивы (до 72°), рябина (до 62°), можжевельник. Зона приледниковой тундры тянется до северных пределов Гренландии.

Древесная растительность чувствует себя лучше на некотором удалении от берега, в более континентальных условиях. Но к северу ее распространение преграждается сухостью климата.

Флора Гренландии сравнительно бедна вследствие своей молодости. Наблюдается иммиграция новых видов. Считается, что потенциально возможно произрастание таких деревьев, как сибирская лиственница, канадская ель, белая ель (*Picea mariana*).

Много указаний можно найти на то, что крайняя сухость климата северной части Гренландии губительно отражается на растительном покрове: встречаются полусохшие ивы, степняки (полюнь), а также участки с засоленной почвой и солончатые озера [10].

Необходимо отметить три важные особенности приледниковой растительности Гренландии:

1. Наличие обширного материкового оледенения не является препятствием к развитию в узкой приледниковой полосе и на нунатаках достаточно богатой, в том числе и древесной, флоры, хотя ширина приледниковой зоны нигде почти не превышает 100 км, а большей частью она значительно уже.

2. Флора, несмотря на высокое широтное положение, ксерофитизирована, даже несмотря на прилегающие морские пространства.

3. Флора отличается значительной молодостью, ненасыщенностью. Процесс ее насыщения иммигрантами продолжается. По-видимому, времени, прошедшего после максимума ледникового периода и освобождения от покрова льда краевой части острова, все еще недостаточно для насыщения ее элементами, потенциально соответствующими природным условиям краевой части острова. Более того, как известно, даже в древнеледниковой области Северо-Западной Европы продолжается еще до сих пор (в течение отрезка времени до 10 000 лет) заселение области, опустошенной оледенением. На Кольском полуострове расширяется ареал сосны и происходит иммиграция ряда других растений. Северо-запад Европы в течение всей второй половины послеледникового времени (4—5 тыс. лет) все более и более заселяется елью, появляется лиственница [14].

Вышеприведенные выводы будут иметь значение для восстановления динамики 1) изменения древних материковых (снежных) ледниковых покровов; 2) образования форм ледникового рельефа; 3) заселения пространств, освобожденных убывающим льдом, растениями и животными, в частности, ксерофитного облика.

4. ВОДНЫЕ ЛЬДЫ

Водные льды (конжеляционные льды Б. П. Вейнберга и П. А. Шумского) образуются путем замерзания воды морей, озер, рек, талых вод, снега и льда. Таким образом, по способу образования водные льды образуют совершенно самостоятельный тип льдов. Их можно выделять в особый тип льдов так же, как это делается со снежными льдами. Снежные льды рассматривают как породу осадочную. Водные льды — магматическая порода. Но еще резче выступает самостоятельность водных льдов, если ознакомиться с их конкретными разновидностями, географическим распространением и условиями образования.

Водные льды образуют два главных подтипа: водных материковых льдов и водных морских льдов⁶.

⁶ Морские льды не рассматриваются и в последних работах П. А. Шумского и Г. А. Авсюка.

А. Водные материковые льды

Водные материковые льды — это ископаемые льды области вечной мерзлоты. Вместе с последней они пользуются огромным распространением, хотя, конечно, не насыщают всю область вечной мерзлоты.

Площадь области вечной мерзлоты составляет в Евразии — 10,6 млн. км², в Северной Америке — 7,2 млн. км², всего, следовательно, до 18 млн. км².

Мощность вечной мерзлоты достигает 700 м (возможно, и более), а температура (ниже уровня сезонных колебаний) опускается на п-ве Таймыр до $-10 \div -12^\circ$.

Получается, что в Северном полушарии есть не одна, а две огромные области материковых льдов — снежных и водных. При этом материковые водные льды занимают область, превышающую по площади в 6 раз область снежных льдов Северного полушария. Она даже несколько больше области снежных льдов обоих полушарий (18 млн. км² и 15 млн. км²). По своему объему толща вечной мерзлоты, по-видимому, превышает толщу льдов Северного полушария раза в два, а по запасам холода обе области примерно одинаковы. Льды области вечной мерзлоты полностью лежат ниже снеговой линии. Это оледенение, но «ушедшее в землю», погребенное.

Принадлежность ископаемых льдов к типу водных льдов доказывается работами А. И. Попова [25] и П. А. Шумского [29].

Оба автора считают, что ископаемые льды Восточной Сибири образуются путем замерзания вод в мерзлых грунтах. Воды заполняют морозные трещины в грунте и, замерзая в них, образуют ледяные клинья. Этот процесс особенно развит в поймах, где клинья растут вверх (т. е. удлиняются) по мере накопления пойменного осадка. Трещины при замерзании воды также расширяются давлением льда из стенки трещины. Этот процесс может развиваться в условиях малоснежья, сильных и устойчивых зимних морозов, что характерно для современного континентального климата Восточной Сибири, Северной Канады и Аляски. Указанные условия существуют длительно, так как в ископаемых льдах Сибири погребен вымерший мамонт. Значит, «утверждение о трещинно-полигональном происхождении основных масс ископаемого льда влечет за собой также отрицание существенных колебаний климата на протяжении длительного времени в четвертичный период и нет серьезных оснований предполагать какие-либо принципиальные отличия в типах ландшафта на протяжении всех этих этапов формирования основных масс ископаемого льда» [25, с. 38—39].

П. А. Шумский также считает, что ископаемые льды Сибири образовались вследствие замерзания вод в трещинах мерзлого грунта. Этот процесс повторялся из года в год, и льды ледяных клиньев могут быть названы повторно-жильными. Ледяные жилы могут разрастись настолько, что лед «занимает больше половины площади» и от вмещающей породы «остаются лишь узкие земляные жилы». Таким путем образуются, пишет П. А. Шумский, «крупные массы так называемых ископаемых льдов Ново-Сибирских островов и многих других районов» [29, с. 36]. Наконец, И. П. Герасимов [6] подчеркивает, что современные физико-географические процессы Якутии являются продолжением и как бы реликтом процессов ледникового периода в Якутии. Центральная Якутия, по словам И. П. Герасимова, — п а л е о г е о г р а ф и ч е с к и й р е л и к т позднеледникового времени. Это мы отмечали и в нашей монографии в 1939 г., а Д. М. Колосов — в 1947 г. [18]. Черты реликтовости выражены во всем ландшафте центральной Якутии. И. П. Герасимов [6] намечает следующие этапы его развития.

1. Ледниковое время. Развитие мерзлоты, ископаемого льда, лёссовидных карбонатных суглинков. Лесостепь. Темноцветные лугово-черноземные почвы с пятнами солонцов и солодей. Фауна с мамонтами, оленями, быками, бизонами.

2. Позднеледниковое время (современность). Термокарст, образование аласов. Продвижение лесной растительности.

Из этих новых работ, так же как из прежних, следуют по меньшей мере два палеогеографических вывода.

1. Относительное постоянство физико-географических условий в течение ледникового периода—современности в Восточной Сибири.

2. Асинхронность развития географических ландшафтов Сибири и Русской равнины. В то время как в первой области еще продолжают протекать явления, характеризовавшие ледниковый период, во второй области «пережитки» ледникового времени уже стерты.

Б. Водные морские льды

Второй подтип водных льдов — морские льды. Эти льды также образуются путем замерзания воды (морей). Процесс льдообразования изучен Н. Н. Зубовым [15]. Приходится сожалеть, что морские льды не рассматриваются и в новейших работах по ледоведению. Площадь их в одном лишь Северном полушарии достигает 11 млн. км² (главным образом, в Арктическом бассейне). Вероятно, такого же примерно размера и площадь морских льдов Южного полушария.

Если учесть только что сказанное, нужно будет признать, что площадь льдов достигает в Северном полушарии 32 млн. км² (3 млн. км² + 18 млн. км² + 11 млн. км²). В Южном полушарии площадь льдов составляет около 25 млн. км² (из них снежные льды Антарктики — 13 млн.², все остальное — водные морские льды; водные материковые льды почти отсутствуют). Следовательно, общая площадь льдов земной поверхности составляет 50—60 млн. км²⁷, что в 3—4 раза больше оценки, приводимой в гляциологических работах, учитывающих только снежные льды. Не лишним будет также обратить внимание и на то обстоятельство, что вопреки обычным представлениям оледенение Северного полушария больше оледенения Южного полушария и что в Северном полушарии площадь снежных льдов в 10 раз меньше площади водных льдов.

Морские льды объединяет с материковыми водными льдами, кроме общности процесса образования, связь с холодными континентальными условиями климата.

Морские льды являются так же, как и континентальные водные, порождением климата холодного и континентального. За последние годы климат приатлантического сектора Арктики стал не только более теплым, но и более морским. Вместе с тем в этом секторе площадь морских льдов стала уменьшаться. По Н. Н. Зубову [15], площадь льдов Гренландского моря уменьшилась за время последнего потепления Арктики на 15—20%, Баренцева моря — на 12%. Общая площадь льдов морей Арктики сократилась на 1 млн. км². Но все это относится к приатлантической Арктике. В восточной морской Арктике, где климат континентален, площадь плавучих льдов заметно не изменилась. В зимнее время льды морской Арктики вместе с Сибирью и Канадой окутаны общей пеленой снега и представляют собой и климатически единую поверхность, как бы единый, очень холодный материк. Зимой, пишет Б. Л. Дзердзеевский [11], всю морскую ледовую Арктику можно рассматривать как «устойчивую область повышенного давления, обширный полярный антициклон» [4, с. 167]. «Море, покрытое льдом, если рассматривать его как климатический фактор, не есть настоящее море», — писал В. Ю. Визе [5, с. 17].

Летом, когда лед на суше стает, климатическое единство ледовитого моря и суши нарушается.

Вообще надо отметить и существенные различия между обоими подтипами водных льдов. Морские льды в отличие от ископаемых почвенных льдов в высшей степени изменчивы. На наших глазах (см. выше) произошли огромные колебания ледовитости западной части Ледовитого океана. В восточном «континентальном» секторе Арктики ледовитость, правда, имеет более устойчивый характер. Об этом свидетельствуют многолетние мощнейшие морские льды, обломки которых стали в последние годы известны под названием «ледяных островов». Но нет сомнения, что в целом изменчивость плавучих льдов для них также характерна, как геологическая стабильность характерна для ископаемых льдов Сибири и Северной Америки.

Изменчивость плавучих льдов рассматривалась советскими и зарубежными исследователями. С. Е. Брукс [32] предполагает, что, возможно, в послеледниковое теплое

⁷ Точно никак еще не определена.

время Арктика (западная?) была неледовой. Неледовая морская Арктика — явление характерное для многих прошлых геологических периодов (нижнетретичного, мелового, юрского). М. М. Ермолаев [12] установил резкое изменение литологии грунтов западной части Ледовитого океана в вертикальном разрезе. Он определил абсолютный возраст обнаруженных слоев и связал один из них с проникновением вод Гольфстрима в Арктический бассейн, что имело место несколько тысяч лет назад и резко изменило ледовые условия.

А. П. Жузе и Е. В. Коренева [13] устанавливают в Охотском море в четвертичное время двукратную смену океанического режима, близкого к современному, и режима, указывающего на похолодание, приближение кромки льда, обмеление Охотского моря, изменение состава лесов Охотского побережья и усиление оледенения гор. Такие же предположения делает для Гренландского моря и морского окружения Антарктики Г. Менли [41].

Указанные нами материалы свидетельствуют о том, что и плавучие морские льды должны изучаться как объект их геологического развития.

Последнее только начинается. Но и теперь уже можно утверждать, что два типа водных льдов отличаются друг от друга различной своей изменчивостью и что развитие каждого из них может протекать в достаточной мере различно по темпу и направлению.

В. Воздействие на окружающую природу

Мы упомянем о зимнем влиянии водных льдов на образование антициклонических условий. Очень часто делается предположение о приращении площади Сибири с севера за счет осушения шельфа. В этом видят единственную возможность объяснить повышение летних температур, послеледниковое продвижение к северу лесной границы. Однако почти тот же эффект (континентальность) дало бы и повышение ледовитости Арктического бассейна. Приращение же льдов иногда предположить легче, чем приращение суши.

Взаимодействие водных льдов с твердой земной оболочкой весьма различно у морских и континентальных льдов. Первому сто лет назад дрейфовая гипотеза придавала решающее значение. Она пыталась объяснить образование поверхностных наносов действием плавучих льдов, и только. В настоящее время, напротив, на этот вопрос обращают слишком мало внимания.

Более ясным является значение мерзлотных процессов области материковых водных льдов, где господствует солифлюкция, термокарст, пучение грунта и т. д. В морфолитологическом отношении вся эта область может быть сопоставлена по своеобразию ее форм и отложений с областью снежных льдов.

Гораздо больше внимания уделяется вопросу о связи области материковых водных льдов с особым характером развития живой природы.

Этот вопрос рассматривался нами в монографии «Ледниковый период на территории СССР» [7]. Мы тогда уже отмечали на основе данных П. П. Сушкина и других, что Восточная Сибирь характеризуется сравнительно большой стабильностью природных условий, о чем свидетельствует современный органический мир.

Приведу некоторые новые материалы, подтверждающие выше приведенный вывод.

Из палеогеографических работ последнего времени, выводы которых тесно переплетаются с вышеизложенным, необходимо указать на работы Б. Н. Городкова [8, 9], Л. А. Портенко [26] и М. Н. Караваева. Первые две — преимущественно ботанико-географические, а последняя — палеоботаническая.

Б. Н. Городков, выступая на конференции по палеогеографии четвертичного периода в 1941 г., указывал, что «полнота арктического комплекса на о-ве Врангеля позволяет считать северную Берингию местом формирования арктической флоры в третичное время...» и что полнота флоры о-ва Врангеля «бесспорно свидетельствует, что она обладает значительным возрастом» [8, с. 329—330]. Б. Н. Городков отмечает соответствие геоботанических выводов с нашими выводами, полученными при геоморфологических исследованиях острова. Наши данные свидетельствуют о том, что остров не подвергался повальному оледенению.

Выступая на конференции по палеогеографии четвертичного периода, Е. М. Лавренко подчеркнул, что «к востоку от Таймыра — территория формирования наиболее древних элементов арктической флоры, названных А. И. Толмачевым зоарктическими» и что «на Дальнем Востоке мы имеем как бы музей реликтовых форм различного возраста, в основном реликтовых флор».

Б. Н. Городков [9] в статье, опубликованной посмертно, отмечает, что количество видов покрытосеменных растений в зоне арктических пустынь изменяется следующим образом.

1. Атлантическая провинция: Гренландия, Шпицберген	70—130 видов;
2. Карская провинция	36—70 видов
3. Ново-Сибирская провинция	76 видов;
4. Берингийская (о-в Врангеля)	160 видов;
5. Канадская провинция	130 видов;

Поражает богатство видами о-ва Врангеля, флора которого «не беднее, а даже своеобразнее флоры северных побережий Чукотского полуострова и Аляски и неизмеримо богаче флоры западных островов». Остров Врангеля, по мнению Б. Н. Городкова, смог сохранить свою флору, так как не имел покровного оледенения. «Бывшие свободными от льда площади сохранили относительно богатую и древнюю флору» [9, с. 23].

Напомним, что о-в Врангеля находится (и находился) в области арктического ветрораздела, т. е. в условиях, наихудших для смежного оледенения. В то же время на Чукотском полуострове история фауны, по Л. А. Портенко, складывалась изменчивее. «Отзвуки сложных перемен в прошлом далеко не улеглись,— пишет он,— и, следовательно, области Сибири и Канады имеют фауны, которые пережили меньшее количество трансформаций, чем фауна Берингова моста. Их история протекала спокойнее» [26, с. 211].

М. Н. Караваев различает такие этапы эволюции растительного мира Восточной Сибири в антропогене.

Плейстоцен — усиление континентальности климата, которое согласуется с вымиранием теплолюбивых широколиственных пород (*Juglans*, каштан, бук) и голосеменных (тсуга, гинко), на смену которым приходит «обедненная темнохвойная тайга с очень небольшой примесью липы, вяза, граба и лещины». На первое место начинают выходить современные хвойные и мелколиственные древесные породы. Вероятно, сначала господствовала тайга Охотского типа с аянской елью, с примесью наиболее холодолюбивых широколиственных пород. «Живые ископаемые» этой фазы — аянская ель, каменная береза и бузина берингийская.

Такова первая, «неледниковая» половина плейстоцена, когда уже на западе господствует оледенение.

К середине плейстоцена возрастает континентальность климата, что ведет к развитию светлохвойных лесов — сосново-лиственничных, из березы и пихты. В отложениях встречается и небольшая, но постоянная примесь пыльцы липы, орешника, дуба и граба. Фаза «сосново-лиственничных лесов также относится к времени нижнего плейстоцена». Затем следует фаза кедрово-еловых лесов, «что, по-видимому, соответствует наступлению в горах первой стадии ледникового покрова» (кедр сибирский, ель, примесь березы и пихты). На равнинах — леса с елью, лиственницей, березой, сосной, с участками лесотундры с кедровым стланцем и арктотундровыми травянистыми формами (*Selaginella sibirica Hieron*). Увеличивается содержание травянистой пыльцы. Реликты этой фазы сохранились в Якутии и сейчас (*Dnyas*, *Selaginella sib.* и т. д.). В верхнем плейстоцене устанавливается резко континентальный климат, появляются травянистые ландшафты. Это период оледенения.

Конец плейстоцена и первая половина голоцена ознаменовались, по М. Н. Караваеву, обратным процессом — захватом степных и луговых пространств лиственничными сосновыми лесами, а в зонах рек — еловыми.

Мы уже отмечали, что даже внутри одного типа льдов снежных и льдов водных отдельные части ледниковых систем могут развиваться разнонаправленно. Априорно рассуждая, есть еще более оснований предполагать самостоятельные черты развития двух разнотипных типов льдов — снежных и водных не только совпадения, но и расхождения ритмов и направления развития.

В 1939 г. в монографии «Ледниковый период на территории СССР» [7] мы писали об антагонизме в развитии материковых покровов и вечной мерзлоты. В этой статье, рассматривая вопрос о температурном состоянии грунтов под ледниковым покровом, мы, собственно говоря, изложили уже соображения по интересующему нас здесь вопросу. В общем, взгляд, высказанный в 1939 г., правилен. Под достаточно мощным ледниковым покровом мерзлоты не должно сохраняться. Необходимая для этого мощность ледникового покрова будет тем большей, чем ниже были исходные температуры мерзлого грунта, на котором стал образовываться ледниковый покров. Поэтому мыслимо, что если область развития мерзлоты оказалась впоследствии перекрытой ледником достаточной мощности, то мерзлота под ней исчезла, появившись вновь после освобождения территории ледником и сосуществуя с последним лишь за границей оледенения. Последнее тем вероятнее, что сохранились и соответствующие следы. На них у нас особенно обращал внимание А. И. Москвитин [24]. Образованию мерзлости должна была способствовать континентальность климата за границей оледенения (европейского), следовательно, малоснежность, сильные морозы зимой, созданные самим ледником. Палеоботанические доказательства распространения степняков приводил в особенности В. П. Гричук [23]⁸. Итак, один и тот же ледниковый покров (европейский) для одного и того же отрезка времени мог на различных территориях и способствовать и препятствовать развитию мерзлоты (с подчиненными последней льдами). Развитие последней было то синхронно, то асинхронно — антагонистично по отношению к оледенению.

В принципе совершенно то же можно сказать и о соотношении в развитии морских льдов и материковых снежных льдов. Первые, как и вторые, усиливают континентальность климата. В районах, обеспеченных осадками и обладающих сравнительно высокими температурами, «дефицитом континентальности» (Исландия), трансгрессия морских льдов будет, нам думается, способствовать увеличению снежных льдов, т. е. развитие обоих типов льдов будет протекать разнотипно — синхронно. Современное уменьшение ледовитости Гренландского моря совпало с отступанием ледников (малых) в Исландии.

Иначе будет протекать взаимодействие при «избытке континентальности». Этот второй вариант недавно рассмотрен был Г. Менли [41].

Он отмечает асимметрию материковых льдов по отношению к Южному полюсу, выражающуюся в том, что льды у полюса ниже и у краев Антарктики выше. В недавнем геологическом прошлом лед (как мы видели) был гораздо более мощным. Следовательно, прежде Антарктика получала больше циклонических осадков с моря. Циклоны образуются над открытой водной поверхностью морей Росса и Уэдделла. «Естественно считать, что если эти моря были свободны от льда (барометрические), депрессии были мощнее и сопровождалась более обильными осадками на прилегающих склонах гор» [41, с. 311].

Образование Антарктического и Гренландского покровов, по мнению Менли, могло начаться в конце третичного периода в оптимальных условиях еще открытого моря и уже высоких гор, т. е. при сравнительно высокой температуре. Склоны гор покрылись льдом, когда море еще не имело устойчивого ледяного покрова. В Антарктике основным аккумулятором влаги, приносившейся с океана, вероятно, были горы, протянувшиеся от Земли Грэхена к морю Росса. Очень хорошей иллюстрацией отрицательного влияния плавучих льдов на питание ледников могут служить условия Гренландии: почти 2000 мм осадков (по Г. Менли) под 61° с. ш. у неледовитого

⁸ Не включена схема истории растительности другого автора. — *Ред.*

побережья и всего 150 мм осадков под 75° с. ш. (на Земле Пири еще меньше) у ледовитого побережья. И действительно, таков «парадокс». Ледниковый щит «сдвинут» к 60° с. ш., но оставляет непокрытой льдом северную часть острова, где высоты достигают 1900 м над уровнем моря. Плавающие льды «гасят» влияние окружающего ледник моря.

Историю оледенения Антарктики Г. Менли представляет следующим образом: увеличение ледовитости моря вокруг Антарктики вызвало уменьшение размеров оледенения внутри материка. Произошло опускание поверхности покрова у Южного полюса. Края и центральная часть южнополярной ледниковой области, ее центральная часть и область плавающих льдов развивались асинхронно. Вообще «периоды быстрого наступления льдов Антарктики не были строго одновременными с такими же периодами в умеренных широтах» [41, с. 316]. Влияние покрытости моря плавающими льдами на оледенение суши Менли считает фактором более существенным, чем влияние на оледенение стока с ледяных куполов холодного и сухого воздуха.

Таким образом, и в совершенно определенных условиях плавающие морские льды и материковые снежные льды могут развиваться то синхронно, то асинхронно — антагонистически.

5. Льды пропитывания

Третий тип льдов — льды пропитывания, или инфильтрационные льды. В процессе фирно- и льдообразования участвует вода, промачивающая снег, замерзающая и превращающая снег в режеляционный фирн и лед. Если фирн и лед достаточно холодны, то вся вода замерзает в их толще и не образует стока (инфильтрационный холодный подтип). Эти льды, как показывает карта, господствуют по краю южной части Гренландского щита, на островах Западной Арктики и в высоких горах умеренных широт. Еще характерны «теплые» льды пропитывания, которые прогреваются тальми водами до температуры плавления льда.

К льдам пропитывания относятся льды Альп, Скандинавии и многих других «классических» горных районов. Льды Альп долго считались главными представителями оледенения в сего мира. В действительности же они образуют лишь один из подтипов льдов.

«Теплые» льды пропитывания господствуют также на Шпицбергене, в Исландии, на тихоокеанском склоне Кордильер, на Камчатке.

Так как льды прогреваются до температуры плавления, талые воды проникают сквозь них в трещины и туннели, образуя внутриледниковые и подледниковые потоки. Именно со льдами этого типа должно быть связано наибольшее богатство водноледниковых форм рельефа.

«Теплые» льды пропитывания — продукт климата морского и сравнительно теплого. В области континентального климата усиливаются амплитуды колебания температуры. Сочетается летнее таяние снега и сильное охлаждение толщи льда зимой. Количество снежных осадков уменьшается, так что питание льда происходит и пропитыванием водой толщи ледников с замерзанием ее в толще льда. Таким образом, процессы льдообразования в континентальных районах гор (Средняя Азия, Алтай, Баффинова Земля и т. д.) и холодных равнин имеют родственные черты.

Легко понять, как велико было распространение льдов пропитывания в ледяной оболочке Земли, когда материковые льды вторглись далеко к югу Западной Сибири, в Европе и в Америке — до 60, 48, и 38° с. ш.

По-видимому, всего вероятнее отнести всю прикраевую полосу Европейского щита к типу «теплых» льдов пропитывания (в Западной Сибири, возможно, льды смешанного типа — водные и пропитывания?). К этой мысли приводит не только низкое широтное положение, но и огромное участие в строении ледниковой толщи различных озерноледниковых и ледниково-речных отложений. Примеров этому множество. Например, в знаменитом Лихвинском обнажении на р. Оке морена «подвешена». Она лежит на озерных отложениях, даже и не деформируя их. Не представлял ли ледниковый покров в это время шельф, плававший на поверхности водоема; к тому же и морена в средней части слоиста?

По-видимому, толща льда пропитывалась талыми водами, частично замерзавшими во льду. Заметим, что могучее образование талых вод должно было вызываться интенсивным таянием льда на всей его поверхности, его утончением и превращением в мертвый лед.

Еще 15 лет тому назад представление о мертвом льде принималось только для краевых частей древних покровов. Теперь его принимают и для центральной части покрова. Признаками мертвого льда являются, например, классические финские озы [43], во всяком случае в конце оледенения. Русская равнина и Скандинавия [42] были ареной мощного вторжения атлантических масс воздуха, порождавших процессы интенсивного таяния в о д н о г о «питания» ледниковой толщи, водно-ледникового формообразования в условиях, главным образом уже мертвого льда.

6. Выводы

1. Современное ледоведение научилось рассматривать льды в гораздо более широком аспекте, чем еще 20 лет тому н а з а д. Природные льды сосредоточены на площади до 60 млн. км², т. е. на 1/5 земной поверхности. Они включают лишь как составную часть те 16 млн. км² льдов, которые являются собственно ледниками. Расширение кругозора позволило установить разнообразие типов льдов. Общее выражение последнего — «дисимметрия криосферы», т. е. специфика льдообразования в морском и в континентальном климатах.

2. Пространственное своеобразие и развитие различных типов льдов неразрывно связаны. В то время как снежные льды ледниковых покровов сейчас стабильны, льды пропитывания (главным образом) резко сокращаются в размерах, что также относится и к плавучим льдам западного сектора Арктики, но в отличие от ее восточного сектора.

Еще очевиднее принципиальная антагонистичность развития двух основных типов льдообразования — льдов снежных и льдов водных. Первые располагаются выше, а вторые — ниже снеговой границы. Ясно, что любое перемещение снеговой границы вызовет обратную тенденцию в изменении площади для каждого из двух основных типов льдов. Более подробные соображения приведены были выше.

3. Типы льдов создают и создавали разные фации ледниковых отложений и типов форм рельефа.

Льды снежные. Ледниковая эрозия и накопление в нижней части толщи льда моренного материала, аккумулирующего в неперемытом виде.

Фация моренных отложений, моренные формы рельефа.

Льды пропитывания (в значительной мере — мертвые) — водно-ледниковые отложения, водно-ледниковые формы рельефа.

Льды водные — отсутствие ледниковых и водноледниковых фаций отложения и форм рельефа. Солифлюкционные отложения, формы пучения и термокарста и др. «ложноледниковые» отложения и формы рельефа.

4. Два основных типа льдов — снежные и водные льды (материковый подтип) — различным образом влияли на изменение органического мира. Это различие вызывалось различной степенью изменчивости самих льдов. Область льдов снежных материковых характеризуется большей изменчивостью органического мира по сравнению с областью льдов водных материковых, о чем свидетельствует и современный и древний органический мир.

7. Заключительные замечания

Существенно сделать еще два замечания.

1. Под влиянием альпийской школы получил распространение неправильный метод анализа развития ледников. Закономерности, выведенные в о д н о м географическом районе, канонизируются во в с е х географических районах. Этим, по существу, зачеркивается географический метод. На самом деле, как это вытекает из изложенного выше, различные ледниковые области имеют свое направление и течение развития

ледников. Тем более это справедливо, если рассматривать вопросы развития не одних только областей ледников (как это делалось почти всегда), но рассматривать обширную ассоциацию природных льдов, слагающуюся из более самостоятельных сочленов (что делается лишь в самое последнее время).

2. Каждый тип природных льдов вообще и каждая ледниковая область в частности⁹ имеет наравне с общими чертами развития и свои индивидуальные черты саморазвития. Вследствие этого и направление и темпы развития каждой ледовой и каждой ледниковой области могут в той или иной степени быть самостоятельны. Об этом не должен забывать исследователь истории древнего оледенения, в особенности тогда, когда он изучает обширную территорию, заключающую различные области ледников, тем более природных льдов вообще.

Старый «унифицированный» подход к решению этой проблемы в значительной мере может обесценить выводы. Первые совершенно правильно это ощутили первые исследователи древнего оледенения Сибири во главе с И. Д. Черским.

Напротив, неправильно подходит к решению этой проблемы, например, известный американский исследователь древнего оледенения Р. Ф. Флинт. Остановлюсь на этом примере.

В 1945 г. в содружестве с другим автором он [36] высказывался категорически за синхронность ледниковых максимумов в Сибири и во всех других районах земной поверхности.

Та же точка зрения о полной синхронности универсальной четырехкратности оледенений лежит в основе и известной сводки Р. Ф. Флинта [35].

Но когда Р. Ф. Флинт рассматривает условия зарождения и развития Североамериканского и Антарктического ледниковых покровов, он сам, по существу, описывает неодновременность развития оледенения этих пространств. Для Северной Америки Р. Ф. Флинт развивает взгляд о зарождении покрова где-то в секторе Лабрадора и затем о нарастании покрова из многих других центров, возникающих неодновременно, причем льды на западе Штатов вообще моложе, чем на востоке. По отношению к Антарктическому покрову высказывается обычный взгляд об отрицательном влиянии низких температур на рост льдов.

В рецензии на работу Р. Ф. Флинта об оледенении Сибири другой автор справедливо сомневался в выводах Р. Ф. Флинта и писал, что оледенение Сибири достигало максимума ранее (? — К. М.), чем в Скандинавии, и что «низкие температуры одни не в состоянии вызвать развитие оледенения» [34].

Таким образом, Р. Ф. Флинт совершенно непоследователен.

Приведем пример правильного метода решения вопроса.

В новейшей попытке отразить положение древних ледоразделов Скандинавии и Анд указывается, что оледенение началось западнее гребня Скандинавских гор. Во время оптимума оледенения ледораздел мигрировал к востоку, что, впрочем, и ранее предполагалось. Миграция ледораздела явилась следствием изменчивости условий оледенения всего Североатлантического района, включая Западную Арктику. Но миграция ледораздела не устанавливается в Южных Андах. Относительное постоянство огромного Антарктического ледникового покрова действовало на Анды как стабилизирующий фактор [40].

Однако географы, преимущественно занимающиеся разработкой этих вопросов, обычно ограничиваются только наброском принципиальной картины. Они чаще всего не в состоянии установить, когда и какой продолжительности были отдельные «трансгрессии» или «регрессии», синхронные или асинхронные, природных льдов.

Чтобы пойти в этом направлении, нужно сочетать правильное понимание ледниковых процессов со стратиграфической основой. Противоположной крайностью, не менее распространенной, чем первая, является ошибка, заимствованная, как указывалось, у альпийских гляциологов, заключающаяся в принятии как априорного постулата одновременности пиков ледовых «трансгрессии» и «регрессии», где бы они ни происходили. Исследователи, впадающие в эту ошибку, обычно располагают стратиграфи-

⁹ Даже небольшая, что особенно важно [26].

ческой канвой, но игнорируют анализ процессов развития льдов. Производимые ими сопоставления вследствие этого обесцениваются.

Единственный путь, избавляющий нас от ошибок и первого и второго рода, заключается в сочетании обоих методов. Поэтому и наш очерк, в котором рассматривается лишь первая половина вопроса и в котором приемлем лишь один метод, совершенно естественно ограничивается лишь общими принципиальными заключениями.

Очень часто забывается мысль Н. И. Андрусова, что необходимо различать действительную единовременность (изохронную) отложений от (только!) сходства (гомотаксиса) отложений, которые «даже вовсе не одновременны, а лишь близки во времени» [1, с. 243].

В качестве же практического пути исследователя, занимающегося синхронизацией ледниковых явлений различных районов, можно рекомендовать разработку местных стратиграфических схем с всесторонним анализом условий образования и убывания ледников и с последующим (!) их сопоставлением в целях создания более всеобъемлющей хронологической шкалы. Принятие за ранее установленной для другого района шкалы, заранее выдвигаемой как опорной, с последующим «подтягиванием под нее» местной шкалы — это один из наихудших путей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрусов Н. И. Апшеронский ярус.— Тр. Геол. ком. Новая сер., 1923, вып. 110, 294 с.
2. Березкин В. М. Потепление в Арктике и усиление циркуляции вод полярного бассейна.— Морской сб. 1937, № 4, с. 105—132.
3. Вернадский В. И. Об областях охлаждения в земной коре.— Зап. Гос. гидрол. ин-та, 1933, т. 10, с. 5—16.
4. Вейнберг Б. П. Лед: Свойства, возникновение и исчезновение льда. М.; Л.: Гостехиздат, 1940. 524 с.
5. Визе В. Ю. Климат морей Советской Арктики. Л.; М.: Главсевморпуть, 1940, 123 с.
6. Герасимов И. П. Современные пережитки позднеледниковых явлений вблизи самой холодной области мира.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1952, № 5, с. 16—22.
7. Герасимов И. П., Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР: Физико-географические условия ледникового периода. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939, 462 с.
8. Городков Б. Н. Четвертичное прошлое растительности Арктической Берингии.— Тр. Ин-та географии АН СССР, 1946, вып. 37, с. 328—330.
9. Городков Б. Н. Материалы для познания четвертичных ландшафтов Арктики.— Ботан. журн., 1954, № 1, с. 21—27.
10. Гренландия: Сб. ст. Сокращен. пер. с дат. М.: Изд-во иностр. лит., 1953. 308 с.
11. Дзердзеевский Б. Л. Метеорологическая служба экспедиции.— Тр. дрейфующей станции «Северный полюс» (1941—1945), М., 1947, т. 2, с. 351—353.
12. Ефремов М. М. Проблема исторической гидрологии морей и океанов.— Вопр. географии, 1947, № , с. 25—29.
13. Жузе А. П., Коренева Е. В. К палеогеографии Охотского моря.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1959, № 2, с. 12—24.
14. Зворыкин К. В. К истории растительности лесной полосы Кольского полуострова в последнеледниковое время.— В кн.: Материалы по палеогеографии. М.: Изд-во МГУ, 1954, вып. 1, с. 27—44.
15. Зубов Н. Н. Льды Арктики. М.: Главсевморпуть, 1945. 359 с.
16. Калесник С. В. Общая гляциология. Л.: Учпедгиз, 1939. 328 с.
17. Колосков П. И. Опыт классификации объектов криосферы: — Тр. Комис. по изуч. веч. мерзлоты, 1932, вып. 1, с. 51—54.
18. Колосов Д. М. Проблема древнего оледенения Северо-Востока СССР. М.; Л., 1947, вып. 30. 176 с.
19. Кропоткин П. А. Исследования о ледниковом периоде.— Зап. РГО по общ. географии, 1876, т. 7, вып. 1, 43 с.
20. Лавренко Е. М. Основные черты истории флоры и растительности Севера Евразии (Палеоарктики) в четвертичное время.— Тр. ИГАН, 1946, вып. 37, с. 315—318.
21. Марков К. К. Современные проблемы гляциологии и палеогляциологии.— Вопр. географии, 1946, сб. 1, с. 127—156.
22. Марков К. К. Палеогеография: (Историческое земледование). М.: Географгиз, 1951. 276 с.
23. Марков К. К., Гричук В. П., Чеботарева Н. С., при участии Гричук М. П., Даниловой И. А., Лисицкой Г. Н., Лазукова Г. И., Лопатникова М. И., Соколовой Н. С., Ушко К. А. Взаимоотношение леса и степи в историческом освещении.— Вопр. географии, 1950, сб. 23, с. 85—120.
24. Москвитин А. И. О следах мерзлоты и необходимости их распознавания.— Мерзлотоведение, 1947, т. 2, с. 3—22.

25. Попов А. И. Особенности литогенеза аллювиальных равнин в условиях сурового климата.— Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1953, № 2, с. 29—41.
26. Портенко Л. А. Фауна наземных позвоночных (птиц и млекопитающих) Чукотского полуострова и острова Врангеля.— В кн.: Тр. Второго Всесоюз. геогр. съезда, М.: Географиз, 1949, т. 3, с. 204—210.
27. Тронов М. В. Теоретические итоги ледниковых исследований на Алтае.— Вопр. географии Сибири, 1951, № 2, с. 3—68.
28. Шумский П. А. Современное оледенение Советской Арктики.— Вопр. географии, 1947, сб. 4, с. 11—32.
29. Шумский П. А. Строение природных льдов.— Изв. ВГО, 1954, № 1, с. 20—33.
30. Шумский П. А. Основы структурного ледоведения. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 492 с.
31. Bairnes P. D. Baffin expedition, 1950.— Canad. Geogr. J., 1951, vol. 17, N 5.
32. Brooks C. E. P. Post-glacial climatic changes in the light of recent glaciological research.— Geogr. ann., 1949, N 37, s. 1—4.
33. Gailleux A. Premiers enseignements glaciologique des expeditions polares françaises, 1948—1951.— Rev. geomorphol. dynamique, 1952, N 1.
34. Cressey G. B. Glaciation of Siberia.— Geogr. Rev., 1946, N 1.
35. Flint R. F. Clacial geology and the Pleistocene epoch. 1948.
36. Flint R. F., Dorsey H. G. Glaciation of Siberia.— Bull. Geol. Soc., Amer., 1945, vol. 56.
37. Gmert B. Sondajeseismique en Terre Adelic.— Ann. géophys., 1953, t. 1.
38. Gould L. M. The Ross Shelf ice.— Bull. Geol. Soc. Amer., 1939, vol. 49, N 9.
39. Gould L. M. Claciers of Antarctica.— Pros. Amer. Philos. Soc., 1940, vol. 80, N 5.
40. Ljunger E. East-West balance of the Quaternary ice caps in Patagonia and Scandinavia.— Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala, 1949, vol. 38.
41. Manley G. Recent Antarctic discoveries and some speculations thereupon.— Quatern. J. Roy. Meteorol. Soc., 1946, vol. 72, N 314.
42. Mannerfelt C. M. Nagra glacial morfologiska formelement.— Geogr. ann., 1945, bd 27, N 1/2.
43. Okko V. Untersuchungen über Mikkola — 03.— Fennia, 1945, vol. 69, N 1.
44. Reports on scientific results of the United States: Antarctis Service Expedition, 1939—1941.— Proc. Amer. Philos. Soc., 1945, vol. 89, N 1.
45. Schytt V. Die Norwegische—Britische—Schwedische Antarktische Expedition, 1949 bis 1952.— Erde, 1953, N 3/4.
46. Schytt V. The Norwegian—British—Swedish Antarctic Expedition, 1949—1952.— Glaciol., 1953, vol. 2, N 13.
47. Vorbericht über die Deutsche Antarktische Expedition, 1938/39.— Ann. Hydrogr. Mar. Meteorol. Bei., 1939, bd 7.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ

ПРЕДМЕТ И ИСТОРИЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ¹

Терминология. Слово палеогеография означает «описание древней Земли» (греч.: палео — древний, гео — земля, графия — пишу). Палеогеография разрабатывается геологами и географами. Для географии палеогеография стала необходимой частью общей физической географии, а палеогеографический анализ — необходимым методом научного географического анализа явлений. Для того чтобы определить положение палеогеографии в системе географических наук, что и является нашей задачей, необходимо отметить следующее.

Палеогеография, занимающаяся изучением («описанием») древней Земли, теснейшим образом связана с одним из двух основных разделов географии — с физической географией.

Предмет физической географии определяют очень различно. С нашей точки зрения наибольшее основание имеет понятие (и термин) «географическая среда». Различные соображения по этому вопросу читатель найдет в первом издании нашей книги. Употребление этого термина особенно уместно в курсе физической географии. Но в

¹ Напечатано по кн.: Марков К. К. Палеогеография: (Историческое землеведение). 2-е изд. перераб. М.: Изд-во МГУ, 1960, с. 5—21.— *Ред.*

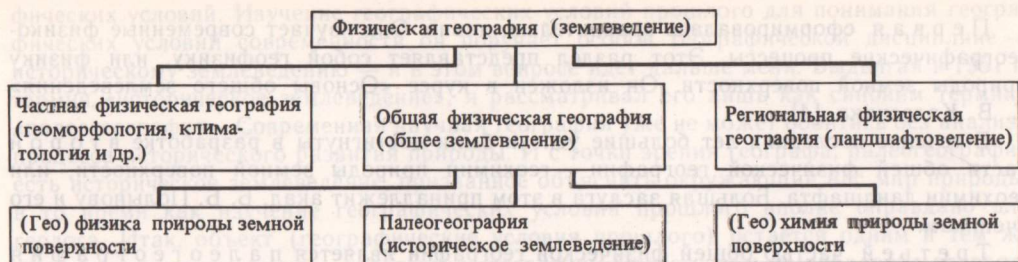


Рис. 1. Разделение физической географии

курсе палеогеографии оно представляется нам теперь не вполне закономерным. Географическая среда — это природа, которая существовала, конечно, и до появления человеческого общества. Но тогда лучше и говорить о природе, а не о географической среде, так как последнее понятие предусматривает существование человеческого общества и воздействие общества на природу. Поэтому мы будем придерживаться следующих определений.

Предметом изучения физической географии является современная природа земной поверхности.

Предметом изучения палеогеографии является история развития современной природы земной поверхности.

Эти определения являются наиболее простыми и понятными, в чем и заключается их преимущество по сравнению с другими определениями. Обилие и сложность последних обычно не оправданны. Споры о них отвлекают, а не привлекают внимания географа к научной работе. Заметим, что приведенное определение палеогеографии выражает в общем то же понимание этой дисциплины, что и определения наших крупных палеогеографов-географов — академиков Д. В. Наливкина и Н. М. Страхова.

Д. В. Наливкин о связи учения о фациях с палеогеографией пишет: «Учение о фациях является естественным введением в палеогеографию — науку, имеющую своей целью восстановить распределение морей и суши, воссоздать ландшафт и весь облик земной поверхности, какой она имела в минувшие геологические эпохи» [9, с. 5].

По Н. М. Страхову, палеогеография — это «наука, изучающая географическую обстановку, существовавшую на поверхности Земли в древние геологические эпохи» [1, с. 580].

Важно подчеркнуть еще следующее. Физическая география изучает современный лик Земли, а палеогеография является для географов той отраслью науки, которая объясняет происхождение современного лика Земли. Палеогеографические экскурсии уводят нас в отдаленнейшие периоды геологической истории Земли. Это необходимо, так как современная природа поверхности — материки и океаны, географические зоны и т. п. — формировалась на протяжении сотен миллионов и миллиардов лет. Но при этом географ должен всегда помнить, что его задачей остается по-прежнему объяснение современных черт природы поверхности Земли.

Место палеогеографии в физической географии. Физическая география (или землеведение) подразделяется на общую физическую географию (общее землеведение), региональную физическую географию (или ландшафтоведение) и на частную физическую географию. Сами названия достаточно ясно определяют содержание трех ветвей физической географии. Не следует только забывать, что разделение это условно и одна часть физической географии не может развиваться или излагаться в курсе лекций изолированно от других частей. Само собой разумеется, что региональной физической географии также необходимо изучать историю развития природы каждой территориальной единицы поверхности Земли: материка, зоны, природного района и т. д.

Но развитие природы земной поверхности имело единые закономерности, которые должны быть обобщены. Попыткой такого обобщения является настоящий курс, который должен рассматриваться в качестве раздела общей физической географии.

Общая физическая география может быть разделена на три части.

Первая сформировалась сравнительно давно. Она изучает современные физико-географические процессы. Этот раздел представляет собой геофизику, или физику природы земной поверхности. Он изложен в курсе «Основы общего землеведения» С. В. Калесника [4].

В течение последних лет большие успехи были достигнуты в разработке второй части общей физической географии — геохимии природы земной поверхности, или геохимии ландшафта. Большая заслуга в этом принадлежит акад. Б. Б. Польнову и его ученикам.

Третьей частью общей физической географии является палеогеография (историческое землеведение)².

Можно представить деление физической географии на части в виде графика (рис. 1).

Разделение физической географии

Место палеогеографии в геологии. Выше уже отмечалось, что палеогеография является частью физической географии. Но представители геологической науки считают палеогеографию частью геологии, и прежде всего частью исторической геологии. С этим также нельзя не согласиться. Помимо исторической геологии, палеогеография особенно тесно связана с учением о фациях. Фация в геологии — это древний, ископаемый ландшафт. Изучая фацию, восстанавливают историю развития природы небольшого участка земной поверхности. Исследователь, изучивший развитие многих таких участков и их закономерных комплексов, может составить себе довольно ясное представление о развитии крупных частей поверхности Земли, например отдельных материков, и, наконец, восстановить общую картину истории природы поверхности Земли в целом.

Может показаться, что относить палеогеографию одновременно и к географическим и к геологическим наукам — значит противоречить самому себе. Но живая ткань науки часто лишь формально делится на куски. Многие отрасли знания возникают «на стыке» двух давно установившихся наук. Подобные «пограничные» области наук часто представляют собой наиболее живые «точки роста» науки; они питаются опытом и идеями не одной, а двух или нескольких смежных наук. Например, положение, сходное с палеогеографией, занимают в настоящее время геоморфология и мерзловедение; на стыке геологии и химии выросла за последние десятилетия такая замечательная наука, как геохимия. Ее идеи представляют огромный интерес и для палеогеографии, и на них мы будем в дальнейшем часто ссылаться.

Промежуточное положение ряда научных дисциплин, склоняющихся то к геологии, то к географии, было хорошо подчеркнуто Д. В. Наливкиным.

Специализация геолого-географических наук, писал Д. В. Наливкин, сопровождалась переходом гляциологии, озероведения, гидрологии, океанологии, геоморфологии, спелеологии³, ранее составлявших динамическую геологию, в лоно географии. «Сейчас все эти науки бесспорно относятся к географии». Что же касается исторической геологии, то «и здесь палеогеография начинает уклоняться (разрядка наша. — К. М.) в сторону географии» [8, с. 244].

Л. Б. Рухин в книге «Основы общей палеогеографии» [10] также останавливался на содержании палеогеографии как науки.

Географы изучают прошлое для настоящего, а геологи изучают прошлое ради прошлого. Л. Б. Рухин точно так же, как я и ряд других ученых, на мнения которых я уже ссылался, видит в палеогеографии науку, занимающуюся воссозданием физико-географических условий, существовавших в прошлом на поверхности Земли. Он приводит многозначительные слова М. В. Ломоносова: «...древняя география с нынешнею снесенная...». Но, по мнению Л. Б. Рухина, палеогеография должна изучать физико-географические условия прошлого безотносительно к объяснению современных геогра-

² Гораздо лучше, чем палеогеография, звучит историческая география (историческое землеведение).

³ Спелеология — отрасль науки, изучающая пещеры.

фических условий. Изучение географических условий прошлого для понимания географических условий современности он поручает особой географической дисциплине — историческому землеведению — и в этом вопросе идет дальше меня. Выдвигая в 1951 г. термин «историческое землеведение», я рассматривал его лишь как синоним термина «палеогеография». Современная научная география уже не может обойтись без анализа процесса исторического развития природы. И с точки зрения географа, палеогеография есть историческое землеведение, призванное объяснить окружающий нас мир природы, в то время как изучение географических условий прошлого вполне оправдано для геолога. Итак, объект (географические условия прошлого) остается одним и тем же для обеих смежных наук — геологии и географии. Поэтому я и не предлагал отделять от палеогеографии историческое землеведение как особую отрасль географической науки, хотя географу-ортодоксу предложение Л. Б. Рухина может показаться заманчивым. Расхождения, которым иногда пытаются придать столь глубокое значение, являются скорее терминологическими. Содружество геологов с географами полезно для палеогеографии (исторического землеведения). В ее развитии имеют как свои интересы, так и свои права и геология и география. Таково положение вещей, сложившееся и реально существующее. Палеогеография не только *палеогеография*, но и *палеогеография*.

Выше особенно подчеркивалась роль геохимии. Но и ряд других наук также имеет очень большое значение для правильного научного понимания развития природы земной поверхности. Упомяну астрономию, особенно ее раздел, который получил название гелио-геофизики. Не менее важны физика Земли, или геофизика, занимающая промежуточное положение между геологией, астрономией и отчасти географией. Некоторые основные идеи биологии также очень ценны и для палеогеографии.

Значение палеогеографии для географии. Итак, палеогеография является наукой, освещающей широкий круг вопросов; она заставляет географа изучать достижения многих смежных наук. Каждый, изучающий палеогеографию, знакомится со многими идеями современного естествознания.

Каждая черта современной природы земной поверхности имеет определенную давность, более или менее длительную историю своего развития. Объяснить закономерные черты современной природы земной поверхности совершенно невозможно, не установив историю ее развития. Поэтому исторический метод исследования является одним из основных методов исследования в физической географии. Вне палеогеографии физическая география сама не является наукой. Нужно настойчиво добиваться внедрения в географию исторического метода.

К сказанному следует добавить, что изучение истории развития природы земной поверхности помогает установить прогнозы развития природы. В условиях нашего социалистического хозяйства, обширных и целенаправленных изменений природы этот прогноз имеет большое значение. Однако в общем и довольно кратком курсе не может, конечно, идти речь о конкретных предложениях в связи с теми или иными народно-хозяйственными мероприятиями. Наша задача заключается в том, чтобы развить у читателей настоящего курса правильное представление о закономерностях изменения современной природы поверхности Земли.

Приведем несколько примеров.

Немецкий философ И. Кант считал, что поверхность Земли высыхает. Этот взгляд, высказанный в общей форме, казалось, не мог иметь никакого практического значения, в частности, для территории Средней Азии. Во второй половине прошлого века последняя начинает посещаться многочисленными путешественниками, русскими и зарубежными. Многие путешественники высказывают мнение, что Средняя Азия продолжает высыхать даже на глазах у человека. Другие возражают против гипотезы высыхания и доказывают, что климат Средней Азии испытывает в историческое время не направленные, а колебательные изменения: сухие периоды чередуются с более влажными. Среди сторонников гипотезы высыхания отметим крупного русского путешественника по Средней и Центральной Азии Г. Е. Грумм-Гржимайло. Среди иностранных путешественников широко пропагандировал гипотезу усыхания американский географ Хентингтон. Противниками ее были А. И. Воейков и Л. С. Берг.

Разве можно отрицать, что гипотеза общеземного высыхания И. Канта не создала предпосылки для применения ее к конкретным условиям Средней Азии? О практическом значении гипотезы усыхания писал еще 40 лет назад А. И. Воейков, подчеркивая, что среди инженеров-ирригаторов, разрабатывавших приемы орошения сухих равнин Средней Азии, этот взгляд порождал пессимизм. Практики рассуждали так: раз высыхание будет прогрессировать, то бессмысленно с ним и бороться путем обводнения и орошения. Все равно ничего не добьешься.

Гипотеза высыхания вызывала также серьезные опасения и в отношении старых сельскохозяйственных районов Европейской России. Временами засуха губила урожай в европейской части России. Особенно тяжелые последствия (голод) вызвала она в 1891—1892 гг. К. А. Тимирязев писал тогда, что «мысли русского человека невольно снова и снова возвращаются к тому же предмету — к страшному бедствию, лишившему значительную часть населения насущного хлеба...» [12, с. 91]. В. В. Докучаев издал одну из своих лучших книг «Наши степи прежде и теперь» в пользу пострадавших от голода.

Проблема заключалась в выяснении следующего вопроса: не представляют ли засухи прогрессирующего явления и не являются ли сельскохозяйственные районы Европейской России обреченными районами? Эта знаменитая проблема «ответности степи» разрабатывалась нашими крупнейшими географами во главе с В. В. Докучаевым. Ответна ли степь, т. е. всегда ли относительно засушливая растительная формация существует там же, где и теперь? Наступает ли степь на соседнюю лесную область, увеличивая вероятность засухи, или лес наступает на степь? Будет ли борьба человека с засухой борьбой с наступающей враждебной стихией? Эти вопросы волновали и продолжают еще и по сей день волновать географов. Но их можно исследовать только на основе объективных данных. Важно установить, как развивались степь и лес на протяжении прошлого времени и каковы, следовательно, изменения в положении границы леса и степи. А это является уже чисто палеогеографической проблемой.

Приведем еще один пример. За годы Советской власти освоено судоходство по Северному морскому пути. Само собой разумеется, что огромную роль в победе над льдами сыграли усилия, которые приложила наша страна. Но и природа сама не оставалась неизменной. За последние десятилетия климат Западной Арктики стал значительно более мягким, чем он был на рубеже XIX и XX столетий. Особенно сильно повысились зимние температуры. Ледовитость приатлантического сектора Арктики сильно уменьшилась. Это, конечно, способствовало освоению Северного морского пути. Весьма важно ориентироваться в перспективах потепления Арктики. Будет ли потепление продолжаться или оно сменится похолоданием? Не означает ли суровая зима 1955/56 г. поворот в сторону похолодания? Оказывается, что конец потепления и начало похолодания климата вероятны, что потепление климата, видимо достигшее максимума в 50-х годах, связано с определенным ритмом колебаний. Значит, создаются предпосылки для научного прогноза изменения климата на ряд десятилетий, а возможно, и столетий. Эти прогнозы должны оказать непосредственную практическую помощь развитию хозяйства обширных территорий, в том числе и нашего Севера.

Если распространить анализ климатических изменений на близкое, а затем и на далекое геологическое прошлое, то удастся установить более продолжительные климатические ритмы. Как отметили палеоклиматологи, холодные периоды были гораздо менее продолжительны в истории Земли, чем теплые. Основная структура климатов Земли, в том числе и в Арктике, — это господство климатов относительно теплых и равномерных. Подобный вывод имеет теоретическое значение. Но мы уже видели, что изучение прошлого пустынь дало основание отвергнуть гипотезу усыхания и построить гипотезу чередования сухих и влажных циклов колебаний климата. Точно так же и анализ климатов Арктики дает основание для оптимизма: Арктика в течение большей части своей истории не была закованной во льды.

Изучение отдаленного геологического прошлого природы поверхности Земли имеет непосредственное отношение к объяснению современного облика природы поверхности нашей планеты: экваториальная природная зона, например, очень древняя и влажно-

тропические леса во многих современных своих чертах появились еще в начале третичного периода или в меловом периоде. Океаны и материки имеют древние черты. Возможно, что величайшая естественная область земной поверхности — Тихий океан — является также и самой древней областью поверхности Земли. Как ни изменчивы во времени очертания материков, все они в основе своей имеют архейское ядро.

Приведем еще один пример: зона широколиственных лесов Евразии разорвана в Сибири. Разрыв этот древний, верхнетретичный. Восточное крыло когда-то сплошной зоны образует теперь область широколиственных лесов Дальнего Востока. Многие современные ее особенности — нижнетретичные, и они еще древнее, чем упомянутый разрыв самой зоны. Очевидно, что научно разобраться во всей этой картине, игнорируя палеогеографию, невозможно.

Таким образом, современный облик природы поверхности Земли нельзя понять, не рассмотрев историю его развития. Без палеогеографического подхода не может быть научно обоснованного объяснения природы земной поверхности. Естественно, что палеогеография является одним из основных разделов физической географии.

К истории палеогеографии. Палеогеография как наука возникла лишь после того, как воззрения об изменчивости природы поверхности Земли получили широкое распространение. Теперь нам это кажется очевидным. Но нужно себе ясно представить, что эти взгляды родились в результате борьбы самых различных мнений и получили права гражданства только в середине XVIII столетия.

Основоположниками воззрений на природу как на развивающуюся материальную систему являются немецкий философ И. Кант и русский ученый М. В. Ломоносов. И. Кант (1724—1804) — создатель широко известной небулярной космогонической гипотезы (1755 г.). О ней будет идти речь в следующей главе. А здесь отметим только, что И. Кант первый в науке выдвинул мысль о Вселенной как о развивающейся системе. Это было переворотом в мировоззрении. Даже И. Ньютон (1643—1727) не смог подняться до исторического воззрения на Вселенную.

И. Ньютон был создателем классической физики и в особенности законов движения материальных тел. Движение рассматривалось им как перемещение в пространстве. Он предполагал, что эти движения созданы раз и навсегда высшим существом. И. Ньютон различал законы механики и так называемые начальные условия: масса светила, начальная скорость его движения и т. д. О них И. Ньютон писал: «Изыснейшее соединение Солнца, планет и комет не могло произойти иначе, как по намерению и по власти могущественного и премудрого существа» [2, с. 208].

Заслуга И. Канта отмечена была Ф. Энгельсом: «Впервые было поколеблено представление, что природа не имеет никакой истории во времени», — писал он⁴. Но И. Кант не был последовательным защитником исторического взгляда на природу. В своих географических работах он отошел от этого взгляда.

Наряду с теорией И. Канта крупное значение имеют воззрения М. В. Ломоносова. В своей работе «О слоях земных» (1763) Ломоносов [7] последовательно проводит мысль о том, что все в природе земной поверхности развивается, что современная природа возникла в результате длительного исторического развития. Эта мысль выражена им, в частности, в следующих прекрасных словах: «И во первых твердо помнить должно, что видимые телесные на земле вещи и весь мир не в таком состоянии были с начал от создания, как ныне находим; но великие происходили в нем перемены, что показывают История и древняя География, с нынешнею снесенная... [7, с. 54]. М. В. Ломоносов описывает различные изменения земной поверхности: образование гор, медленные колебания земной поверхности, движения уровня океана и т. д.

Таким образом, только во второй половине XVIII столетия, около 200 лет тому назад, обозначался перелом в мировоззрении естествоиспытателей, положивший начало систематической разработке представлений об истории развития современной природы поверхности Земли.

⁴ Энгельс Ф. Анти-Дюринг. М., 1951, с. 54.

В течение продолжительного времени после работ И. Канта и М. В. Ломоносова палеогеографические представления разрабатываются представителями различных естественнонаучных дисциплин: геологами, биологами, географами. Учащимся высших учебных заведений излагаются основные представления о земной поверхности и ее развитии. Появляется новая наука — натуральная история, или естественная история. По содержанию и направленности она может считаться предтечей современных курсов общего землеведения и нашего курса палеогеографии.

В Московском университете курс натуральной истории был предусмотрен в проекте университета, составленном М. В. Ломоносовым: записка Ломоносова, положенная в основу учебного плана нашего университета, предусматривала три факультета юридический, философский и медицинский, а в составе последнего — кафедру натуральной истории. Первым профессором естественной (или натуральной) истории был М. И. Афонин (1739—1810). Начиная с 1788 г. Московский университет издавал «Магазин натуральной истории, физики и химии, или Новое собрание материй, принадлежащих к сим трем наукам...». Университет имел кабинет натуральной истории.

В 1805 г. при Московском университете было образовано существующее и поныне Московское общество испытателей природы. Одной из первых своих задач это Общество считало усовершенствование сведений по естественной истории. Члены Общества читали лекции по натуральной истории «для любознательной московской публики». Наконец отметим, что с чтения курса натуральной истории начал в 1832 г. свою преподавательскую деятельность известный профессор Московского университета Г. Е. Шуровский.

Уже на этом примере видно, как в Московском университете с начала его основания культивировалось стремление к широкому пониманию природных явлений на основе исторического подхода к ним.

Наиболее ярким представителем этого направления естествознания в Московском университете был К. Ф. Рулье. Особенно интересны для нас его публичные лекции [10, 11]. В первой из них, обращаясь к слушателям, К. Ф. Рулье говорил о взаимосвязанности всех элементов природы, о непрерывности движения и о том, что каждая земная пылинка действует на другие и сама находится под их воздействием. Он указывает при этом на историю животного мира окрестностей Москвы и всей окружающей Москву природы, которая постоянно изменялась: первоначально имела тропический характер, потом умеренный и, наконец, холодный.

В трех лекциях о жизни животных в связи с окружающими их условиями К. Ф. Рулье излагает историю природы земной поверхности, пытаясь объяснить происхождение твердой земной оболочки, суши, морей, атмосферы. К. Ф. Рулье предполагает, что вода морей (океана) теперь «менее тепла и менее солонa, чем ранее; атмосфера была плотнее и теплее и содержала меньше кислорода, чем она содержит в настоящее время; появившиеся растения очистили атмосферу от углекислоты; жизнь началась только на определенном этапе развития Земли; причем сразу же появились различные формы животных. Жизнь возникла в воде и постепенно переселялась на сушу. Земля, как думал Рулье, остывает, теряя тепло через вулканы; в качестве примера он приводит Исландию. В этом же цикле лекций (1852 г.) К. Ф. Рулье [11] говорил, что похолодание новейшей геологической эпохи вызвало образование огромных материковых покровов льдов: «Северо-запад России и Скандинавии был бы покрыт снегами и льдом... Северо-западные ледники или глетчеры постепенно подавались на юго-восток, бороздили и частью разрушали встречаемые ими на пути каменные породы» [11, с. 207].

К. Ф. Рулье надо считать предшественником П. А. Кропоткина и первым ученым, столь ясно высказавшим мысль о материковом оледенении четвертичного периода.

Мировоззрение К. Ф. Рулье было последовательным, историческим. «И Земля, как все действительно существующее, имеет свою историю, которая здесь, как и везде, показывая осложнение или нарастание явления, есть единственный и неисчерпаемый источник для изучения существующего», — писал он [11, с. 156—157]. Эти слова можно было бы взять девизом к нашему курсу.

Конечно, было бы неправильно предполагать, что истоки палеогеографических представлений целиком принадлежат только Московскому университету и университетским курсам натуральной истории. Следует отметить, например, труды К. М. Бэра (1792—1876), одного из основателей Географического общества. Этот разносторонний ученый в своих биологических трудах («История развития животных», «О развитии жизни на Земле») излагает собственные воззрения по вопросу о развитии жизни на Земле. Организмы по мере своего развития, пишет К. М. Бэр, постепенно усложнялись; развитие организмов происходило в связи с общим развитием природы, история Земли древнее истории жизни. Жизнь возникла первоначально в воде, затем распространилась постепенно и на суше.

Итак, натуральная, или естественная, история как отрасль науки и как учебная университетская дисциплина представляла собой синтез биологии, геологии и физической географии, в основе которого лежит эволюционный взгляд на природу.

Первым русским геологом, выразителем тех же идей, был Д. И. Соколов (1788—1852). Д. И. Соколов основал курс «геогнозии» (геологии) в России, который он читал в Петербурге, в Горном институте и университете (1822—1844 гг.). В 1839 г. этот курс геологии вышел из печати в трех частях. Во второй части излагается картина естественной истории Земли, появления и развития жизни на ней.

В зарубежной науке первой половины XIX столетия особо отметим труды А. Гумбольдта. В них также подчеркивается идея развития природы. В своем произведении «Космос» А. Гумбольдт описывает общую картину Вселенной, в особенности Земли, и высказывает свои взгляды на развитие природы. По собственным словам А. Гумбольдта, он стремился объять явления природы в их взаимной связи, «как целое, движимое и оживляемое внутренними силами». Труд А. Гумбольдта «Космос» написан в 1843—1844 гг., в позднюю пору жизни этого крупнейшего естествоиспытателя-географа. На русском языке он издавался дважды в переводе географа Н. Фролова [3].

Всего 15 лет отделяют «Космос» А. Гумбольдта от знаменитого произведения Ч. Дарвина «Происхождение видов» [1859]. Последнее утвердило эволюционную идею по отношению к органическому миру. Что же касается неорганического мира, то та же задача в значительной мере была решена в 1830 г. Ч. Лайелем (1797—1875). Ч. Лайель [6], как известно, рассматривал изменения земной поверхности, исходя из принципа тождественности процессов прошлого и настоящего (принцип актуализма). В этом отношении Ч. Лайель был не прав. Процессы развития Земли в ее геологическом прошлом и в настоящее время во многом отличны друг от друга.

Препятствия на пути развития исторического взгляда на природу. Главным препятствием было отрицание самой возможности исторического подхода к природным явлениям в географии. Этот взгляд принадлежит, как это ни странно, одному из создателей исторического взгляда на природу — И. Канту; вторым препятствием является неправильное понимание истории природы, введенное Ж. Кювье.

И. Кант, будучи профессиональным географом, в течение 40 с лишним лет (1755—1797) наряду с другими предметами читал курс географии в Кенигсбергском университете. В своем курсе он придерживался взгляда, что география занимается только описанием одновременных явлений, в то время как дело истории — повествование о событиях, следующих друг за другом во времени. Это противопоставление истории и географии применялось формально и было доведено И. Кантом и его последователями до абсурда. Конечно, верно, что географ интересуется главным образом настоящим, а историк — прошедшим. Но историк рассматривает и сопоставляет одновременные события исторического прошлого, а географ для понимания настоящего должен заниматься изучением разновременных явлений развития современной природы. Поэтому совершенно неверен вывод И. Канта, что «мы в состоянии иметь только описание природы, но не историю природы». Этот вывод из-за огромного влияния Канта на мировоззрение западноевропейских географов нанес много вреда развитию географической науки. Он, в частности, повторяется западноевропейским теоретиком географии, германским географом А. Геттнером.

Ошибка Ж. Кювье заключалась в том, что изменения природы допускались им в таком виде, что о каком-либо закономерном развитии природы не могло быть и речи.

Природа Земли, согласно Ж. Кювье, создана рядом последовательных катастроф, поэтому учение Кювье (1812) получило название катастрофизма. Так как вся история Земли, согласно воззрениям Ж. Кювье, прерывалась катастрофами, причины которых он считал непознаваемыми, то очевидно, что не могло быть и речи об изучении причинных связей в процессе развития природы земной поверхности. Эту теорию, несмотря на ее очевидную для нас неприемлемость, поддерживали даже крупные ученые, отчасти А. Гумбольдт и Л. Ф. Бух. Теории Кювье придерживались официальные консервативные научные круги. Борьба с ней и противоположные ей эволюционные воззрения (К. Ф. Рулье) преследовались в царской России.

Палеогеография в геологии и географии второй половины XIX и в XX в. В последней четверти прошлого столетия появляются одна за другой классические геологические и географические работы. Это те научные труды, которым палеогеограф не только отдает дань уважения, но которыми он продолжает пользоваться.

Прежде всего отметим классические труды австрийского геолога Э. Зюсса, изданные на немецком языке: «Происхождение Альп» (1875) и «Лик Земли» (1883—1909). В этих трудах предложено разделение Земли на природные оболочки — геосферы, что принято и в современных науках о Земле. В своем втором труде Зюсс ставит основные палеогеографические проблемы, в том числе такие, как происхождение материков и образование вод Мирового океана. В России одновременно (1887 г.) появился труд А. П. Карпинского «Очерк физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды» [5]. Как видно по самому названию, это труд палеогеографический. А. П. Карпинский пишет, что его задачей является восстановление истории физико-географических условий прошлого на территории Европейской России: распространение суши и морей, гор и речных систем, вулканов, климата и организмов. Карпинский прилагает к своему труду серию географических картосхем, наглядно рисующих главные физико-географические изменения в их историко-геологической последовательности. Смену морей и суши он связывает с колебательными движениями земной коры.

Из географов, внесших в науку в XIX—XX вв. важные палеогеографические идеи, упомянем В. В. Докучаева, А. И. Воейкова, П. А. Кропоткина и Л. С. Берга. Их палеогеографические взгляды были кратко охарактеризованы выше. Они охватывают проблемы климатических изменений, борьбы леса и степи, высыхания пустынь Средней Азии, изменения уровня озер. Л. С. Бергу принадлежат также многочисленные работы по таким важным вопросам, как происхождение жизни на Земле, происхождение bipolarности организмов, происхождение лёссов и др. Многие из упомянутых работ относятся уже к XX столетию. Д. Н. Анучин также настойчиво указывал на необходимость применения географом исторического метода.

Круг палеогеографических работ, относящихся к последним десятилетиям и к недавним годам, еще более расширяется. Наравне с геологией и географией (в традиционных рамках этих наук) палеогеографию обогащают новыми фактами и идеями геохимия (и биогеохимия), геофизика, гелиогеофизика и астрономия. Много имен ученых, сделавших важный вклад в палеогеографию, будет еще названо в дальнейшем. Упомяну здесь только наших современников — В. И. Вернадского, О. Ю. Шмидта, Н. М. Страхова, А. П. Виноградова, Б. Б. Польшова, Л. А. Зенкевича, а среди зарубежных ученых — Ж. и Г. Терье и Ч. Брукса.

В 1959 г. опубликованы «Основы общей палеогеографии» Л. Б. Рухина [11]. В этой книге читатель найдет много существенного, в особенности по вопросам методов палеогеографических исследований и характеристики типов древних ландшафтов и их компонентов. Автор не дает характеристику закономерностей развития основных компонентов природы земной поверхности, и, следовательно, эта книга построена иначе, чем наша книга.

О нашем курсе палеогеографии. Этот курс написан для географов, и в нем история развития природы освещается в том направлении, в каком это, по мнению автора, необходимо географу. Именно учитывая географические задачи курса, в нем сравнительно много внимания уделяется развитию верхних оболочек Земли: биосферы, гидросферы и атмосферы. Для географов прошлое земной поверхности является ключом к

пониманию ее современного облика. Это также необходимо иметь в виду. Из приведенных замечаний видно, что мы не придерживаемся традиционного понимания содержания палеогеографии. Наша наука — география — имеет здесь свои специфические и законные интересы.

То, что настоящий курс написан с отступлением от традиции, вызвало особые трудности при его разработке. Необходимо было включить вопросы, которые не освещались в курсах геологии и географии (вопросы эволюции вещества Земли, развития воздушной и водной оболочек и ряд других). Делается попытка освещения широкого круга вопросов современного естествознания. Эти трудности велики для преподавателя. Но еще тяжелее студенту, пытающемуся самостоятельно ориентироваться в столь широком предмете, что, однако, необходимо образованному географу.

Общая система изложения отражена в названиях глав.

Природа земной поверхности представляет собой верхнюю синтетическую оболочку Земли. Она сама образована отдельными частными концентрическими оболочками, не только облекающими друг друга, но и проникающими друг в друга. Каждая оболочка — это компонент природы земной поверхности. Каждая оболочка многообразно видоизменяется от места к месту. Местные отличия природы земной поверхности и отдельных частных ее оболочек зональные и а зональные. Эти два основных видоизменения имеют очень часто разные закономерности развития.

По нашему мнению, невозможно полностью отделить одну от другой общую и районную физическую географию. В данном курсе делается попытка осветить общие и местные закономерности развития природы. Однако в первую очередь рассматриваются общие закономерности. Детальное освещение истории развития отдельных территорий невозможно из-за небольшого объема курса. Региональные вопросы, конечно, также важны, но их можно рассмотреть и в курсе учения о фациях и в региональных физико-географических дисциплинах, в которых раздел истории развития природы той или иной территории является, по нашему мнению, обязательным. Курс ограничивается данными о развитии природы районов лишь самого крупного значения: во-первых, географических зон; во-вторых, материков и океанов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большая Советская Энциклопедия. 2-е изд., 1955. Т. 31. 580 с.
2. Вавилов С. И. Исаак Ньютон. 2-е изд., М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1945. 232 с.
3. Гумбольдт А. Космос: Опыт физического мирописания. 2-е изд. М., 1962. Ч. 1. 409 с.; Ч. 2. 488 с.
4. Калесник С. В. Основы общего землеведения. 2-е изд. М.: Учпедгиз, 1955. 472 с.
5. Карпинский А. П. Очерк физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды.— Зап. Акад. наук. СПб., 1887, прил. к т. 55, с. 1—36.
6. Лайель Ч. Основные начала геологии: Пер. с англ., М.: 1866.
7. Ломоносов М. В. О слоях земных. М.; Л.: Госгеолгиздат, 1949. 212 с.
8. Наливкин Д. В. И. В. Мушкетер и географическая геология.— Изв. ВГО, 1952, т. 84, вып. 3, с. 238—244.
9. Наливкин Д. В. Учение о фациях. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 1. 534 с.
10. Рулье К. Ф. Жизнь животных по отношению к внешним условиям.— Избр. биол. произведения. М.: Изд-во АН СССР, 1954, с. 527—615.
11. Рухин Л. Б. Основы общей палеогеографии. Л.: Гостоптехиздат, 1959. 628 с.
12. Тимирязев К. А. Избранные сочинения. М.: Сельхозгиз, 1948. Т. 2. 424 с.

НОВЕЙШИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРИОД—АНТРОПОГЕН¹

Многие волнующие вопросы науки не могут быть решены, если не оглянуться на «вчерашний день» Земли, природы земной поверхности и обитающего на ней человеческого общества. Отсюда понятен интерес к новейшему геологическому периоду, четвертичному периоду, как его чаще всего называют. Это название, предложенное еще в 1829 г. французским ученым Денуайе, является, однако, пережитком давно пройденного этапа геологических знаний, когда история Земли подразделялась на первичный, вторичный, третичный и самый молодой — четвертичный этапы.

Целесообразно отразить в названии особой важности событие последнего геологического периода — появление и развитие человека и человеческого общества. Следуя предложению акад. А. П. Павлова и проф. А. М. Жирмунского, будем называть этот период антропогеном².

Изучение развития природы земной поверхности (географической среды) в антропогене необходимо для понимания закономерности распределения современных ландшафтных зон: тундровой, лесной, степной, пустынной и других, а также современных высотных поясов гор. Без этого трудно понять закономерности в развитии природы, например: наступает ли степь на лес, наблюдается ли процесс высыхания пустынь и т. п. Эти вопросы особенно важны, поскольку мы стремимся активно воздействовать на природу: насаждать лес в степи, создавать новые водоемы, изменять границы распространения полезных растений, преобразовывать фауну морей и суши.

Мы должны стремиться по возможности полнее понять главные закономерности антропогена — закономерности развития природы и человеческого общества. Такая широта охвата проблем антропогена отчетливо проявляется в последнее время у советских исследователей. Речь идет о комплексном, или палеогеографическом, подходе к изучению антропогена. Это означает изучение не только отдельных компонентов природы (рельефа, почв, растительного и животного мира и т. д.), но и взаимной связи между ними в целях воссоздания в итоге целостной картины развития природы и общества.

Безусловно, природа и общество антропогена должны рассматриваться в рамках определенных хронологий и дат, с одной стороны, и в их местном пространственном разнообразии, — с другой.

В нашей статье мы остановимся вкратце на основных узловых проблемах антропогена и покажем их большое значение для современности³.

Развитие рельефа. Еще недавно считали, что крупнейшие формы рельефа земной поверхности почти окончательно сложились к началу антропогена и с тех пор существенно не изменились. Определенная роль в формировании рельефа признавалась за огромными ледниками антропогена, но одни поверхностные или экзогенные факторы не в состоянии создать больших возвышенностей или понижений. Эта роль принадлежит тектоническим, или глубинным, силам. Многочисленные наблюдения, прежде всего советских исследователей, показали ошибочность прежних представлений. Возник новый раздел тектоники, названный акад. В. А. Обручевым неотектоникой, который рассматривает тектонические процессы антропогена и третичного периода. Выяснилось, что контрастность современного рельефа земной поверхности, одного из самых контрастных за всю историю Земли, обуславливается именно молодыми движениями земной коры. Особенно велики были тектонические поднятия и опускания в современных геосинклинальных областях. Высота Кавказа, например, увеличивалась, а по соседству с ним одновременно погружалось и углублялось дно Черного моря.

Некоторые исследователи считают, что размах вертикальных движений достиг в отдельных районах (Тянь-Шань) 10 км (Ю. А. Скворцов). Особенно обстоятельно молодые тектонические движения были изучены в Средней Азии, где, как показал

¹ Напечатано по кн.: Очерки по географии четвертичного периода, М.: Географгиз, 1955, с. 277—297. Впервые опубликовано в журнале «Природа» (1953, № 3).— *Ред.*

² В более поздней работе (Марков, Величко, 1967 г.) К. К. Марков наиболее приемлемым для названия четвертичного периода считает термин «плейстоцен».— *Ред.*

³ См. также: Марков К. К. Четвертичный период. М., 1965, т. 2, заключение.— *Ред.*



Рис. 1. Современный тектонический уступ на левобережье реки Сох (Фергана) [6]

С. С. Шульц, к концу палеогена поверхность Земли, вышедшая из-под уровня вод моря, постепенно превращалась в один из высочайших горных районов мира. Особенно интенсивными были горнообразовательные движения в конце плицена и в начале антропогена. Они продолжаются и в настоящее время. Об этом свидетельствуют землетрясения, деформации конусов выноса горных потоков, речных террас и т. д.

Яркие примеры современных тектонических движений приводит К. В. Курдюков [6] (рис. 1).

Горы Средней Азии возникли на платформе, «взломанной» молодой тектоникой. Не были неподвижными и другие платформенные участки земной поверхности. Однако вертикальный размах движений платформ не превышал, как правило, нескольких сот метров. Поверхность суши и дно морей и океанов были охвачены этими движениями в равной мере.

Сейчас установлено, что современный рельеф поверхности Земли, ее высокие горы и океанические впадины в значительной степени сформировались в течение антропогена и продолжают изменяться в настоящее время. Поэтому при строительстве гигантских гидростанций на Волге, Днепре и т. д. тщательно изучаются современные тектонические процессы и выясняется, не вызовут ли они деформации оснований сооружений.

Собранные советскими учеными новые данные позволили Н. И. Николаеву дать первую сводку о молодых тектонических движениях для всей территории нашей страны.

Тектонические процессы антропогена оказали большое влияние на историю морей и океанов. Последняя нам, правда, еще очень мало известна. Можно считать, что в общем в антропогене площадь Мирового океана уменьшилась и соответственно увеличилась площадь материков. Причиной этой основной тенденции, вероятно, является увеличение глубин океанов, происходившее одновременно с ростом гор. Поэтому процессы регрессии в основном и преобладали. Эта тенденция проступает лишь в самых общих чертах. Например, для Каспийского, Черного и Балтийского морей характерна перемежаемость регрессий и трансгрессий. Основная причина этих явлений — тектонические процессы, изменявшие емкость впадин. Воды то выдавливались из впадин, растекались, трансгрессируя на материки, то стекали обратно во впадины, становившиеся более глубокими и емкими. «Моря... — писал В. И. Вернадский, — представляют как бы всплески всемирного океана, масса которого неизменна» [2, с. 110].

Необходимо, однако, принять во внимание и изменение объема (массы) самих морских вод, что тоже вызвало трансгрессии и регрессии морей в антропогене. Убыль-прибыль массы вод океана (и отдельных морей) в антропогене связывают и с накоплением-растаянием на поверхности суши огромных ледниковых покровов. Подсчитано, например, что растаивание льдов последней эпохи оледенения и сток талых вод по-

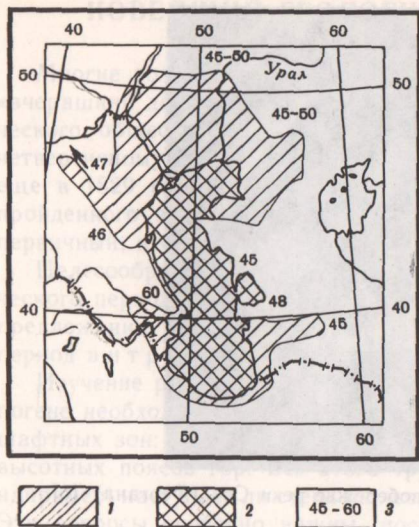


Рис. 2. Хвалынский (раннехвалынский) бассейн (оригинал П. В. Федорова)

1 — современное Каспийское море; 2 — Каспийское море в раннехвалынского время; 3 — абсолютные высоты берега раннехвалынского Каспия

высили уровень океана на 84 м, а таяние современных льдов повысило бы уровень океана на 50 м. Приведенные цифры показывают, что таяние ледников может лишь частично и в сочетании с тектоникой объяснить нам историю «всплесков» морей в антропогене. Например, Балтийское море в конце антропогена — послеледниковом времени то трансгрессировало, то регрессировало. Раньше думали, что берега Балтики сами то опускались, то поднимались. Теперь установлено, что берега Балтики подымались вместе с поверхностью Балтийского кристаллического щита, но подымался и уровень океана, так как впадины его постепенно заполнялись водами

тающих ледников. Суша и море поднимались здесь в разные отрезки времени с различной скоростью, и когда «побеждала» суша, происходила регрессия, а когда «побеждало» море (например, в литориновое время), происходила трансгрессия.

Уровень Каспийского моря подвержен большим колебаниям. За последние годы он упал на 2 м⁴, а за последние 400 лет размах колебаний уровня достигал 4—5 м. Л. С. Берг показал, что причина колебаний уровня Каспия — изменение стока Волги. За последние годы зимы в бассейне Волги были малоснежными, сток сократился и уровень Каспия упал. А около 200 лет назад зимы в бассейне Волги отличались большой снежностью и уровень Каспия был высок. К антропогену относятся три основные трансгрессии Каспия: бакинская, хазарская и хвалынская (рис. 2).

Д. А. Туголесов недавно доказал, что хвалынскую трансгрессию нельзя объяснить выдавливанием вод на берега в результате поднятия дна Каспия, т. е. тектоническими причинами. Для этого дно Каспия должно было подниматься со средней скоростью около 40 см в год, т. е. невероятно быстро. По-видимому, хвалынская трансгрессия была вызвана увеличением самой массы вод, возможно, за счет притока талых вод от европейского ледникового покрова⁵.

В настоящее время не все исследователи находят следы непосредственного воздействия тектонических движений на уровень Каспия, но дно каспийской котловины тектонически очень подвижно.

Изучение колебаний уровня моря и суши весьма важно для геодезистов, которые «привязывают» определения высот к уровню моря или к реперам на суше и должны знать поведение опорных точек. Велико значение изменения уровня водоемов для рыбного хозяйства, добычи нефти, режима портов и т. д.

Растительный покров. Одно из главнейших звеньев в восстановлении природных условий антропогена — история растительного покрова. На протяжении третичного периода растительность Земли значительно изменилась. Происходила все более и более резкая дифференциация растительного покрова, обособились новые ботанико-географические зоны и подзоны: степи и пустыни умеренных широт, широколиственные леса, тайга, тундра. Интересно, что, чем выше географическая широта, тем моложе ботанико-географическая зона. Например, зона экваториальных лесов сохранила во многих чертах нижнетретичный облик, а зона тундр развернулась только в антропогене.

⁴ В 1978—1981 гг. уровень Каспия поднялся на 70 см (Леонтьев, Вестн. МГУ. Сер. 5, География, 1982, № 4, с. 3—8. — *Ред.*

⁵ В более поздней работе (Калинин, Марков, Суева, 1966, с. 257—258) К. К. Марковым показано, что основная роль в колебаниях Каспия принадлежит фактору испарения. — *Ред.*

Изменение растительности в антропогене в значительной мере удалось установить, применяя метод спорово-пыльцевого анализа, который разработали акад. В. Н. Сукачев, В. С. Доктуровский и в особенности В. П. Гричук. Можно определить и подсчитать количество пыльцы и спор деревьев, трав и сопоставить так называемые спорово-пыльцевые диаграммы. Споры и пыльца встречены в отложениях различного типа (торф, глины, лёсс и т. д.) и во всех природных зонах. Благодаря этому удалось, наконец, единообразно охарактеризовать историю растительного покрова всей территории нашей страны.

На Русской равнине чередовалась во времени растительность двух типов. В ледниковые периоды (во всяком случае, дважды) на пространстве за границей льдов распространялся своеобразный растительный покров «холодной лесостепи», в котором перемежались участки древесной, травянистой и кустарничковой растительности с примесью полыней, солянок и других видов⁶. Здесь сочеталось влияние холода и сухости, исходивших от ледникового покрова. Массы надледникового воздуха — носители того влияния, вероятно, напоминали собой современные массы арктического воздуха — один из источников засух на территории нашей страны.

В межледниковые эпохи не менее чем дважды на Русской равнине устанавливался растительный покров влаголюбивого лиственного леса. На 2 тыс. км к востоку распространялись широколиственные леса с буком, грабом, тиссом и вечнозеленым падубом — в более раннюю межледниковую эпоху, с дубом и затем грабом — в более позднюю межледниковую эпоху.

Сравнивая ботанико-географические схемы современной и последней межледниковой эпох, легко заметить их сходство, но также легко сделать вывод о более значительном распространении теплолюбивых и влаголюбивых лесов в межледниковую эпоху. Неоднократное чередование во времени двух типов растительности (ледникового и межледникового) — свидетельство чередования ледниковых и межледниковых эпох. Это один из главных выводов изучения антропогена. Сопоставление палеоботанических находок с толщами ледниковых отложений позволяет наметить следующую хронологию антропогена: Валдайская ледниковая эпоха; Валдайско-Днепровская межледниковая эпоха; Днепровская ледниковая эпоха; две ее стадии — Московская и Днепровская, разделенные Московско-Днепровским межстадиалом; Днепровско-Окская межледниковая эпоха; Окская ледниковая эпоха.

Два слова о Московско-Днепровском межстадиале. Отложения его знаменуют собой отступление льдов на север от Москвы, а не полное их растаивание. Эти отложения выражены во многих местах, в частности, например, на территории Московского университета на Ленинских горах. Эти отложения, как и всюду, заключены между моренами Московской и Днепровской стадий. Н. С. Соколова так рисует нам ландшафт Ленинских гор для времени Московско-Днепровского межстадиала: «Повышенные водораздельные пространства были заняты лесостепными ассоциациями. Здесь из древесных пород доминировала береза, а на более песчаных почвах — сосна. На открытых местах развивались травяные группировки с участием степных ксерофильных растений: полыней, лебедовых, эфедры, а также злаков и разнотравья... По пониженным местам... были небольшие участки елового леса с наземным покровом из папоротников, мхов и плаунов» [7, с. 161]. Таким образом, растительность отчасти напоминала ледниковую своей ксерофитностью и отсутствием теплолюбивых видов. Она резко отличалась от межледниковой. Сказывалось охлаждающее и иссушающее влияние ледникового покрова.

Пережила ли Русская равнина только три ледниковые эпохи, утверждать нельзя. Есть предположение, что их было больше (А. И. Москвитин)⁷.

О послеледниковой истории растительного покрова заметим лишь, что во многих сотнях спорово-пыльцевых диаграмм для этого времени устанавливается волна влаголюбивого и относительно теплолюбивого леса: правда, она слабее, чем в межледниковые эпохи. Наличие сухого послеледникового периода, напротив, оспаривается.

⁶ В настоящее время такие ландшафты называются «тундрово-степными». — *Ред.*

⁷ См. также кн.: *Марков К. К.* Четвертичный период. М., 1967, т. 3. — *Ред.*

Нет вообще следов наступления степи на лес, послеледниковое время напоминает межледниковую эпоху относительным господством леса на Русской равнине. Остепнение же («холодная лесостепь») — явление ледниковых эпох.

Анализ преемственности отдельных фаз развития растительного покрова антропогена в средней и северной полосе европейской части нашей страны затрудняется перерывами, обусловленными неоднократным вторжением льдов. Но все-таки эта преемственность улавливается. В антропогене продолжается разветвление ботанико-географических зон, столь характерное для третичного периода; появляется новейшая, тундровая зона, продолжается с попеременным перевесом борьба формаций степи и леса, зависящая от изменения внешних условий среды (ледниковые покровы, межледниковые эпохи); далее продолжается дробление ареалов. Структура растительного покрова, как показал В. П. Гричук, в более позднюю межледниковую эпоху более дробная, чем в более раннюю. Постепенно вымирают третичные виды, такие, как падуб, кувшинки евриале и бразения. Таким образом, проявляется преемственность растительного покрова, а также его местная специфика, столь характерная для природы антропогена.

Фауна антропогена. Наиболее богатые находки ископаемой наземной фауны сосредоточены во внеледниковых районах: на Украине, Нижней Волге и Кубани. Здесь фауна наземных млекопитающих могла развиваться в отличие от растительности северных районов непрерывно, и поэтому южные и восточные районы Русской равнины дают нам ценнейшие материалы для анализа непрерывной цепи эволюции отдельных форм животных и их комплексов.

Работами В. И. Громовой, В. И. Громовой, К. К. Флерова, И. Г. Пидопличко установлено шесть последовательно сменявших друг друга фаунистических комплексов, начиная от конца плиоцена (хапровский, псекупский, таманский, тираспольский, хазарский, мустьерский и верхнепалеолитический комплексы), причем особенности развития фауны подтверждают упомянутые выше закономерности изменения природы в антропогене.

Относительно теплолюбивые формы (южный слон, бегемот, носорог этрусский) начала антропогена сменяются в верхнем палеолите холодолюбивыми формами, такими, как мамонт, волосатый носорог, овцебык, песец, лемминг, северный олень. Вместе с ними появляются степные (сайгак, верблюд и т. д.) и отчасти лесные (бобры) животные.

Эта фауна, как и растительность ледниковых периодов, свидетельствует о ландшафте так называемой холодной лесостепи в верхнем палеолите.

Исследователи фауны выделяют обычно лишь один ледниковый комплекс животных, в то время как история растительного покрова свидетельствует о м н о г о к р а т н о й смене оледенений. О большей убедительности данных палеоботаники говорит то, что растительные остатки находятся в самих древнеледниковых районах в тесной перемежаемости с ледниковыми толщами в отличие от остатков фауны. Кроме того, палеоботаника основывается на массовых анализах, еще не всеми применяемых при определении ископаемой фауны антропогена.

Г. И. Лазуков недавно изучил историю природы района верхнепалеолитических стоянок селения Костенки на Дону, относившуюся раньше к единому ледниковому периоду. Оказалось, что и в районе Костенки произрастали леса межледникового облика с теплолюбивыми породами (граб и т. д.).

Эволюция фауны свидетельствует о постепенном остепнении наших южных районов. Особенно характерна в этом отношении хазарская фауна с такими ее представителями, как верблюд и слон-трогонтерий с огромными бивнями (огромные бивни затрудняли передвижение животных в лесу). Коренные зубы постепенно приспосабливаются к перетиранию жестких степных трав, становятся прочнее, выше, с более сложной жевательной поверхностью.

Расселение животных становится более дробным. В. И. Громов [3] пишет, что сплошные огромные ареалы нижнечетвертичных фаунистических комплексов постепенно испытывали сокращение.

Общей закономерностью эволюции фауны, как и растительного покрова, является все более четко проступающая зональность. Обозначаются новые зоны в высоких широтах, в которых фауна испытывает наиболее значительные изменения. Теплолю-

бивые бегемоты, носороги и слоны начала антропогена исчезли в наших широтах без следа, в то время как представители теплолюбивых групп животных продолжают обитать в тропической Африке и Азии. Самая молодая фауна, так же как и самая молодая флора, тундровая.

Древнее оледенение. Гигантский рост ледников является характерной чертой природы антропогена.

Теория древнего материкового оледенения была заложена у нас профессорами Московского университета К. Ф. Рулье и Г. Е. Щуровским сто лет назад, точнее, первым — в 1852 г., вторым — в 1856 г. Академик Ф. Б. Шмидт продолжил ее разработку в 1971 г. Она была развита с удивительной полнотой П. А. Кропоткиным в 1873 г. В 1876 г. он [5] писал, что в истории ледникового периода было время, когда мощная ледяная толща покрывала всю Скандинавию, Финляндию и Эстляндию.

Мы теперь знаем, что в антропогене общая площадь суши, покрывавшаяся льдами, составляла примерно 38 млн. км² против современных 16 млн. (рис. 3). Рост ледников наблюдался во всех широтах, и на равнинах и в горах, но местные особенности сказывались на размере и типе ледников, как и в настоящее время. Наибольшего развития льды достигли в Арктике и в умеренной зоне. Сравнительно мал был их прирост в горах сухих субтропических зон Земли и больше во влажной экваториальной зоне. Отпечаток местных условий, характерных для современности, можно найти в пределах одной и той же зоны. Например, в умеренной зоне Евразии интенсивность древнего оледенения убывала к востоку, т. е. с удалением от Атлантики. В Европе был мощный выпуклый ледниковый щит, в Западной Сибири — лишь тонкие ледниковые покровы. В Восточной Сибири ледники были только в горах. На равнинах же, как показали исследования А. И. Попова и П. А. Шумского, происходило интенсивное образование ледяных клиньев и мерзлоты в почве, т. е. господствовал совсем особый тип оледенения континентального и холодного климата (рис. 4).

Таким образом, разнообразие форм древнего оледенения отражало местные особенности природы и она уже в антропогене была похожа на современную. Это первая, основная про странственная особенность. Не менее важна вторая особенность — разв и т и я древнего оледенения. В 1936 г. И. П. Герасимовым и мной выдвинуто было положение, что и развитие древнего оледенения протекало по-разному в зависимости от местных условий того или иного района. В районах, благоприятствовавших оледенению, история ледников была сложнее и состояла из отдельных ледниковых и межледниковых эпох (Европа), а в районах с условиями, неблагоприятными для оледенения (Восточная Сибирь), история оледенения протекала проще. Этот вывод был поддержан для Западной Сибири А. И. Поповым и для Восточной Сибири — Д. М. Колосовым. Там, где ледниковые явления и нарастали одновременно, они были выражены совершенно разными типами. В европейской части нашей страны безусловно доказана множественность ледниковых эпох, а в Восточной Сибири древнее оледенение представляло собой, по-видимому, более единый, труднее расчленимый акт.

Эти выводы должны быть сделаны прежде всего на обширной и разнообразной по природе территории нашей страны. История древнего оледенения всей Земли не может втиснуться в единый канон, в частности в схему альпийских оледенений с ее четырьмя ледниковыми эпохами (гюнц, миндаль, рис, вюрм). Мы назвали поэтому три ледниковые эпохи Русской равнины иначе — окской⁸, днепровской и валдайской эпохами.

Спор о том, была ли ледниковая эпоха одна, как утверждают «моногляциалисты», или же ледниковых эпох было несколько («полигляциалисты»), носит схоластический характер. Не имея принципиальных преимуществ, та или иная точка зрения более подходит для разных конкретных местных условий.

Появление и развитие человека. Само название новейшего геологического периода «антропоген» подчеркивает новое в истории Земли событие — появление и развитие человека и человеческого общества⁹. Но в то время как история природы в антропогене представляет собой проблему естественнонаучных дисциплин, история человеческого общества, даже наиболее примитивного, относится уже к кругу

⁸ Прежде — лихвинской.

⁹ См. также: Четвертичный период (ледниковый — антропогенный период), т. 3, заключение.— Ред.

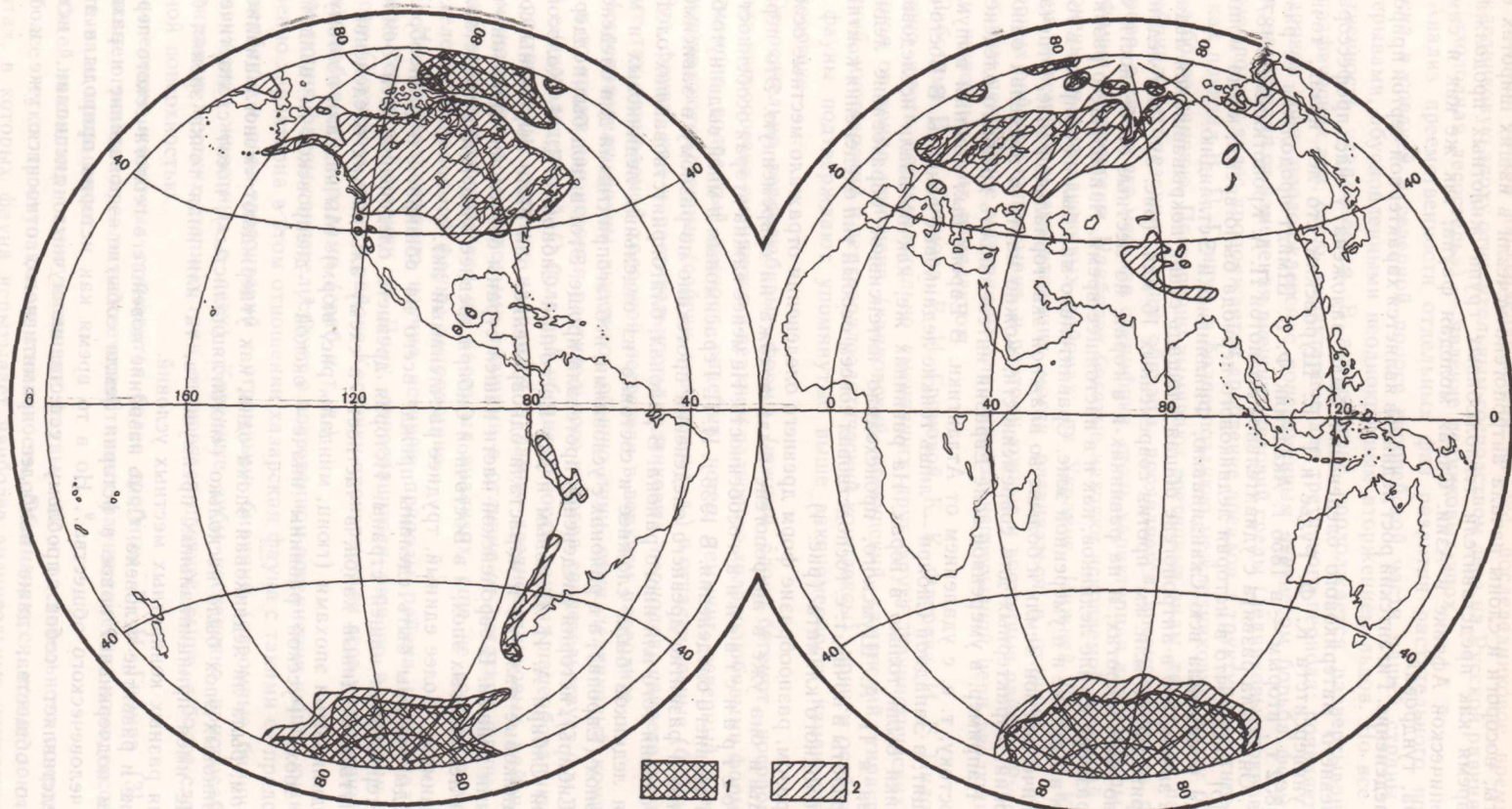


Рис. 3. Распространение современного (1) и древнего (2) оледенений

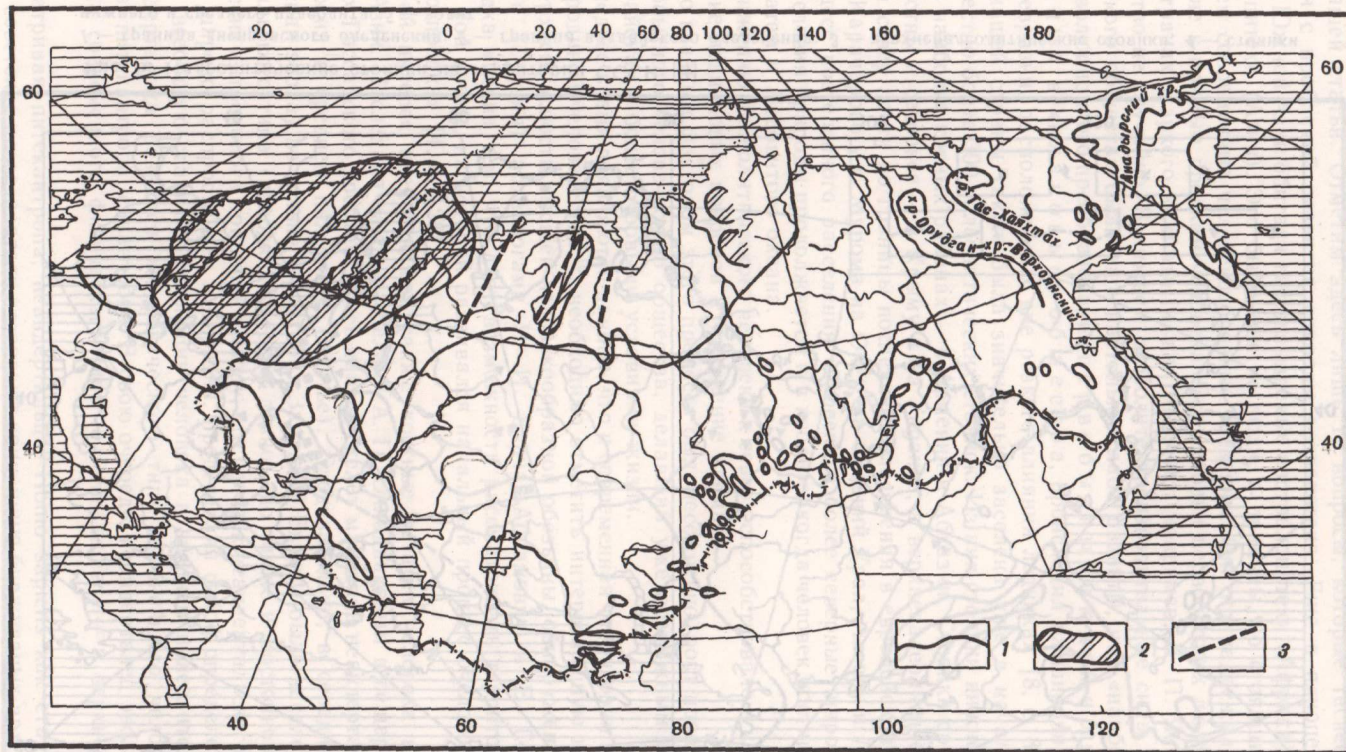


Рис. 4. Распространение древнего оледенения на территории Евразии

1 — граница максимального оледенения; 2 — граница последнего оледенения; 3 — границы ледниковых потоков максимального оледенения

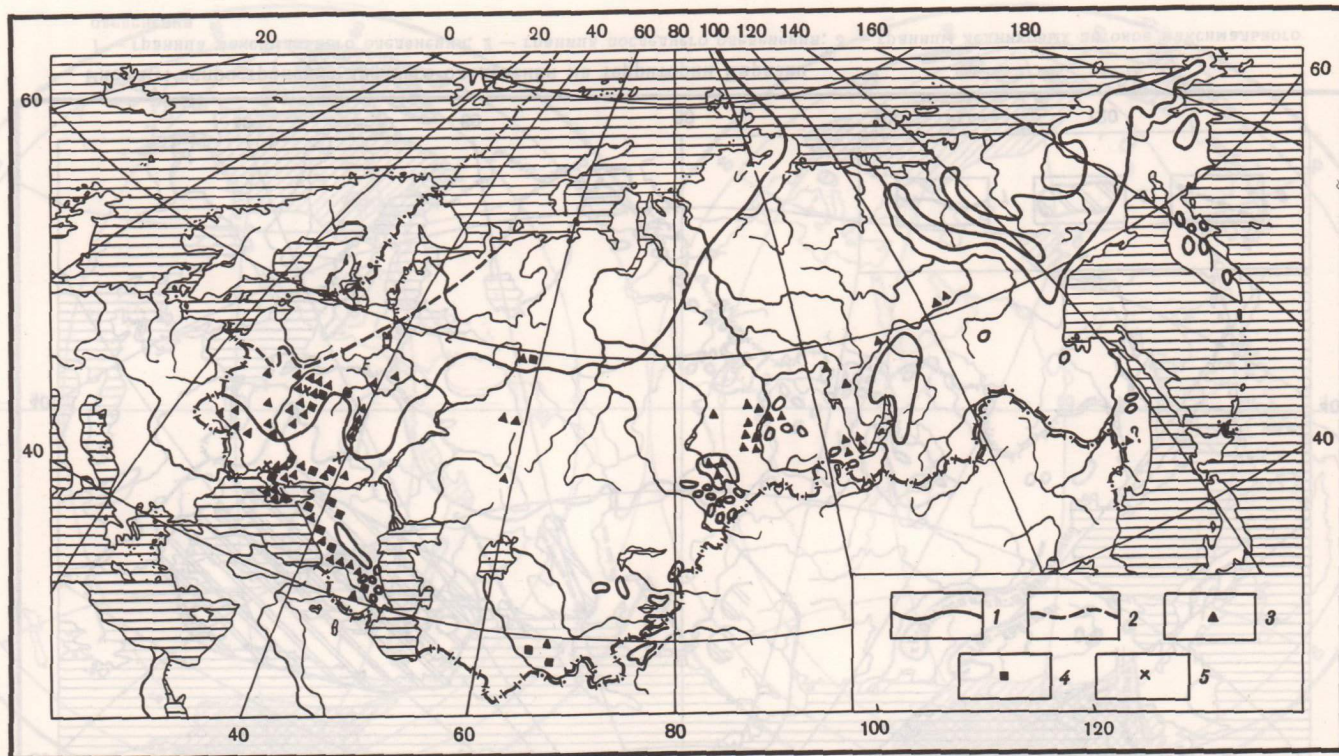


Рис. 5. Палеолитические стоянки на территории СССР [3]

1 — граница днепровского оледенения; 2 — граница валдайского оледенения; 3 — верхнепалеолитические стоянки; 4 — стоянки нижнего и среднего палеолита, 5 — эолит

природы в антропогене представляет собой проблему естественнонаучных дисциплин, история человеческого общества, даже наиболее примитивного, относится уже к кругу наук общественных. Проблема развития человеческого общества далеко выходит за рамки настоящей статьи. Отметим здесь лишь те вопросы, которые теснее всего переплетаются с проблемой развития природы антропогена. Еще в плиоцене в Южной Африке и Южной Азии обитали так называемые австралопитеки (Африка), мегантропы и гигантопитеки (Азия). Это были еще не люди, а приматы, но стоявшие к человеку ближе, чем современные человекообразные обезьяны. Они принадлежали к побочной линии, а не к прямым предкам человека. Все находки первобытных людей также сделаны в странах жаркого климата, и, как отмечает, например, В. П. Якимов, это обстоятельство не случайно. В нижнем палеолите производительные силы первобытного человеческого общества были еще настолько слабо развиты, что «наиболее успешный процесс эволюционного преобразования первобытных людей и людей, объединенных в «клановые» общества, происходил на широких пространствах Афроевразии, расположенных вне резкого влияния ледника» [8, с. 85]. Но и территория нашей страны также была значительно заселена уже в начале палеолита. У нас известно более 300 палеолитических стоянок. Из них стоянки нижнего палеолита находят в наиболее южных районах — в Армении и Абхазии. Стоянки среднего палеолита известны и севернее — в Крыму и на Украине, а верхнепалеолитический человек проник на север почти до границы последнего оледенения в европейской части Союза (стоянка Карачарово у г. Муром на Оке), на Средний Урал, Ангару и Лену (рис. 5). Этот процесс постепенного расселения человека в более северные широты и в более суровые условия природы продолжается и в неолите, когда человек достиг Балтийского моря, а затем и Ледовитого океана.

Продвижению палеолитического человека к северу способствовало в конце антропогена таяние ледниковых покровов и улучшение климата.

Однако главным фактором этого процесса был, несомненно, рост производительных сил первобытного человеческого общества, делавший уже возможным его существование в районах с более суровыми условиями жизни.

В последнее время появляются данные, что и современная территория нашей страны была прародиной человечества¹⁰; необходимо отметить интереснейшую находку части правой верхней челюсти высшей человекообразной обезьяны, обнаруженную в 1939 г. в Кахетии (Грузия) археологами Н. И. Бурчак-Абрамович и Е. Г. Габашвили. Эта находка «ценна тем, что дает возможность рассматривать территорию Кавказа как часть той арены, на которой развивался начальный процесс очеловечения нашего животного предка» [4, с. 128].

Большой интерес представляют также костные остатки человека в Крыму и в Средней Азии. Последняя находка сделана А. П. Окладниковым в пещере Тешик-Таш (в отрогах Гиссарского хребта). Здесь найден скелет мальчика неандертальского типа, который жил в среднем палеолите (мустье). Следовательно, в середине палеолита (мустьерская эпоха) не только территория Западной Европы была населена человеком неандертальского типа (находки известны давно), но также и Восточной Европы.

Советские антропологи пришли к выводу, что человек неандертальского физического типа был широко распространен в Евразии, представляя собой определенную закономерную и всеобщую стадию в эволюции человека в среднем палеолите. Физический тип неандертальца развился из физического типа древнейшего человека раннего палеолита: питекантропа, синантропа. В свою очередь, неандерталец эволюционировал в человека современного физического типа — *Homo sapiens* — в верхнем отделе палеолита.

Рассматривая питекантропа, неандертальца, *Homo sapiens* как стадии эволюции человека, советские исследователи отвергают концепцию буржуазных археологов, которые считают неандертальца и кроманьонца представителями двух отдельных

¹⁰ Одним из наиболее древних в нашей стране является орудие, найденное А. П. Окладниковым в Улалинке (Горный Алтай), датированное А. И. Шлюковым в более 1,5 млн. лет.—
Ред.

существовавших рас — «низшей» и «высшей», в результате борьбы которых победила «высшая» раса.

Одним из главнейших вопросов палеогеографии антропогена является изучение взаимодействия между природой и первобытным человеческим обществом.

На ранних этапах своего развития человечество самым фактом своего распространения в притропическом поясе Земли обнаруживало свою зависимость от природных условий.

В нижнем палеолите формы культуры первобытного человека не обнаруживают еще местных различий, зависящих от природной обстановки. Это единообразие выражает техническое несовершенство культуры — человек еще не умел видоизменять ее в зависимости от природной обстановки. Различия в форме культуры появляются позднее в виде трех провинций верхнепалеолитической культуры (экваториальная Африка, приледниковая Европа, Восточная Сибирь). При этом основу культуры верхнепалеолитического человека формирует не режим природы, а единый тип охотничьего хозяйства [4].

В самом конце верхнего палеолита, когда с таянием ледников климат Русской равнины становился более умеренным, на ее территории изменяется характер людских поселений. Исчезают «большие оседлые поселения с прочными зимними жилищами, огромными скоплениями костей мамонта и слоем культурных отбросов, достигающим 0,5 м и больше толщины» [1, с. 115]. Жилища делаются легкими (шалаша), поселения часто кратковременные. В основе этих изменений лежат изменения хозяйства человека, связанные с изобретением лука: охота на мелких животных и быстрые передвижения в погоне за ними. Потепление климата и постепенное вымирание мамонта имели второстепенное значение.

В неолите археологи отмечают интересные передвижения скотоводческих и земледельческих племен в бассейне Оки и Верхней Волги, в которых видят отзвук смещения границы леса и степи в послеледниковое время.

Антропоген и современность. К антропогену непосредственно относится и современность. Однако мы очень плохо знаем изменения природы исторического периода времени, охватывающего несколько последних тысячелетий. Эти изменения были относительно невелики, они не определяли, но все же влияли на ход общественного развития. Главная закономерность в изменениях недавнего исторического прошлого состоит в том, что, как и ранее, природные условия высоких широт находились в определенном соотношении с природными условиями более низких широт, но отличались от них большей амплитудой изменений.

Например, А. И. Воейков неоднократно отмечал, что несколько тысяч лет назад в северной полосе Русской равнины климат был заметно теплее современного (последледниковый климатический оптимум). В то же время исторические документы констатируют, что южнее, в странах Среднего Востока, природные условия не отличались от современных. А. И. Воейков и Л. С. Берг указывали, что и на территории советской Средней Азии, лежащей в той же широтной зоне, что и Палестина, больших изменений природы за историческое время не наблюдалось.

Неправильна, в частности, «теория» усыхания Азии, которую пропагандируют некоторые географы.

Второй пример — самые недавние изменения природы, известные под названием современного потепления климата. На западе Евразии наблюдаются изменения климатической обстановки. В низких широтах эти изменения затухают. Однако их проявлением служит современное падение уровня Каспия, зависящее от уменьшения стока Волги.

Таким образом, за последние тысячелетия и даже за последние десятилетия климат высоких широт был изменчивее климата более низких широт. Так же было и в течение всего антропогена.

Изменения природы, с которыми связано, например, обмеление Каспия, имеют большое значение не только для науки, но и для практики.

Развитие природы антропогена в целом мы рассмотрим по обобщающим таксономическим единицам, по природным зонам. Зональность — древнейшая

черта земной поверхности. Система широтных природных зон — по две зоны умеренного жаркого сухого климата в каждом из полушарий и приэкваториальная зона жаркого влажного климата — существовала и в начале антропогена. Изменения в этой системе выражались в формировании холодных арктических зон обоих полушарий, а также в смещении межзональных границ и то в более, то в менее резкой выраженности черт каждой зоны в отдельности.

В антропогене заканчивалось развертывание современной зональной гаммы — образовалась самая молодая, тундровая зона. Природные изменения имели наибольшую амплитуду (похолодание) в северных зонах, постепенно стихая ваяясь с приближением к экватору, где природа мало изменилась даже с начала третичного периода.

Таковы основные черты. На территории Евразии, на территории нашей страны протекали интересные явления, усложняющие общую схему.

Самое крупное из этих явлений — образование или разрастание огромных ледниковых покровов — кардинально изменило всю природную обстановку и уничтожило все живое на площади оледенения. Заметим, что льды и снега отражают около 80% солнечной радиации, а «нормальная» земная поверхность, покрытая растительностью, — всего 4—15%. Только отражательная способность льда могла вызвать огромное охлаждение земной поверхности. Ведь климат земной поверхности зависит прежде всего от потока солнечной радиации и от того, как этот поток усваивается поверхностью Земли. Легко себе представить последствия того, что на 1/4 вместо 1/10 части поверхности Земли 4/5 солнечной радиации отражалось от ледяной поверхности.

Ледниковые покровы Евразии должны рассматриваться как южная часть арктической зоны или как ледяная зона, продвинувшаяся в низкие широты (до 48° с. ш. в Евразии, а в Северной Америке — до 38° с. ш.). К востоку от Европейского ледникового щита находились убывающие по размеру ледяные покровы Западной Сибири и далее, в Восточной Сибири, своеобразные формы «почвенного» льда в низинах и ледники в горах.

За границей льдов блуждали ледниковые реки, откладывая грубопесчаные наносы «боровых» песков. На водоразделах своеобразные участки степи сочетались с колками леса, возможно, на мерзлоте, образовавшейся под влиянием холодного и сухого «дыхания» ледникового воздуха.

Дальше к югу, на равнинах Средней Азии, располагались обширные озера, накапливались полосы и пятна речных песков по берегам сравнительно многоводных рек. Эти равнины были увлажнены несколько больше, чем ныне, — сюда были сдвинуты ледяным дыханием пути атлантических циклонов, которые питали влагой и равнины, и возросшие ледники Кавказа, Памира, Тянь-Шаня.

В этой зональной картине были своеобразные, ныне не встречающиеся черты. Ледниковые покровы граничили прямо со степью (лесостепем), лесная зона умеренных широт прерывалась. Далеко к югу в зону пустынь умеренных широт и субтропиков врывалось влияние ледниковой обстановки¹¹.

Отрывочность данных не позволяет уверенно проследить ход событий в экваториальной зоне. Здесь изучена история некоторых гор и озер Африки и Южной Америки. Но такие данные редки, и в объяснении их еще много произвольного.

Итак, в антропогене продолжалось развертывание природных зон, в особенности северных. Продолжавшееся с третичного времени охлаждение, главным образом высокоширотных пространств, достигло в антропогене критического уровня: резко увеличивается площадь ледяной поверхности. Медленно (за десятки миллионов лет) накапливавшиеся изменения вызвали в антропогене на протяжении не более одного миллиона лет крупные изменения природной обстановки.

Несомненно, роль ледниковых явлений в антропогене была исключительно велика и именно они оказали наиболее активное воздействие на природные условия больших пространств земной поверхности далеко за границами самих ледниковых покровов.

Причины изменений природы в антропогене. Изменения природы антропогена очень

¹¹ Существует мнение (см. Величко А. А. Природный процесс плейстоцена, М., 1967) об исчезновении зональности в эпоху максимального похолодания плейстоцена. — *Ред.*

ярки по сравнению с любым другим периодом геологической истории Земли. Попытки установить происхождение этих изменений в большинстве случаев сводились к исследованию причин древнего оледенения, а не всей совокупности природных изменений антропогена. Различных гипотез о причинах древнего оледенения предложено множество: изменение интенсивности солнечного излучения, прохождение солнечной системы через облако туманности, изменение формы орбиты Земли и наклона земной оси, положения полюсов, скорости вращения Земли вокруг оси, состава газов земной атмосферы, рельефа Земли и площади материков и океанов, отклонение океанических течений и т. д. Каждое из упомянутых предположений логически правдоподобно, но в большинстве случаев не подкрепляется фактическими данными. Наконец, правдоподобность большинства этих гипотез чисто качественная, а количественной проверкой их никто не занимался.

Из всех перечисленных гипотез количественную проверку выдержала до известной степени только гипотеза Кролля-Миланковича, согласно которой климат Земли испытывает периодические изменения, вызванные возмущениями движений Земли. В течение тысячелетий изменяются: угол между наклоном земной оси к земной орбите, эксцентриситет (вытянутость) земной орбиты и даты начала астрономической весны и осени — весенних и осенних равноденствий. Первый из этих факторов наиболее мощный — от угла наклона земной оси зависит разница высот Солнца над горизонтом зимой и летом, т. е. контрастность сезонов. При положении земной оси, почти перпендикулярном к плоскости земной орбиты, контраст между сезонами будет меньше, т. е. лето прохладнее, и в этом, может быть, кроется причина холодных ледниковых эпох. Изменения климата будут более резкими в высоких широтах. Здесь при небольшой абсолютной высоте Солнца над горизонтом (в дневное время) ее уменьшение или увеличение на одинаковое для всех широт число градусов или минут будет относительно самым большим. Вычисления обнаружили свыше десяти волн холода для последнего миллиона лет — отрезка времени, в который полностью укладывается антропоген.

Но указанные причины не единственные — мы не находим для различных мест одного и того же числа ледниковых эпох. Следовательно, астрономическая гипотеза недостаточна и не учитывает какой-то главной закономерности. Те факторы, которыми оперирует астрономическая гипотеза, действовали и в более ранние геологические периоды, когда, однако, ледниковых эпох не было (в плиоцене, миоцене и ранее)¹². Очевидно, в течение в с е г о антропогена (и еще раньше) какой-то другой фактор создавал нарастающее похолодание климата, только дополненное влиянием астрономических факторов. Сочетание обоих факторов объясняет в известной мере общее постепенное похолодание климата антропогена и отдельные «волны» ледниковых и межледниковых эпох.

Этот основной, медленно действующий фактор достаточно хорошо установлен: в течение всего неогена, а затем и антропогена нарастали материки. Процесс этот явственно продолжается не менее 20 млн. лет, из которых не более одного миллиона охватывает антропоген. Увеличение площади материков сопровождалось сокращением площади океана. В верхнем плиоцене по сравнению с палеогеном к северу от 30° с. ш. сузилась морская связь с Арктикой. Такое увеличение площади суши должно было вызвать похолодание климата. Действительно, внутри материка (например, Восточная Сибирь) зимой гораздо холоднее, а летом лишь незначительно жарче, чем на той же широте на океане. Иначе говоря, суша холоднее океана в средних и в высоких широтах. Значит, увеличение площади суши в указанных широтах вызывает похолодание, которое затем распространяется на всю поверхность Земли.

Характерное для антропогена нарастающее похолодание, усложненное отдельными холодными волнами, естественнее всего объясняется сочетанием роста площади суши, начавшегося значительно ранее, с воздействием астрономических причин, накладывавшихся на все более и более благоприятный фон и поэтому вызвавших образование огромных ледниковых покровов. Нарастание этого процесса не беспредельно. Академик

¹² В настоящее время установлены следы древних оледенений во многих геологических периодах, начиная с докембрия. См.: Зимы нашей планеты. М.: Мир, 1982, с. 333.—*Ред.*

А. Д. Архангельский считал, что мы живем уже в эпоху перелома, о чем свидетельствует образование новейших огромных провалов — котловин молодых морей.

Таким образом, в антропогене происходили резкие, в определенных районах катастрофические изменения природы благодаря постепенному росту материков за счет океана.

Конечно, это объяснение также гипотетично и неполно. Например, советские геофизики показали зависимость современных изменений климата от пульсации солнечной активности. Очередная задача состоит теперь в том, чтобы, сопоставив данные об изменениях площади суши, движения Земли и солнечной активности, выявить «ключевую» причину климатических изменений.

Хронология антропогена. Относительная хронология антропогена ограничивается выделением последовательности характерных событий, не задаваясь целью определить их абсолютную продолжительность. Прежде всего надо решить вопрос: когда начался антропоген? У нас стали предлагать резко «удлинить» антропоген, присоединив к нему весь плейцен. Но это противоречит понятию антропогена, так как в плейцене жили только обезьяноподобные предки человека, а не сам человек¹³. Кроме того, в развитии рельефа, фауны и флоры начало плейцена не знаменует перелома.

Целесообразнее, по совокупности данных, понизить эту границу до конца плейцена. Тогда начало антропогена совпадало бы с началом образований крупных ледников. Однако необходимо помнить, что природные изменения, эволюция и расселение человека происходили неодинаково в различных широтах, зонах и отдельных районах Земли. Невозможно представить себе такую хронологическую таблицу, которая с равным успехом выражала бы развитие природы в различных областях Земли.

Большинство попыток построить абсолютную хронологию антропогена имело до последнего времени местное значение. Такова, например, абсолютная хронология послеледниковых отложений, построенная на изучении ленточных отложений с годичной слоистостью.

В настоящее время главное внимание привлекают два метода создания абсолютной хронологической шкалы антропогена. Первый метод основан на вычислении абсолютной продолжительности периодов возмущений движений Земли. Таким путем вычислена продолжительность всего антропогена, а также давность «пиков» отдельных ледниковых эпох в Альпах. Эти расчеты не могут иметь, однако, того универсального значения, которое им пытаются придать, так как ледниковые покровы в разных районах Земли кульминировали неодновременно.

Второй метод основан на изучении распада радиоактивных элементов в молодых осадках моря и суши. В. Д. Эрри изучал содержание иония в илах Тихого и Атлантического океанов. Так как распад иония происходит во много раз скорее распада урана (полупериод распада иония 82 тыс. лет), то этот метод в общем применим для определения времени событий малой геологической продолжительности. Возрасты образцов со дна океана были определены в 70 тыс., 200 тыс. и 300 тыс. лет. Советская экспедиция на ледокольном судне «Садко», используя распад иония, определила, что воды Гольфстрима проникли в Северный Ледовитый океан 10—12 тыс. лет назад, а усиленное их поступление было 3—5 тыс. лет назад.

За последние годы много внимания уделяется изучению распада изотопа углерода C^{14} , присутствующего в органических отложениях. C^{14} образуется в атмосфере под влиянием космических лучей, окисляется в атмосфере до CO_2 , усваивается растениями при фотосинтезе и входит в состав их тканей. Возраст отложений тем больше, чем меньше в них содержится C^{14} .

Этот метод пригоден для определения возраста очень молодых — послеледниковых — отложений¹⁴.

¹³ В настоящее время установлено, что первые представители рода Ното появились 2,6—3,0 млн. лет назад. См.: Природа и древний человек. М.: Мысль, 1981, с. 223.— *Ред.*

¹⁴ В настоящее время радиоуглеродное датирование возможно для оценки событий возрастом до 50—60 тыс. лет назад.— *Ред.*

1. *Борисковский П. И.* Позднепалеолитические памятники Восточно-Европейской равнины и проблемы их исторического освещения.— В кн.: Материалы по четвертичному периоду СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950, вып. 2, с. 107—117.
2. *Вернадский В. И.* Очерки геохимии.— Избр. соч. М.: Изд-во АН СССР, 1954, т. 1, с. 7—392.
3. *Громов В. И.* Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1948. 524 с. (Тр. ГИН. Сер. геол.; Вып. 64; № 17).
4. *Замятин С. Н.* Изучение палеолитического периода на Кавказе за 1936—1948 гг.— В кн.: Материалы по четвертичному периоду СССР. М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1950, вып. 2, с. 127—139.
5. *Кропоткин П. А.* Исследования о ледниковом периоде.— Зап. РГО, 1876, т. 7, вып. 1, 43 с.
6. *Курдюков К. В.* Неотектонические движения в южной Фергане.— Природа, 1951, № 7, с. 43—49.
7. *Соколова Н. С.* Микропалеоботанические исследования межморенных отложений Ленинских гор.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, 1951, № 10.
8. *Якимов В. П.* Ранние стадии антропогенеза.— Тр. Ин-та этнографии им. Н. Н. Миклухо-Маклая. Нов. Сер., т. 16, 1951, с. 7—88.

РАЗВИТИЕ ПРИРОДЫ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В ЧЕТВЕРТИЧНОМ ПЕРИОДЕ—АНТРОПОГЕНЕ¹

Развитие природы поверхности Земли в течение новейшего геологического периода — четвертичного, или антропогена, — для географов представляет особенно большой интерес. Причиной этому являются: 1) близость событий четвертичного периода к современности и 2) большие изменения природной обстановки, имевшие место за этот геологически короткий промежуток времени продолжительностью всего около 1 млн. лет. Вследствие этого целесообразно уделить четвертичному периоду специальное внимание, и эта глава может рассматриваться в качестве дополнения к предшествующим главам. Она является также своего рода введением к последующей части — «Палеогеографии четвертичного периода».

В четвертичном периоде — антропогене — природа всей поверхности Земли испытала значительные изменения. Эти изменения, хотя и имели много своеобразного, продолжили направленные изменения, протекавшие в третичном периоде. Изменения природы были также ритмическими. Усилились и местные контрасты природных условий.

Таким образом, важнейшие изменения природы в четвертичном периоде можно выразить следующими словами: повсеместность, направленность, ритмичность, местная индивидуальность.

Повсеместность изменений. Повсеместны были прежде всего следующие изменения.

Неотектоника. В неогене и четвертичном периоде происходили огромные по амплитуде поднятия и опускания земной поверхности, вызванные молодыми, так называемыми неотектоническими, движениями земной коры. Амплитуда между поднятиями гор и погружениями впадин в четвертичном периоде достигала нескольких километров. Оценивают ее цифрой до 10 км. Особенно значительным в Евразии было поднятие гор Центрально-Азиатского пояса, включая Памир и Тянь-Шань. Поскольку это явление было на материках повсеместным, средняя высота суши за четвертичный период увеличилась, по оценке Вольдштедта, от 300 до 800 м по отношению к современному уровню океана. Сам уровень океана понизился. Емкость океанических впадин увеличивалась. С этим процессом Ф. Цейнер [1] связывает ступенчатое расположение средиземноморских террас. Эти террасы (сицилийская, милацская, тирренская, монастырская) располагаются все ниже, по мере перехода от более древних к более молодым уровням, что свидетельствует о понижении уровня Мирового океана вследствие понижения его дна. Большие опускания испытывали и пространства суши. Благодаря им мощность четвертичных отложений, главным образом в предгорных прогибах, дости-

¹ Напечатано по кн.: *Марков К. К.* Палеогеография: (Историческое земледование). 2-е изд. перераб. М.: Изд-во МГУ, 1960, с. 257—267.— Ред.

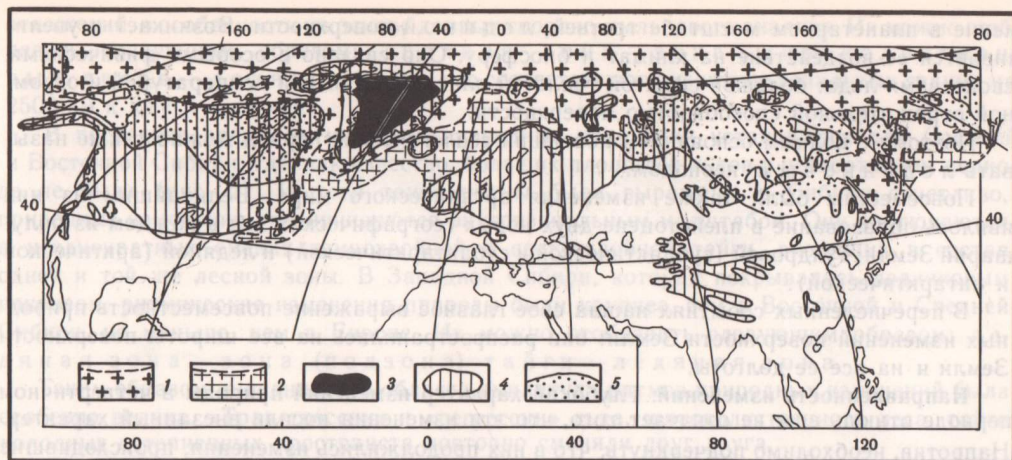


Рис. 1. Ледяная зона (область северного полушария в четвертичном периоде)

1 — область плавучих льдов (современная); 2 — область плавучих льдов (четвертичного времени); 3 — область современного оледенения; 4 — область максимального оледенения; 5 — область распространения мерзлоты

гает нескольких тысяч метров. Дно Охотского моря погрузилось на 1000 м, а дно Черного моря — на 2000 м, мелководные впадины превратились в глубоководные. В значительной мере за этот же отрезок времени образовались пучины оз. Байкал. С переходом от плиоцена к четвертичному периоду море покрывает большие пространства шельфа Северной Европы и Сибири: расширяется Северное море, острова Великобритании отделяются от Европы проливом, образуется Балтийское море, Черноморский бассейн соединяется со Средиземноморским. Образуется Берингов пролив, а впадины Берингова, Охотского и Японского морей углубляются.

Перечисленные изменения, вызванные тектоническими движениями, должны были оказать глубокое влияние на гидросферу, климат, органический мир Земли в четвертичном периоде. Общее поднятие суши вызвало похолодание в высоких и средних географических широтах Земли. Поступление атлантических вод в Ледовитый океан в начале четвертичного периода могло протекать более свободно, чем в плиоцене, а затем неоднократно прерывалось. Понижение уровня Мирового океана вызвано тектоническими — геократическими — причинами. Уровень океана колебался также благодаря прибыли или убыли поступления вод суши в связи с таянием или накоплением льдов суши.

Повсеместным в высоких и средних широтах Земли было похолодание климата, возникшее благодаря общему возрастанию высоты суши, а по сравнению с миоценом — олигоценом — и ее площади. Другие причины, вероятно, усиливали повсеместное похолодание, в особенности летом: уменьшение солнечной активности, уменьшение угла наклона между осью Земли и вертикалью к земной орбите. Этих причин было вполне достаточно, чтобы вызвать первоначальное, еще не очень значительное похолодание климата и оледенение. Похолодание во много раз и неоднократно было затем усилено охлаждающим воздействием самих ледниковых покровов, распространившихся на 1/4 (против современной 1/10) поверхности суши (рис. 1). Если учесть не только площадь ледниковых материковых покровов, но и площадь льдов мерзлой толщи земной коры и площадь морских льдов, то мы получим площадь древнего оледенения. Эта площадь в настоящее время достигает 60 млн. км². В четвертичном периоде за счет одного только роста площади льдов суши (на 25 млн. км²) она должна была превышать 80 млн. км², а в целом достигала, вероятно, 100 млн. км², или 20% всей поверхности Земли, т. е. 70% площади всей суши.

Значение этих цифр невозможно не оценить. Изменение поверхности суши и морей, как мы уже видели, было главной причиной изменений других компонентов природы зем-

ление в планетарном масштабе третьей, ледяной поверхности. Возникает и увеличивается ее воздействие на климат и биосферу. Оно связано с особыми физическими свойствами льда: большой скрытой теплотой плавления, низкой температурой и огромной отражательной способностью поверхности.

Поэтому с полным основанием новейший геологический период можно также называть ледниковым периодом.

Повсеместны были также изменения органического мира. Величайшим из них явилось образование в плейстоцене двух новых географических зон в каждом из полушарий Земли: тундровой (субарктической и субантарктической) и ледяной (арктической и антарктической).

В перечисленных событиях нашла свое главное выражение повсеместность природных изменений поверхности Земли: они распространились на все широты поверхности Земли и на все ее долготы.

Направленность изменений. Глубокий характер изменений природы в четвертичном периоде отнюдь еще не означает того, что эти изменения носили внезапный характер. Напротив, необходимо подчеркнуть, что в них продолжались изменения, происходившие еще в третичном периоде.

Направленными были изменения отдельных компонентов природы земной поверхности.

1. Интенсивность тектонических процессов была продолжением возросшей тектонической активности, характерной для всего альпийского тектогенеза, который вызвал увеличение высоты и площади суши и понижение уровня океана.

2. Изменение климата высоких и средних широт в сторону похолодания прогрессировало, во всяком случае начиная с олигоцена. Происходило вычленение новых климатических зон, увеличение их численности и обострение межзональных климатических контрастов. Появление и разрастание ледниковых покровов на суше и на морях также явилось в дальнейшем причиной общего процесса охлаждения.

3. Органический мир и вся природа земной поверхности в целом изменялись в том направлении, которое унаследовано еще от третичного периода. Изменения заключались, как мы видели, в конечном счете в вычленении новых ботанико-географических, зоогеографических, а в целом — географических зон (тундровой, ледяной) в обоих полушариях. Так, например, закономерно изменялся животный мир. Южные и главным образом лесные формы вытеснялись формами, приспособленными к жизни в степи и в холодном климате (южный слон — слон трогонтерий — мамонт и т. д.). Постепенно третичная флора вытеснялась четвертичной флорой, сохраняясь в составе последней лишь в виде отдельных вкраплений. Так, например, по подсчетам В. П. Гричука, в центральной части Русской равнины в раннечетвертичную эпоху произрастало еще 14% по существу третичных видов, в среднечетвертичную эпоху процент их сократился до 9, а в верхнечетвертичную эпоху — до 1.

Из сказанного ни в малейшей степени не следует делать вывод, что в четвертичном периоде направленные изменения природы не создали существенно ничего нового, что четвертичный период лишен своей специфики, что его можно рассматривать только как продолжение и как часть третичного периода. Напротив, именно направленный характер изменений природы привел к накоплению больших различий между четвертичным и более ранними геологическими периодами.

Из многих событий главным надо признать: 1) образование новых географических зон, в особенности ледяных зон — великого оледенения четвертичного периода; 2) появление в результате направленного развития высшей группы животного мира нового рода — Ното — человека.

Ритмичность. Природные изменения четвертичного периода ритмичны. Такой резкой ритмичности не было в третичном периоде. В четвертичном периоде ритмичность изменений природы была больше в высоких географических широтах. С удалением от высоких широт к югу и от больших ледниковых покровов в сторону ритмические изменения становились менее резкими. Для окрестностей Москвы, как и вообще для всей Средней Европы, резкие ритмические изменения установлены во множестве разрезов четвертичных

отложений, в особенности на основе данных спорово-пыльцевого анализа. Их можно отобразить следующим образом: ледяная зона — зона широколиственных лесов — ледяная зона, что соответствует смещению зональных границ на 2500 км к югу и к северу.

В последнее время ритмические природные изменения установлены для Средней и Восточной Сибири, где, как известно, больших площадей льдов в четвертичном периоде не было (рис. 2). И хотя такие ритмы были выражены в Сибири отчетливо, природные изменения ограничиваются внутризональным масштабом. Они заключаются в неоднократных сменах темнохвойной и светлохвойной тайги, входящих в состав одной и той же лесной зоны. В Западной Сибири, которая покрывалась ледниковым покровом, ритмические изменения природы были крупнее, чем в Восточной и Средней Сибири, но меньше, чем в Европе. Их можно отобразить следующим образом: ледяная зона — зона (подзона) тайги — ледяная зона.

Таким образом, в ледниковой области амплитуда ритмов природных изменений была особенно велика. «Трансгрессии» и «регрессии» льда, широколиственного леса, тайги холодных остепненных пространств повторно сменяли друг друга.

Так обстояло дело с ритмами природных изменений на различных расстояниях от ледниковых покровов, происходивших в связи с влиянием ледниковых покровов в пределах современной полярной и умеренной зон Северного полушария.

Ритмические изменения природы охватывали и более южные широты. Особенно много интереса вызывали ритмы, охватившие современные субтропическую и тропическую зоны Северного полушария, ритмы плейстоценовых — ксеротермических периодов. Смену влажных и сухих периодов в этих теперь засушливых зонах можно представить в виде следующей схемы: умеренная зона — субтропическая зона — умеренная зона, что соответствует смещению зональных границ на величину порядка 1500—2000 км, — это меньше, чем в древнеледниковой области Северного полушария (Европа).

В экваториальной Африке установили колебания уровня озер, отражающие ритмы природных изменений и для экваториальной зоны. Можно предположить, что амплитуда этих ритмов еще менее значительна, чем в тропических, а тем более в умеренных зонах Земли.

Причина ритмичности природных изменений четвертичного времени не может считаться установленной, но число возможных предположений сведено до минимума, что представляет собой уже несомненный успех науки. Собственно говоря, возможны две гипотезы или сочетание их обеих: ритмы самой солнечной активности и ритмические изменения приходящей солнечной радиации, обусловленные астрономическими причинами. Однако и в первом и во втором случаях следует считать, что первичная природа ритмов была во много раз усилена воздействиями дополнительного охлаждения поверхности Земли ледниковыми покровами. Понижения температуры, которые первоначально выражались единицами градусов Цельсия, в конечном результате выражались десятками градусов. Поэтому ритмы изменений природы так велики в четвертичном периоде. Исключительно большими они были в области древних оледенений и в перигляциальном кольце последних, к которому следует отнести Средиземноморье и Северную Африку с их плейстоценово-ксеротермическими волнами. Немудрено, что именно для этих областей созданы наиболее развернутые и правильные стратиграфо-хронологические схемы и что в основу этих схем положена идея чередования ледниковых и межледниковых эпох — множественности оледенений. Можно спорить о том, сколько было ледниковых эпох в Европе, но множественность их является установленным фактом.

Для европейской части СССР большое распространение имеет сравнительно простая полигляциальная схема не менее четырех ледниковых эпох: окской (лихвинской), днепровской, московской и валдайской. По-видимому, надо выделить и еще одну, наиболее древнюю ледниковую эпоху.

Начало резких ритмических изменений природы надо рассматривать и как начало четвертичного периода. Нижняя граница последнего, по-видимому, должна быть понижена, но лишь настолько, насколько эта граница отвечает началу ледниковых и межледниковых ритмов. Первая попытка такого рода была сделана в 30-х годах нашего века германскими исследователями — Эберлом и други-

ча связана в 30-х годах нашего века гебманскими исследованиями — Эсблом и Тьел-честники и межледниковья в южной Сибири попытка Локкобова (1907) и Кельера (1927) в исследовании флоры и фауны в долине реки Катунь. В 1930-х годах в долине реки Катунь были проведены исследования флоры и фауны в долине реки Катунь. В 1930-х годах в долине реки Катунь были проведены исследования флоры и фауны в долине реки Катунь.

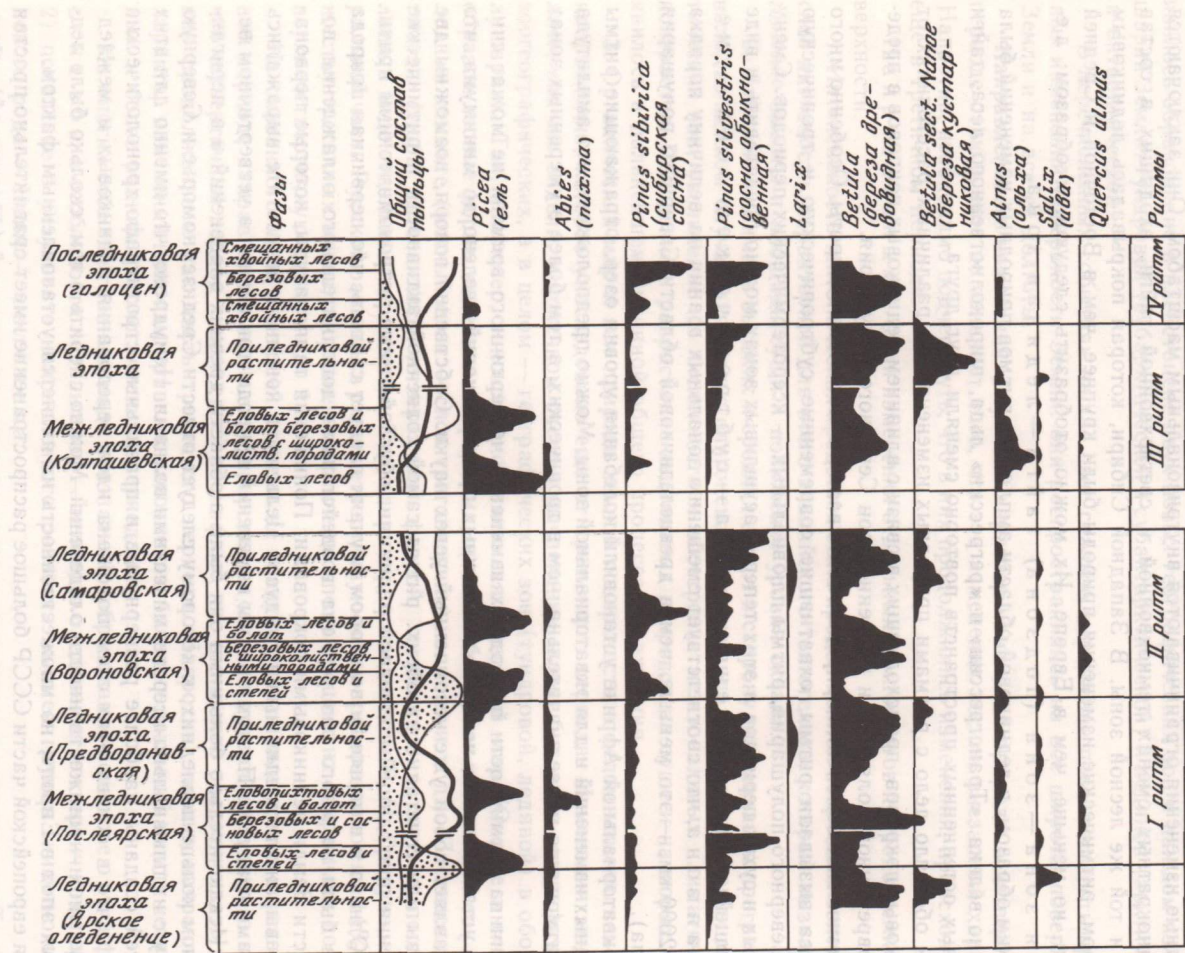


Рис. 2 Обобщенная спорово-пыльцевая диаграмма четвертичных отложений юго-западной части Красноярского края и Томского Приобья

1 — пыльца древесных растений; 2 — пыльца травянистых растений и кустарников; 3 — споры

ми. Они обнаружили ледниковые ритмы раньше времени гюнцского оледенения Альп. Согласно их предположениям, возраст четвертичного периода исчисляется не в 620 тыс. лет, а в 1 млн лет.

Не будь этих ритмов, переход плейстоцена к четвертичному периоду имел бы постепенный характер, отчетливой границы между двумя периодами не было бы.

Индивидуальность развития природы отдельных территорий. Этот принцип в общем виде очевиден. Он не может вызвать сомнений или возражений, а поэтому и не требует обоснований. Само собой разумеется, что природные изменения протекали не везде одинаково, например: в Европе широколиственные леса сменялись льдами, а в Средней Сибири, где в тех же самых географических широтах льдов на поверхности не было, леса произрастали непрерывно и лишь изменялись по составу. Точно так же этот процесс протекал различно, например, в Европе, с одной стороны, и в Северной Африке — с другой. Но, конечно, если бы под индивидуальным развитием природы отдельных территорий понималась бы специфика развития только в таком общем виде, она не вызвала бы споров и не требовала бы доказательств с принципиальной точки зрения.

Однако под индивидуальным развитием природы отдельных территорий в четвертичном периоде подразумевается и более точная постановка вопроса. Она имеет в виду особенности развития самих древнеледниковых районов: ледниковых щитов, ледниковых покровов и т. д. Два крупных ледниковых образования обнаруживают черты индивидуального развития. Прежде всего их размеры изменяются неодинаково (различная стабильность оледенения) или даже разнонаправленно (метахронность, или разновременность максимумов оледенений).

В настоящее время учение о льдах характеризуется следующими особенностями². Ледниковое оледенение стремится стать ледообразованием, т. е. учением не только о ледниках, но и о всех формах природных льдов. Главные формы последних — две: наземные (рекристаллизационные) льды образуют основные массы надповерхностных льдов — ледниковые покровы и т. д.; водные материковые (конжеляционные) льды образуют в области мерзлоты подповерхностные включения «почвенного» льда вследствие замерзания воды в верхних горизонтах земной коры, охлажденных ниже нуля градусов. Первый тип льдов характерен для районов с холодным морским климатом (Северная Атлантика), второй тип льдов распространен в районах с холодным континентальным климатом (Сибирь, Канада). Таким образом, криосфера (зона холода) Земли диаметром 10 000 км (П. А. Шумский). В ней образуются в первом случае льды наземные, а во втором подземные. Оба типа природных льдов антагонистичны. Если представить себе, что ледниковый покров достаточной мощности распространялся на область вечной мерзлоты с подчиненными ей льдами, то она может деградировать, так как температура верхних горизонтов земной коры, защищенной покровом льда от атмосферного холода, повысится. Это является одним из возможных типовых случаев разнонаправленного развития природных льдов.

Кроме того, в настоящее время стало известно, что льды не только тела холодные, но и что степень холода их различна. Льды Антарктиды охлаждены ниже -50°C , льды центральных районов Гренландии — до -28°C , льды Баффиновой Земли — ниже -10°C , в то время как льды Скандинавии, Исландии, Альп и т. д. имеют постоянную температуру в 0°C , т. е. находятся на пределе таяния. Холодные ледниковые области охлаждают над собой воздух и создают ледниковые максимумы давления. Последние затрудняют доступ к леднику более теплого и богатого влагой воздуха с окружающих водных пространств, что ухудшает питание ледников и мешает их росту. Представим себе, что по причинам внешнего характера (усиление солнечной активности и т. д.) температура воздуха повысилась как над очень холодным ледниковым покровом, так и над «теплым» ледниковым покровом. Произойдут разнонаправленные изменения этих ледниковых покровов. Очень холодный ледниковый покров не пострадает от повышения его температуры, скажем, на несколько градусов, но много выиграет от этого. Благодаря ослаблению ледникового антициклона и улучшению питания он будет увеличиваться в размерах. Второй же, «теплый» ледниковый покров, не обладавший

² Подробнее см.: Марков К. К. Тип оледенения: Распространение и развитие. М., 1956. — *Ред.*

никаким запасом холода и не испытывавший недостатка в питании атмосферными осадками, будет сокращаться. Первое явление характерно для холодных континентальных, а второе — для холодных морских районов суши. О разнонаправленном или индивидуальном характере развития больших ледниковых покровов, древних и современных, по существу, пишут многие исследователи, занимавшиеся историей оледенения Евразии, Северной Америки и Антарктиды. Однако они редко придают своим выводам значение общей закономерности, которое эти выводы в действительности имеют.

Не вдаваясь в детали этого процесса, мы дополним вышесказанное одним замечанием: разнонаправленный характер развития различных типов природных льдов и даже отдельных скоплений льдов одного и того же типа (ледниковые покровы) должен был вызывать также и разнонаправленный характер изменений природы различных перигляциальных областей, поскольку климатическое воздействие ледниковых покровов распространялось далеко за пределы последних.

Таковы четыре главные закономерности развития природы земной поверхности в четвертичном периоде.

Мы ограничимся этими замечаниями и рекомендуем лицам, интересующимся проблемами, курс палеогеографии четвертичного периода и специальную литературу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Zeuner F.* Dating the past: An introduction to geochronology. 3rd ed. L., 1952.

ОСНОВНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ РУБЕЖИ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СИСТЕМЫ¹

В докладах на Совещании о границе между неогеновой и четвертичной системами (март 1961 г.) Е. В. Шанцер убедительно показал необходимость понижения этой границы, а Г. И. Горецкий прекрасно обосновал необходимость сохранения прежнего понимания той же границы, и оба они, по-видимому, правы.

Прежде всего о точке зрения, которую с полным основанием отстаивает Г. И. Горецкий. Он напомнил нам, что сочетание различных методов доказательств усиливает позиции стратиграфа и что если палеонтологический или биостратиграфический метод хорош, то в совокупности со всеми другими методами он становится еще лучше.

По поводу метода хотелось бы сказать, что у нас часто напрасно разгораются прения о наличии двух различных и конкурирующих между собой методов четвертичной геологии — биостратиграфического (или палеонтологического) и палеоклиматического.

Второй метод не может быть противопоставлен биостратиграфическому методу: палеоклиматология запечатлевается в геологических документах и прежде всего в палеонтологических документах.

Возвращаясь к точке зрения, которую высказывает Г. И. Горецкий [2], хотелось бы развить соображение, почему-то недостаточно оцениваемое палеоботаникой четвертичного периода, хотя палеоботаника сделала чрезвычайно много для изучения эволюции флоры и растительности четвертичного периода. Методы, применяемые палеоботаниками и палеозоологами, до известной степени противоположны один другому, и это, конечно, затрудняет координацию выводов. Наиболее существенная черта палеозоологического метода — это стремление показать, что в течение четвертичного периода происходило в определенной последовательности появление новых форм.

Со своей стороны, палеоботаники [3] констатируют главным образом исчезновение, вымирание древних форм, преимущественно более теплолюбивых, и относительное обогащение флоры голарктическими формами. На этом построения наших палеофлор

¹ Напечатано по кн.: Тр. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1962, т. 20, с. 140—142.— *Ред.*

ристов часто и заканчиваются. Но в четвертичном периоде происходило появление новых флор и на их основе — ботанико-географических зон.

Наиболее яркая черта такого прогрессивного развития — это возникновение перигляциальных, или арктических, флор. Сам этот факт хорошо известен, но ему не придается должного значения, хотя, по существу, появление арктических флор на определенном этапе представляет наиболее важное событие — вершину всего процесса эволюции флоры, а также растительности кайнозоя. Если мы учтем сказанное, то достигнем принципиального сближения методов анализа четвертичной палеозоологии и палеоботаники, изучения прогрессивного развития фауны и флоры. Будет надлежащим образом подчеркнута не только нисходящая линия развития флоры — вымирание, но и появление новых форм, неизвестных в более раннее время. Возможно, что они появились в горах в качестве альпийских форм, но еще не спустились на равнины и не образовали новые географические зоны — тундровую и арктической пустыни.

Обращает на себя внимание, что наиболее древние перигляциальные² флоры относятся к окскому оледенению, что соответствует и данным Г. И. Горецкого [2] и недавно показано в сводке В. П. и М. П. Гричук [3]. Это заключение еще больше усиливает вывод, который с основанием отстаивает Г. И. Горецкий. Вместе с ним следует сказать, что мы имеем здесь стратиграфическую границу необычайно большого значения, наиболее резкий скачок на пути эволюции природы кайнозоя к современности.

Но обратимся к данным В. Шафера [5]. Этот исследователь констатирует появление в Южной Польше бореальной флоры на определенном хронологическом рубеже — в верхнем плиоцене или, согласно новым представлениям В. Шафера, в начале четвертичного периода.

Этап появления бореальной флоры подчеркивают и советские палеоботаники В. Н. Гричук [3] и Е. Н. Ананова [1]. Итак, в пределах верхнего плиоцена (понимаемого в традиционных границах) улавливается этап появления бореальной флоры в Европе. Видимо, в верхнем плиоцене северная половина Восточно-Европейской равнины была покрыта преимущественно лесами бореального состава. Конечно, появление бореальной флоры нельзя связывать с появлением на Русской равнине покровного оледенения более раннего возраста, чем окское. Это заключение не противоречит фактическим данным белорусских исследователей, хотя вывод они делают другой.

Однако несомненным является то, что в конце плиоцена произошли большие природные изменения. Представляется вероятным, что северный полярный бассейн уже стал ледовитым. Может быть, началось и континентальное оледенение Гренландии и Скандинавии³.

Здесь уместно напомнить, что в самом конце плейстоцена (стадия аллерёд) в окрестностях Ленинграда произрастала тайга, хотя в 200 км севернее находился край ледникового покрова.

Если присоединить к сказанному наиболее достоверные факты из области археологии и палеозоологии и согласиться со сравнительно ранним и бурным видообразованием, то напрашиваются следующие выводы:

1) целесообразно понизить границу четвертичной системы, включив в нее виллафранкский ярус;

2) следует очень резко подчеркнуть, что внутри расширенного таким образом понимания четвертичной системы проходит важнейший рубеж, вероятно, наиболее резкий во время скачка в развитии всей природы Европы. Этот скачок соответствует нижней границе плейстоцена в традиционном понимании. Таким образом, четвертичная система разделяется на две половины — эоплейстоцен (бореальная, на юго-востоке — степная Европа) и собственно плейстоцен, ледниковый плейстоцен или гляциоплейстоцен (перигляциальная Европа).

² На северо-востоке Азии тундровая растительность доминировала уже в позднем плиоцене. См.: Шер А. В. Млекопитающие и стратиграфия плейстоцена крайнего северо-востока СССР и Северной Америки. М.: Наука, 1971.— *Ред.*

³ Существует мнение, что оледенение Гренландии произошло около 3 млн лет назад. См.: Зимы нашей планеты. М.: Мир, 1982, 333 с.— *Ред.*

Это представление может показаться компромиссным, но является принципиальным, так как оно наиболее вероятно.

Если бы и была принята изложенная выше точка зрения, то в нашей практической работе все равно остались бы еще весьма большие трудности. Сразу же возникает вопрос: а для каких конкретных районов установлено данное деление. Г. И. Горецкий [2] выразился очень удачно, сказав, что надо говорить не только о стратиграфических разрезах, но и страторайонах⁴, что, конечно, очень важно для четвертичного периода вообще, а для изучения четвертичного периода колоссальных пространств нашей страны — особенно важно и необходимо.

Можно предложить следующее деление земной поверхности на три типа районов: дно океана, равнинный и горный. За отсутствием места здесь невозможно обосновать вывод об относительно большей или меньшей стратиграфической ценности каждого из трех типов страторайонов.

Наиболее универсальными должны быть выводы, полученные при изучении стратиграфии четвертичных отложений морского дна. Экстраполяция таких выводов является наиболее легкой. Более затруднительны стратиграфические экстраполяции, получаемые при изучении четвертичных отложений равнин (платформ), которые, конечно, незаменимы для изучения континентального режима в целом и для изучения развития человека, фауны и растительности в частности. Сопоставления в пределах равнин также не легки; более изучены сопоставления равнин, расположенных в морских климатах (Европейская, Восток Северной Америки). Равнины, расположенные в континентальных климатах, имели много своеобразных особенностей развития природы. Таким образом, следует различать два подтипа равнин.

Наконец, наиболее сложной (своеобразной) следует считать в принципе стратиграфию четвертичных отложений третьего типа горных страторайонов, где неотектонические движения земной поверхности вносили много специфического по сравнению с равнинами.

Итак, одним из основных по своему значению является Европейский подрайон. В северной, лучше известной мне половине этого района наибольший интерес представляют два страторазреза: в долине Камы (Г. И. Горецкий) и у Мизерны (Южная Польша — В. Шафер). Оба разреза имеют много общего, и их сравнительный анализ весьма желателен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананова Е. Н. Палинологические данные по вопросу о происхождении степей на юге Европейской равнины. — Бот. журн., 1954, т. 39, № 3.
2. Горецкий Г. И. О нижней границе четвертичного периода. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1956, т. 31, вып. 4.
3. Гричук М. П., Гричук В. П. О приледниковой растительности на территории СССР. — В кн.: Перигляциальные явления на территории СССР. М.: Изд-во МГУ, 1960.
4. Гричук В. П. Нижняя граница четвертичного периода (системы) и ее стратиграфическое положение на Русской равнине. — Тр. ИГАН, 1959, вып. 77.

⁴ Или «регионах», что одно и то же.

ГЛАВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДЫ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ В ГОЛОЦЕНЕ¹

Изменения природы поверхности Земли, происходившие на протяжении последних 10 тыс. лет, т. е. в голоцене (последледниковое время), изучены достаточно подробно. Огромное количество исследований, посвященных этому геологически очень короткому промежутку времени, установили общие черты изменений растительного покрова, главным образом в умеренном и субарктическом поясах Северного полушария. Наиболее признанным достижением явилось доказательство климатических изменений, отраженных в схеме климатических периодов А. Блитта—Р. Сернандера: нет необходимости излагать эту хорошо известную схему.

Но основательно доказанные изменения растительного покрова и климата и до настоящего времени (за 50 лет) не нашли удовлетворительного объяснения. А. Блитт, Р. Сернандер, Л. Пост показали, что в северо-западной Европе после окончания последней ледниковой эпохи климат стал более теплым, а после климатического оптимума вновь более прохладным. Упомянутые исследователи и множество их последователей выступили также с доказательствами двух сухих периодов, из которых более ранний предшествовал климатическому оптимуму (термическому максимуму), а более поздний следовал за ним. Сказанное составляет главную сущность общепризнанных представлений.

Таковы факты, хорошо доказанные для приатлантических частей Евразии и Северной Америки. Однако они не все понятны, особенно представление о двух сухих последледниковых периодах — бореальном и суббореальном. Наиболее принято представление о суббореальном сухом периоде. Но, согласившись на такое упрощение схемы, мы усложняем ее понимание. Действительно, трудно понять, каким образом в приокеанической Швеции могла установиться на длительное время обстановка климатической сухости, вызвавшая обсыхание поверхности болот. Чем больше настаивать на исключительности (единичности) сухого последледникового периода, тем труднее становится его объяснение. Трудно понять и другое не менее существенное явление — термический максимум, если настаивать не его единичности, а следовательно, на его большой продолжительности.

К сожалению, мы мало стремимся установить ритмическую дробность торфяной залежи путем выделения частных стратиграфических уровней, совпадающих с поверхностями возвратного развития. В Швеции в 1932 г. Э. Гранлунд выделил 4 таких поверхности, в 1949 г. их стали различать уже семь (табл. 1).

Таблица 1. Поверхности возвратного развития по Брандту [11]

Обозначение	Абсолютный возраст	Обозначение	Абсолютный возраст
RY I	1820 г. н. э.	RY V	450 г. до н. э.
RY II	1750 г. »	RY VI	600 г. до »
RY III	1350 г. »	RY VII	1200 г. до »
RY IV	220 г. до »		

Итак, схема А. Блитта—Р. Сернандера действительно несовершенна, в чем и состоит причина трудности ее объяснения. Если мы попытаемся охватить изменения природы поверхности суши более полно, чем это было возможно около полувека тому назад, то мы достигнем и лучшего понимания этих изменений.

Синтезируя изменения природы четвертичного времени, следует обращать внимание на три главные закономерности: 1) направленные (неповторимые) изменения природы, в чем и заключается ее развитие; 2) ритмические изменения природы; 3) местные особенности развития и ритмических изменений природы².

¹ Напечатано по кн.: Палеогеография четвертичного периода. М.: Изд-во МГУ, 1965, с. 5—18.— *Ред.*

² Подробнее: Марков К. К. Развитие природы земной поверхности в четвертичном периоде—антропогене. М., 1960.— *Ред.*

КОНЦЕПЦИЯ Л. ПОСТА

Изменения природы в четвертичном периоде изучены лучше всего в голоцене, и поэтому три перечисленные закономерности следует искать прежде всего именно в голоцене. Такие попытки предпринимались не сразу. Но в 1946 г. была напечатана блестящая статья Л. Поста [20]. Он назвал те же закономерности, которые в 1955 г. назвал и автор этой статьи [4], не зная работы Л. Поста. Л. Пост также, по существу, имел в виду закономерности развития природы, ее ритмические и местные изменения.

Конечно, ботаник Л. Пост имел главным образом в виду изменения растительности и применял другую терминологию. Работа Л. Поста не отмечена в советской научной литературе. Мы хотим восполнить этот пробел. Л. Пост описал три закономерности изменения природы следующим образом.

Развитие природы в четвертичном периоде состояло в том, что изменения растительности межледниковых и послеледниковой эпох не повторялись.

Послеледниковые ритмы стали понятнее только в результате развития взглядов Сернандера другим шведским ботаником — Гранлундом. В известной схеме Сернандера географически не оправданными всегда оставались только два сухих периода, в особенности второй из них — суббореальный. Гранлунд отрицал их исключительность и показал многократную ритмическую смену кратковременных сухих и влажных промежутков времени в течение как сухих, так и влажных основных периодов Сернандера. Был открыт путь для установления связи влажных-сухих климатических ритмов с ритмами солнечной активности, ритмами увлажнения материков [9], что раньше было невозможно. «Механизм» влажных-сухих, холодных-теплых фаз получил объяснение.

Местные особенности эволюции растительности (природы) Л. Пост показал, развернув мировую картину пестроты этих изменений. Наиболее замечательное состоит в следующем. В районах (I) умеренно морского климата (большая часть Европы) повышение температуры в середине послеледникового периода проявилось иначе, чем в районах ультраморского климата (II) и в районах континентального климата (III). Соответственно этому Л. Пост считал, что в один и тот же отрезок времени (термического максимума послеледниковья) эволюция растительности протекала разными путями в разных районах.

I	II	III
Умеренно морской климат (Европа)	Ультраморской климат (Шотландия, Новая Зеландия и др.)	Континентальный климат (Южная Патагония и др.)
Господствует лесная растительность, изменяется только ее состав в сторону преобладания термофильных древесных пород	Господствует лесная растительность; до и после преобладала травянистая растительность	Господствует травянистая (степная) растительность; до и после преобладала лесная растительность

Из пыльцевых диаграмм Л. Поста необычны с общепринятой точкой зрения две: для Новой Зеландии (о-в Южный) и для Шотландии. Они показали сходство в характере изменения растительности, так как оба района находятся в очень влажном климате с невысокой температурой лета. Поэтому в Новой Зеландии и Шотландии леса достигали наибольшего расцвета во время термического максимума. До и после него господствовали травы и верещатники, так как лето было слишком прохладным для господства лесов. В отличие от своих предшественников Л. Пост предложил не узко локальную схему изменения растительности, механически экстраполированную на всю поверхность суши, а совершенно другую концепцию: он показал, что под влиянием изменения температуры в разных районах изменения растительности не были, однако, параллельны и во время термического максимума во влажном климате господствующими становились леса, а в более сухом климате — степи³.

³ Так как до и после термического максимума общее уменьшение тепла ограничило аридность [20].

Таким образом, Л. Пост впервые предложил планетарную, а не локальную концепцию изменения послеледниковой растительности и, до известной степени, всей природы суши. Конечно, пространственное ограничение ее все же осталось в границах умеренных поясов Северного и Южного полушарий.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Вторая часть нашей задачи заключается в том, чтобы изложить современное состояние вопроса, так как со времени опубликования статьи Л. Поста прошло 18 лет. За это время в Северном полушарии, для которого было накоплено множество данных, мало что изменилось с принципиальной точки зрения. Зато для Южного полушария восемнадцатилетний промежуток времени следует оценить как эпоху.

Поэтому мы остановимся прежде всего на изменениях растительности в умеренном поясе Южного полушария (рис. 1).

За последние годы появились материалы, освещающие изменения растительности Огненной Земли, Австралии, Южного о-ва Новой Зеландии и др. По географическому положению все указанные территории относят к умеренному и субтропическому поясам. К умеренному поясу относят о-ва Огненная Земля, Фолклендские (Мальвинские), о-в Окленд, Южный о-в Новой Зеландии, к субтропическому — южную Австралию, о-ва Тристан-да-Кунья и Гоф (Гоу). Спорово-пыльцевые диаграммы имеются для Огненной Земли, Новой Зеландии, Окленда и Тристан-да-Куньи. Они обнаруживают интересные различия, правильно указанные еще Л. Постом.

В трехтомной монографии В. Ауэра [10] освещена послеледниковая история растительности Огненной Земли. В. Ауэр особенно подробно изучил разрез Ла-Миссион, находящийся в приатлантической степной части острова (рис. 2). Пыльцевая диаграмма (рис. 3) отчетливо разделяется на три части: верхнюю и нижнюю, степную и среднюю, лесную. Абсолютные датировки показали, что верхняя часть разреза выше даты 10 800 лет — послеледниковая.

В лесах господствовали представители различных видов рода южных буков (*Nothofagus*). Среди них вечнозеленый *N. betuloides* — свидетель океанического климата, листопадные *N. pumilo* и *N. antarctica* — свидетели прохладного и континентального климатов.

История растительности в ледниковую и послеледниковую эпохи заключалась, по выражению В. Ауэра, в «дуэли леса и степи». Надо себе представить, что весь этот район относят к умеренному поясу, разделяющемуся на четыре зоны: у Тихоокеанского побережья — болотную, почти без лесных кочкарников, находящуюся в ультраокеаническом климате, за ней к востоку следуют зоны вечнозеленого леса, листопадного леса, степи. Зоны ориентированы в меридиональном направлении параллельно Андам. Взаимоотношения леса и степи равивались таким образом, что многократно римически в фазы влажного-прохладного климата лес наступал на степь, а в фазы сухого-теплого климата степь наступала на лес. Здесь проступает частота ритмов, о которых упомянуто в начале статьи. Облесение огнеземельской и патагонской (частично) степей происходило в прохладные и влажные фазы; в Андах лес сохранялся, в тихоокеанской полосе лес сменялся безлесьем (верещатниками), по-видимому, когда происходило похолодание. Эти примеры отражают местные особенности развития. Леса на Огненной Земле и, возможно, на Фолклендских (Мальвинских) островах росли в конце последней ледниковой эпохи. Антарктический ледниковый покров находился в тысяче или более километрах южнее, и его влияние не мешало произрастанию леса на Огненной Земле, в западной части, где он растет и теперь. Атлантический период в общем был прохладным, лесным. Термический максимум относится не к атлантическому, а к суббореальному периоду, когда степь оттеснила лес в Анды (датировка 3000 лет). Понижение температуры в субатлантическом периоде позволило лесу частично восстановить его позиции.

Отметим главное в выводах В. Ауэра: потепление климата вызывало наступание степной зоны на лесную; похолодание климата способствовало наступанию леса на степь.

Фолклендские (Мальвинские) острова находятся в 800 км восточнее Южной Пата-

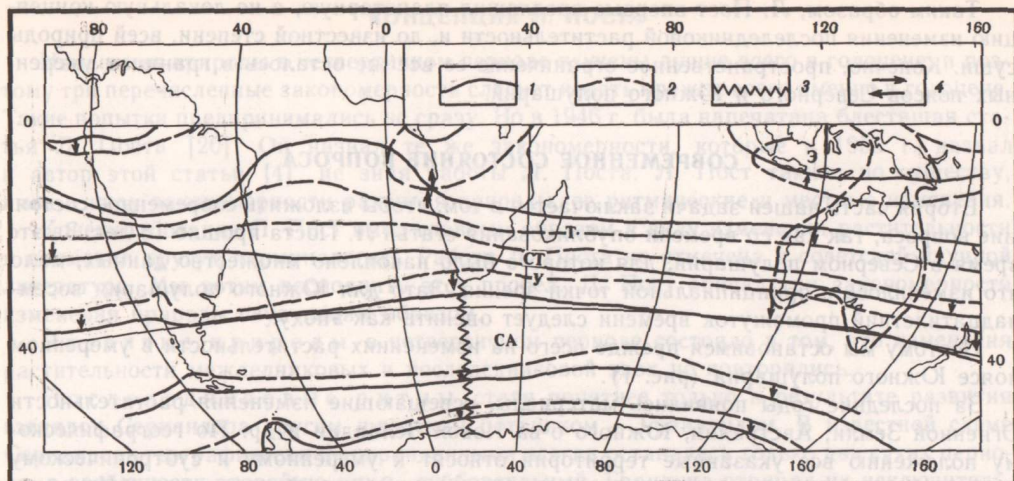


Рис. 1. Тенденции в изменении растительного покрова и границ географических поясов суши в высоких широтах Южного полушария

1 — современные границы поясов; 2 — границы поясов ледниковой эпохи; 3 — профиль по меридиану 20° в. д.; 4 — направление перемещения умеренного пояса в фазу потепления голоцена. Климатические пояса (1): А — антарктический, СА — субантарктический, У — умеренный, СТ — субтропический, Т — тропический, СЭ — субэкваториальный, Э — экваториальный

гонии, почти на широте Магелланова пролива (примерно 56° с. ш.). Морской пролив между островами и материком не глубже 140 м. При том понижении уровня океана в ледниковые эпохи (до 100 м), о котором можно предполагать, пролив почти весь осушался. Климат Фолклендских (Мальвинских) островов довольно сухой и является смягченным вариантом климата юга патагонской степи. В горах, превышающих 700 м, нет ледников, их не было там и в ледниковые эпохи, что было отмечено еще 50 лет назад Шведской южнополярной экспедицией. Но у самой поверхности, под отложениями, которые признают солифлюкционными, найдены ископаемые стволы (до 2 м в диаметре) подокарпуса и либоцедруса [17]. Эти деревья растут в настоящее время в гораздо более влажном климате Анд — в южном Чили, но не южнее 43° ю. ш. Фолклендские (Мальвинские) острова безлесны еще ранее того времени, как их увидели люди. Климат острова был влажнее, но и теплее. Ауэр предполагает, что острова покрывались лесом в последнюю ледниковую эпоху. Мы считаем это предположение маловероятным. В настоящее время температура самого теплого месяца на Фолклендских (Мальвинских) островах немного не достигает 10°. В ледниковую эпоху температуры, конечно, были ниже и недостаточно высоки для произрастания леса. Решение проблемы былого облесения Фолклендских (Мальвинских) островов нуждается в дополнительных фактах и обсуждении.

Гораздо проще и яснее восстанавливается послеледниковая растительность небольших островов — Тристан-да-Кунья (37°3' ю. ш., 2700 км от ближайшего материка — Африки) и Гоф (40°17' ю. ш., в 400 км от о-вов. Тристан-да-Кунья).

Остров Тристан-да-Кунья находится в южной части субтропического пояса. Зимой, когда зональная циркуляция атмосферы сдвинута к экватору, остров попадает в поток западной циклонической циркуляции умеренного пояса. Климат острова океанический. Разница между средними температурами февраля и июля только 6,2°. Летние температуры достаточно высоки для произрастания леса (средняя февраля 17,5°). Растительность острова (теперь главным образом травянистая) на различных высотах изменяется. Несколько южнее Тристан-да-Кунья находится небольшой о-в Гоф. Бурение торфяников обоих островов обнаружило три горизонта и три периода. В нижнем преобладала лесная растительность, сменившаяся затем степной. В дальнейшем (верхний горизонт) острова вновь частично были заняты лесной растительностью [16]. Описанные изменения можно объяснить тем, что в прохладные эпохи южная граница умеренного пояса перемещалась к северу: острова Тристан-да-Кунья и Гоф оказывались в умеренном

поясе. В эпоху термического максимума острова находились в средней части субтропического пояса и остепнялись, так же как остепнялась (частично) и Огненная Земля.

Таким образом, исследование послеледниковой истории островов Огненная Земля, Тристан-да-Кунья и Гоф приводит к важному выводу. В фазу термического максимума «степь наступала на лес», в фазы похолодания «лес наступал на степь». Схема этого процесса — продвижение зональных (поясных) границ к югу и к северу (в Южной Америке вследствие орографических причин — к западу и к востоку, что не меняет принципиальной стороны закономерности).

Южная Африка на тысячу километров не достигает умеренного пояса, его северной границы — субтропической конвергенции. Нет доказательств, что умеренный пояс достигал Африку и в ледниковые эпохи. Поэтому ее послеледниковая история не представляет для нас непосредственного интереса. Послеледниковая история большого о-ва Кергелен, расположенного в умеренном поясе африканского сектора Южного океана, к сожалению, не изучалась.

Однако в африканском секторе имеются данные морской геологии, хотя и косвенные, но весьма важного значения. Имеется в виду меридиональный геологический разрез четвертичных донных отложений Южного океана по 20° в. д. (Земля Королевы Мод — Южная Африка). Этот разрез пересекает северную полосу антарктического пояса, субантарктический и умеренный поясы и южную полосу субтропического пояса. Отсылая читателя к первоисточнику [2], приведем только выводы. Упомянутые границы в четвертичном периоде неоднократно перемещались: к югу в фазы потепления и к северу в фазы похолодания климата. Изменения положения границ авторы отнесли к ледниковым и межледниковым эпохам, а новейшее смещение границ к югу отразило послеледниковое потепление климата. В колонке грунта № 256 (42°54' ю. ш.) в умеренном поясе

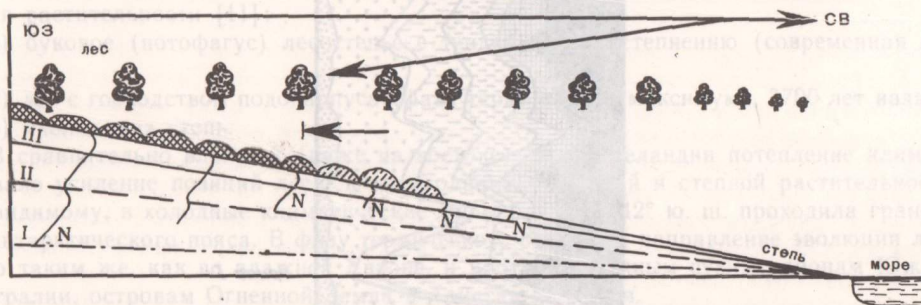
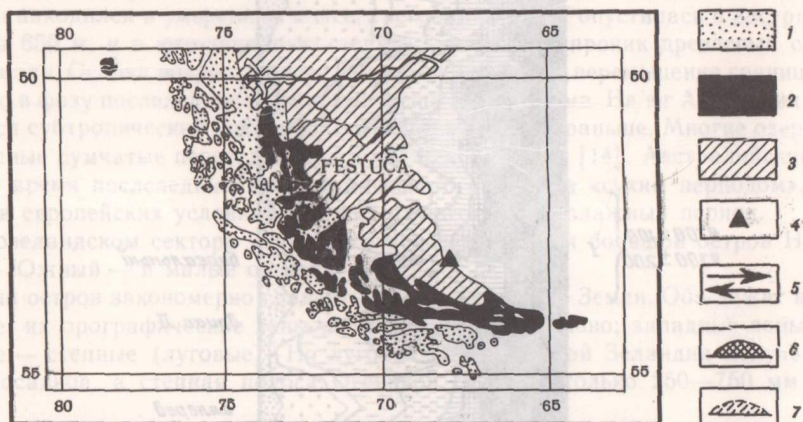


Рис. 2. Современная и голоценовая растительность Огненной Земли [10]

Вверху: схема современных ботанических зон: 1 — зона болот; 2 — зона лесов; 3 — зона степей; 4 — разрез Ла-Миссион.

Внизу: положение границы леса и степи в различные фазы голоцена: 5 — направление перемещений границ леса; 6 — сфагновые болота; 7 — они же, деградирующие; II — положение границы леса и степи в фазы I, II, III

Горизонты вулканического пепла (III, II, I) и их абсолютные датировки

Пыльцевая диаграмма
20 40 60 80 100%

Периоды
А. Блитта - Р. Сернардера

2240 ± 60 III

4480 ± 50
 6600 ± 90 II

8700 ± 100
 9300 ± 200 I

субатлантический

суббореальный

бореальный

дриас II

аллерей

дриас I

Рис. 3. Пыльцевая диаграмма разреза на о-ве Окленд [19]

изменение температуры океанической воды (потепление) иллюстрируют следующие данные.

Горизонт I (верхний). Голоцен. Господствуют субантарктические диатомеи, но встречаются тепловодные.

Горизонт II (последняя ледниковая эпоха). Много (30%) антарктических видов, хотя есть диатомеи субантарктического и умеренного поясов.

Итак, и по данным морской геологии, послеледниковое потепление вызвало сдвиг поясных границ к югу.

Австралия, как и Африка, лежит вся севернее умеренного пояса, но ее послеледниковая история изучена лучше, чем африканская, и имеет для нас несомненный интерес. На юге материка, в районе Мельбурна, в непосредственном соседстве с умеренным поясом установлена следующая стратиграфия отложений и история древнего оз. Колонгулак (15).

1. Современная сухая озерная котловина: потепление и усыхание озера.
2. Озерные отложения и террасы: похолодание и увлажнение климата, «малая ледниковая эпоха». Озеро восстанавливается.
3. Лёсс (4820 ± 200 лет) — термический максимум. Потепление и усыхание озера.
4. Туф.
5. Озерный ил, с костями гигантского вымершего сумчатого (12 000 лет назад). Позднеледниковый влажный и прохладный климат.

Приведенные данные свидетельствуют о той же самой закономерности. В субтропическом поясе и вообще у современной границы леса и степи потепление вызывало остепнение и усыхание, перемещение зональных границ к югу, похолодание было связано с увлажнением и перемещением зональных границ к северу. В ледниковые эпохи юг Австралии находился в умеренном поясе; снеговая граница опустилась в австралийских Альпах на 650 м, и в юго-западную степную Австралию проник древесный сумчатый медведь-коала. Осадки возросли более чем вдвое. Обратное перемещение границ (к югу) произошло в фазу послеледникового термического максимума. На юг Австралии с севера надвинулся субтропический пояс, и климат стал суше, чем раньше. Многие озера высохли, древесные сумчатые переселились в горы или вымерли [14]. Австралийские ученые называют время послеледникового термического оптимума «сухим периодом». Напомним, что в европейских условиях это был атлантический влажный период.

В новозеландском секторе умеренного пояса находятся большой остров Новой Зеландии — Южный — и малые острова.

Южный остров закономерно сравнить с о-вом Огненная Земля. Оба лежат в умеренном поясе, их орографические зоны вытянуты меридионально; западные зоны лесные, восточные — степные (луговые). Но луговая полоса Новой Зеландии получает 600—1000 мм осадков, а степная полоса Огненной Земли — только 250—750 мм осадков в год.

По данным для болота в долине р. Пирамид (42° ю. ш.) установлены три фазы изменения растительности [11]:

- 1) буковое (нотофагус) лесостепье с тенденцией к остепнению (современная фаза);
- 2) лес с господством подокарпуса (фаза термического максимума, 3700 лет назад);
- 3) «холодная» степь.

В сравнительно влажной (даже на востоке) Новой Зеландии потепление климата вызвало усиление позиций леса, а похолодание — луговой и степной растительности. По-видимому, в холодные климатические фазы близко к 42° ю. ш. проходила граница субантарктического пояса. В фазу термического оптимума направление эволюции леса было таким же, как во влажной Европе, и противоположным сухим районам Южной Австралии, островам Огненной Земли и Тристан-да-Кунья.

Остров Окленд ($50^\circ 25'$ ю. ш.) лежит в 400 км южнее Новой Зеландии и тоже в умеренном поясе. Этот маленький остров — последний форпост леса к югу от Новой Зеландии.

На острове среди лугового пространства растут кустарник и деревья (высотой до 7 м) *Metrosideros umbellata* Gav. из семейства миртовых, а также древовидные папорот-

ники. Бурение торфяника обнаружило, как и в Новой Зеландии, три слоя. Можно выделить фазы:

- I — луговую (особенно много пыльцы злаков);
- II — лесную и кустарниковую (пыльца метросидерус — 80%);
- III — луговую (особенно много пыльцы осок).

Синхронизация с новозеландским разрезом не представляет трудностей, так как оба района лежат в умеренном поясе, хотя в различных его частях⁴.

Итак, сопоставление этапов послеледниковой истории в Южном полушарии возможно, но, конечно, не механическим путем. Один и тот же процесс сдвига поясов и зон к югу или к северу вызывал в различных поясах (зонах) различные изменения ландшафта: в одном районе в фазу термического максимума происходило остепнение (запад Огненной Земли и др.), в другом, напротив, — облесение (о-в Окленд и др.).

Сравнивать послеледниковые изменения природы в Южном и в Северном полушариях очень трудно. Затруднения возникают, несмотря на более подробную изученность послеледниковой истории именно в Северном полушарии. Причина возникающих затруднений должна стать очевидной после того, как Л. Пост [20] и М. И. Нейштадт [6] доказали, а второй и прекрасно сформулировал следующее положение: «...каждой современной ботанико-географической области и провинции свойствен свой ход развития растительных ландшафтов в голоцене...» [6, с. 394]. Местных типов развития растительности для территории СССР он выделил двадцать шесть. Совершенно очевидны трудности синхронизации событий для территорий еще более обширных, условий еще более разнообразных. Например, как можно сравнить фазы послеледниковой истории различных материков, географических поясов и зон, отдельных полушарий? Помощь, которую оказывает радиоперенос-углеродный метод, далеко не исчерпывающая. Радиоуглеродный метод датирует, но не объясняет. Синхронизация же должна не только констатировать совпадение дат, но и объяснить, почему одновременные изменения (например, растительного покрова) часто сходны, но часто и разнонаправлены. Преодоление трудностей возможно только путем применения палеогеографического метода, правильных представлений об изменениях положения зональных (поясных) и провинциальных границ.

Однако трудности можно преодолеть не сразу, и я позволю себе остановиться на одной из них.

Как мы видели, в сухих районах Южного полушария послеледниковый термический максимум вызывал остепнение, а похолодание вызывало облесение. Если применить этот вывод к аналогичным зональным районам Северного полушария, особенно лесостепня, мы были бы вправе ожидать такую последовательность событий, фиксируемую в спорово-пыльцевых спектрах:

- 1 — облесение, современная эпоха;
- 2 — остепнение, термический максимум;
- 3 — облесение.

Действительная схема сильно отличается:

- 1 —
- 2 — } облесение;
- 3 — холодная лесостепь.

«Граница Евразийской степной области (по крайней мере, в ее северной части) и граница Европейско-Сибирской лесостепной области установились уже в раннем голоцене», — писал М. И. Нейштадт [6, с. 373] т. е. вслед за позднеледниковой фазой холодной лесостепи. Таким образом, «дуэль леса и степи» в Евразии протекала иначе, чем в Южном полушарии, что является одной из самых больших проблем сопоставления истории обоих полушарий в голоцене.

Легче всего решается вопрос о наиболее ранней из трех указанных фаз. Позднеледниковое остепнение ландшафта от Украины и до северной Карелии (частично) следовало широкой полосой (1000 км и более) за отступающим краем ледниковых

⁴ Н. Муар [19], впрочем, считает «лесной слой» о-ва Окленд отложившимся в фазу потепления, между VII и XIV вв. Наш ход рассуждения этот вариант не изменяет.

покровов Евразии (и Северной Америки). Однако ширина этой остепненной полосы была меньше ширины Южного океана. На пределе указанного расстояния в Южном полушарии находилась только Огненная Земля. Но Огненная Земля была покрыта лесом, когда север Евразии был еще покрыт травяно-кустарниковым покровом приледниковой холодной лесостепи⁵.

Поэтому облесение севера Евразии началось позднее, чем Огненной Земли. Сухость климата на севере Евразии после стаивания ледникового покрова уменьшилась (увеличилась абсолютная и относительная влажность воздуха), в то время как на Огненной Земле после окончания оледенения и в результате повышения температуры климат стал суше влажного позднеледникового климата (абсолютная и относительная влажность воздуха уменьшилась).

Южная граница леса на северо-западе Евразии после термического максимума почти не изменилась, но существенно изменился состав леса.

Распространение в Европе влаголюбивых ели и бука в позднем голоцене свидетельствует также об укреплении позиции мезофильной растительности. Но несомненно и то, что и в позднем голоцене короткие и более длительные ритмы наступания и отступления мезофильной и ксерофильной растительности много раз чередовались. Последний вековой солнечно обусловленный ритм подобного рода выразился, например, в изменении состояния заволжского форпоста леса — Бузулукского бора [8].

Мы сравнили два относительно континентальных района умеренных поясов Южного и Северного полушарий. Интересно сравнение районов океанических. Конечно, океаничность климата гораздо выше в Южном, чем в Северном, полушарии. Но имеются сходные условия. В умеренном поясе Южного полушария океаничность климата островов не допускает произрастания леса прежде всего потому, что температура лета слишком низкая (острова Кемпбелл, Кергелен и др.). В Северном полушарии это явление выражено в приокеанических районах Евразии и Северной Америки, где луга и верещатники заменяют частично леса. На этом основании Е. М. Лавренко [3] выделил Североатлантическую и Северотихоокеанскую луговые области умеренного пояса. Еще Л. Пост [20] показал, что относящаяся к первой из них Шотландия переживала фазу облесения во времени термического максимума именно тогда, когда влажные Новая Зеландия и о-в Окленд тоже покрывались лесами (когда сухие восток Огненной Земли и юг Австралии остепнялись).

Параллельный ход изменения растительности в океанических районах Северного и Южного полушарий установлен для о-ва Окленд (Южное полушарие) и Шотландии (Северное полушарие). Но в Северном полушарии убедительнее параллель с о-вом Исландия. Окленд, находящийся теперь в умеренном поясе и почти безлесный, был покрыт лесом во время послеледникового термического максимума. В то время северная граница умеренного пояса проходила в Североатлантической области, севернее Исландии. Эти данные появились сравнительно недавно в сборнике «*North Atlantic Biota and their History*» [21]. Мы узнаем из статей, помещенных в упомянутом сборнике, что и для Исландии устанавливаются по палеоботаническим находкам три главные закономерности изменения растительности. Развитие растительности острова выражалось с третичного времени в обеднении видового состава. Третичные леса были лиственные, позднее — хвойные, межледниковые — березово-ольховые, послеледниковые березовые леса постепенно сменились безлесьем. Ритмические изменения растительности проявились в борьбе межледниковой лесной и ледниковой травяно-верещатниковой формации.

Наконец, устанавливается удивительная местная особенность развития растительности Исландии. Остров покрывается лесами во время послеледникового термического максимума, так же как и Окленд и как вообще суша умеренного пояса, расположенная в ультраокеаническом климате. Безлесье Исландии, а также юга Лабрадора, юга Гренландии вместе с Фарерскими островами, горной Шотландией и горной Скандинавией не арктическое и не альпийское, а океаническое, связанное с прохладным летом. Когда лето в Исландии было теплее, — а в последний раз это имело место во время

⁵ Местное оледенение Южных Анд не могло иметь большого климатического влияния.

последледникового термического максимума, 6000—4500 лет тому назад,—половину Исландии покрывали березовые леса, которые теперь занимают только 1% острова. Лесов было больше тогда, когда климат был суше, т. е. в суббореальном периоде; точно так же более континентальная северная часть Исландии была богаче лесами, чем океаническая южная часть.

Таким образом, синхронизация и объяснение географических изменений Северного и Южного полушарий возможны, несмотря на разновременность сходных и одновременность различных явлений в определенных районах Земли. Но успешной они станут, если будет применяться палеогеографический метод и будут сравниваться изменения природных границ: поясов, зон, провинций и т. д.

Мы начали эту статью с замечания, что перед исследователем четвертичного периода вообще и голоцена в частности возникают три проблемы: изучение направленного развития природы, ее ритмических изменений и установление местных особенностей развития.

Подведем итоги.

1. Нельзя не констатировать то, что на протяжении короткого отрезка времени голоцена естественное развитие (неповторимые изменения) природы может быть установлено редко. Примеры подобных изменений относятся главным образом к животному миру. Очень часто можно предполагать, что установленные изменения относятся к категории ритмических. Например, похолодание климата последних тысячелетий, возможно, является переходом к новой ледниковой эпохе.

Напротив, развитие природы, вызванное влиянием на нее человечества, стало колоссальным и непрерывно увеличивается (рост содержания углекислого газа в атмосфере и многое другое).

2. Естественные ритмические изменения природы в голоcene недооценены, несмотря на наличие доказательств, собранных и опубликованных, например, в [9]. Одна из причин заключается в недооценке детальных стратиграфических исследований торфяников, выразившихся (в Скандинавии) в изучении ритмов образования поверхностей возвратного развития. Слишком часто еще ограничиваются обобщенной схемой Блитта—Сернандера.

3. Местные изменения природы в голоcene в высшей степени многообразны.

Изучение местных типов развития природы надо ввести в систему, а признание их следует считать уже завоеванным теоретическим достижением, что после Л. Поста подчеркнул еще Ф. Фирбас [13]. Рассматривая фазы развития последледниковой растительности Средней Европы, отраженные в так называемых зонах пыльцевых диаграмм, Фирбас сделал следующее заключение: «Эти зоны в пределах района с более или менее одинаковым климатом и почвами можно рассматривать как практически синхронные... Но когда мы имеем дело с большими расстояниями или большими различиями климата или почв, синхронизация становится все более трудной задачей.

Одинаковые признаки в диаграммах, т. е. одинаковые процессы развития растительности, как-то: распространение какой-либо древесной породы,—могут тогда оказаться метакхронными, они могут и не быть синхронными» [13]. Для всего пространства севера Евразии метакхронность развития растительности прекрасно показана графически М. П. Гричук в совместной работе трех авторов [5].

Метакхронность развития растительности в голоcene представляла собой процесс, закономерный в частных и в общих особенностях его развития, что показано в нашей статье на примерах перемещения границ умеренных поясов, зональных границ, континентальных и океанических провинций внутри умеренных поясов Северного и Южного полушарий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алисов Б. П., Полтараус Б. В. Климатология. М.: Изд-во МГУ, 1962.
2. Жузе А. П., Королева Г. С., Нагаева Г. А. Стратиграфические и палеогеографические исследования в индийском секторе Южного океана.— В кн.: Океанологические исследования. М.: Изд-во АН СССР. М., 1963, № 8.
3. Лаверенко Е. М. Основные черты ботанико-географического разделения СССР и сопредельных стран.— В кн.: Проблемы ботаники. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1950.

4. *Макаров К. К.* География территории СССР в четвертичном периоде—антропогене: (Основные положения).— В кн.: Очерки по географии: (Основные положения).— В кн.: Очерки по географии четвертичного периода. М.: Географгиз, 1955.
5. *Марков К. К., Гричук М. П., Лазуков Г. И.* Основные закономерности развития природы территории СССР в четвертичном периоде (ледниковом периоде—антропогене). М.: Изд-во МГУ, 1961. 4.1.
6. *Нейштадт М. И.* История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
7. *Нейштадт М. И.* Состояние изучения вопросов голоцена в некоторых странах Азии и Австралии.— В кн.: Вопросы голоцена. Вильнюс, 1961.
8. *Рутковский В. И.* Влияние динамики климатических и гидрологических условий на лесные культуры.— В кн.: Бузулукский бор. М.; Л.; 1950, т. 4.
9. *Шнитников А. В.* Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария.— Зап. ВГО. Нов. Сер., т. 16 М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957.
10. *Auer W.* The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Pt II. The history of the flora and vegetation.— Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A.III. Geol.-Geogr., 1958, vol. 50.
11. *Deevey E. S.* Paleolimnology of the Upper Swamp Deposit, Pyramid Valley.— Rec. Canterbury Mus., 1955, vol. 6, N 4.
12. *Donner J. J.* The Quaternary of Finland.— Intersci. Quatern., 1964, vol. 1.
13. *Firbas F.* Die Synchronisierung der mitteleuropaischen Pollendiagramme.— Dan. geol. unders. R. II, 1954, N 80.
14. *Gentili J.* Quaternary climates of the Australian Region: Solar, variations, climate changes and related geophysical problems.— Ann. N. Y. Acad. Sci., 1961, vol. 95.
15. *Gill E.* The Australian «Arid Penoda». Austral. J. Sci., 1955, vol. 17, N 5.
16. *Hafsten U.* A pollen-analytic investigation of two peat deposits from Tristan da Cunha. Oslo. 1951 Results of the Norw. Sci. Exped. to Tristan da Cunha, 1937—38; N 22.
17. *Halle T.* On the geological structure and history of the Folklands Island.— Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala, 1912, vol. 11.
18. *Loewe F.* Das Klima von Tristan da Cunha.— Meteorol. Rdsch., 1950, Bd. 3, H. 1/2.
19. *Moar N. T.* Contributions to the Quaternary history of the New Zealand flora. I. Aucland Islands peat studies.— N. Z. J. Sci., 1958, vol. 1, N 3.
20. *Post L.* The prospect for pollen analysis in the study of the Earth's climatic history.— New Phytol., 1946, vol. 45, N 2.
21. North Atlantic biota and their history: A symp./Ed. A. Love, D. Love. 1963.
22. *Wilchelmly H.* Die Folkland Inseln (Islas Malvinas).— Geogr. Ztschr., 1963, bd. 51.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД — ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД ¹

РАЗВИТИЕ ЛЕДНИКОВОЙ ТЕОРИИ ²

Будем называть ледниковой теорией систему представлений о древнем оледенении новейшего — четвертичного — периода Земли. Основой для этих представлений служит концепция материкового оледенения суши.

Предыстория. Мы указали выше, как было велико значение материкового оледенения для развития всей природы земной поверхности. Разработка теории древнего материкового оледенения суши представляет собой одно из крупнейших завоеваний всей науки о четвертичном периоде.

В ограниченных пределах Альп теорию материкового оледенения предложили в 1841 г. Ж. Шарпантье и Ж. Агассис. Но в течение 30 лет она не могла «завоевать» равнины Европы и Северной Америки, пока не преодолела теории катастроф Ж. Кювье. Существенным звеном последней теории было представление о потопе, распространившемся на большую часть поверхности материков. Влияние гипотезы потопы проникло в многочисленные работы русских ученых XIX в., даже в ранние работы таких крупнейших, как В. В. Докучаев и А. А. Иностранцев.

В Западной Европе и Северной Америке начиная с 60-х годов XIX в. теория материкового оледенения находит признание в работах Д. Дена, О. Тореля и Дж. Гейки. Надо также заметить, что Ч. Лайель, признанный глава айсберговой (дрифтовой) гипотезы переноса и отложения моренных осадков, никогда не отрицал материкового оледенения. Он описывал, как материковые льды спускались в море, где они разламывались и по-

¹ Напечатано по кн.: *Марков К. К.* Четвертичный период М., 1965, т. 1, с. 8—17.— *Ред.*

² Подробнее см.: *Марков К. К.* Ледниковая теория: Ист. очерк. М., 1955.— *Ред.*

рождали айсберги, что вполне соответствует современным наблюдениям (Антарктида, Гренландия), а во времена Ч. Лайеля подтвердилось наблюдениями Ч. Дарвина у берегов Огненной Земли [26].

Во всяком случае, в первой половине XIX в. в Западной Европе очень много пишут о переносе моренного материала водами самого моря (гипотеза потопа Ж. Кювье) или айсбергами, плававшими по морю (гипотеза идейного противника Кювье — Ч. Лайеля) [26].

Немудрено, что в России В. М. Севергин предполагал, что валуны Валдайской возвышенности были принесены водами, по всей вероятности некогда покрывавшими эти страны, а Г. М. Стренгвейс прямо называл моренные отложения потопными образованиями [137, с. 71, 89].

Теория материкового оледенения в России возникла очень рано. Начало ей положено профессорами Московского университета К. Ф. Рулье и Г. Е. Щуровским.

К. Ф. Рулье в 1852 г. писал: «Под конец третичной эпохи... северо-западные ледники, или глетчеры, постепенно подавались на юго-восток, бороздили и частью разрушали встречаемые ими на пути каменные породы и относили их, смотря по относительной величине оторванных частей, ближе или далее от первоначального места образования. Таким образом, северо-восточная часть Германии и северо-западная Россия покрылись песками и глинами, остатками огненных пород Финляндии и Скандинавии, разрушенных движением вод (ледниковых потоков.— К. М.) и снегов» (рис. 1) [10, с. 207—208].

Тремя годами позднее (1855) следы материкового оледенения описал Г. Е. Щуровский. Заметим, что в статьях обоих ученых ни слова не говорится о потопах и морских льдах, разносивших валуны, а говорится только о материковом оледенении. Но убедительнее всего свидетельствует о новых тогда взглядах карта европейского материкового ледникового покрова, которую Г. Е. Щуровский опубликовал в 1856 г. (рис. 2). Общие размеры ледникового покрова показаны довольно правильно, намечен донской язык, но днепровский язык не показан. По словам Г. Е. Щуровского, отложения ледникового покрова («эратические явления») материковые и нисколько не отличаются от тех, которые сопровождают современные ледники [16, с. 370].

Вместе с К. Ф. Рулье и Г. Е. Щуровским создателем теории материкового оледенения является Ф. Б. Шмидт. К выводу о материковом характере древнего оледенения Русской равнины Ф. Б. Шмидт тоже пришел не сразу. В 1865 г. он еще объяснял ледниковые явления Эстонии комбинацией материковой ледниковой и айсберговой теории. Но вскоре Ф. Б. Шмидт стал окончательным сторонником материковой теории. В 1871 г. он писал, что Швеция была покрыта ледниковым покровом, как теперь Гренландия. «Ледник простирался безостановочно через Финляндию в Петербургскую и Эстляндскую губернии». Далее Ф. Б. Шмидт указывал, что ледниковым покровом отложена «одна большая основная морена, образовавшаяся вне моря» (подчеркнуто Шмидтом.— К. М.) [15, с. 72]. Таким образом, Ф. Б. Шмидт с 1871 г. — сторонник материковой теории древнего оледенения, которой он продолжал придерживаться до конца своей жизни.

Наиболее крупный вклад в теорию древнего материкового оледенения в России сделал П. А. Кропоткин. Он исследовал древнеледниковые области Сибири, Финляндии и Швеции. В своей обобщающей работе «Исследования о ледниковом периоде» П. А. Кропоткин [8] сосредоточил многочисленные факты в пользу теории материкового оледенения. Он сопоставил свои взгляды со взглядами западноевропейских ученых и, наконец, рассмотрел проблему древнего материкового оледенения с физической стороны. Весьма важно это последнее обстоятельство. П. А. Кропоткин считал, что для обоснования теории необходимы не только факты, но и умение объяснить их под углом зрения теории. Таковы требования науки. Представления о ледниковом периоде становятся строго научными только после географического анализа. Это совершенно правильное заключение, так как географический метод состоит в сочетании данных, полученных различными путями и для разнообразных территорий. Следовательно, он устраняет случайность и субъективность выводов, полученных односторонним путем. Одним словом, метод, предлагаемый П. А. Кропоткиным, палеогеографический.

и признается, что желѣзо было извѣстно на полу-островѣ гораздо раньше.

Возвратимся къ мамонту. Хотя онъ чрезвычайно обыкновененъ въ Россіи, однако не встрѣчается во всѣхъ ея губерніяхъ: его-доселѣ не находили въ Закавказьѣ, также въ С.-Петербургской губерніи, и въ сѣверныхъ губерніяхъ выше Новгородской и Вологодской. Подъ конецъ третичной эпохи, когда климаты распались, сѣверозападъ Россіи и Скандинавіи былъ покрытъ снѣгами и льдомъ, дѣлавшими невозможною жизнь растений и животныхъ. Отъ причинъ, которыхъ наука не могла доселѣ достаточно уяснить, сѣверозападные ледники, или глетчеры, постепенно подавались на юговостокъ, бороздили и частію разрушали встрѣчаемыя ими на пути каменные породы, и отнесли ихъ, смотря по относительной величинѣ оторванныхъ частей, ближе или далѣе отъ первоначальнаго мѣста образованія. Такимъ образомъ сѣверовосточная часть Германіи и сѣверозападная Россіи покрылись песками и глинами, остатками огненныхъ породъ Финляндіи и Скандинавіи разрушенными движеніемъ водъ и снѣговъ. Это достаточно доказывается какъ большими глыбами и гальками огненныхъ, кристаллическихъ породъ, отложенныхъ въ пески Сѣверной Россіи и употребляемыхъ на постройки и мостовыя, такъ и тожествомъ въ физическихъ признакахъ этихъ каменныхъ породъ съ породами Финляндіи и Скандинавіи; нахожденіемъ подъ Москвою замѣчательныхъ *Иматрійскихъ* камней, которые въ Европѣ, въ первоначальномъ мѣстѣ отложенія, извѣстны только въ Финляндіи, у Иматрійскаго водопада (Иматра): наконецъ, тѣмъ, что какъ Скандинавскія и Финляндскія горныя породы, такъ и толщи

Рис. 1. Страница из книги К. Ф. Рулье «Жизнь животных по отношению к внешним условиям» [10]

П. А. Кропоткин в 1865 г. познакомился с древнеледниковыми явлениями на р. Иркут в Восточных Саянах. Затем в течение пяти лет он публиковал сведения о древнеледниковых явлениях Патомского и Витимского нагорий (1868—1873 гг.). В 1873 г. П. А. Кропоткин окончательно стал сторонником теории материкового оледенения, основываясь пока только на своих сибирских наблюдениях. В этом же году он опубликовал следующий вывод: «Факты, представляемые Олекминской горной страной, могут быть объясне-

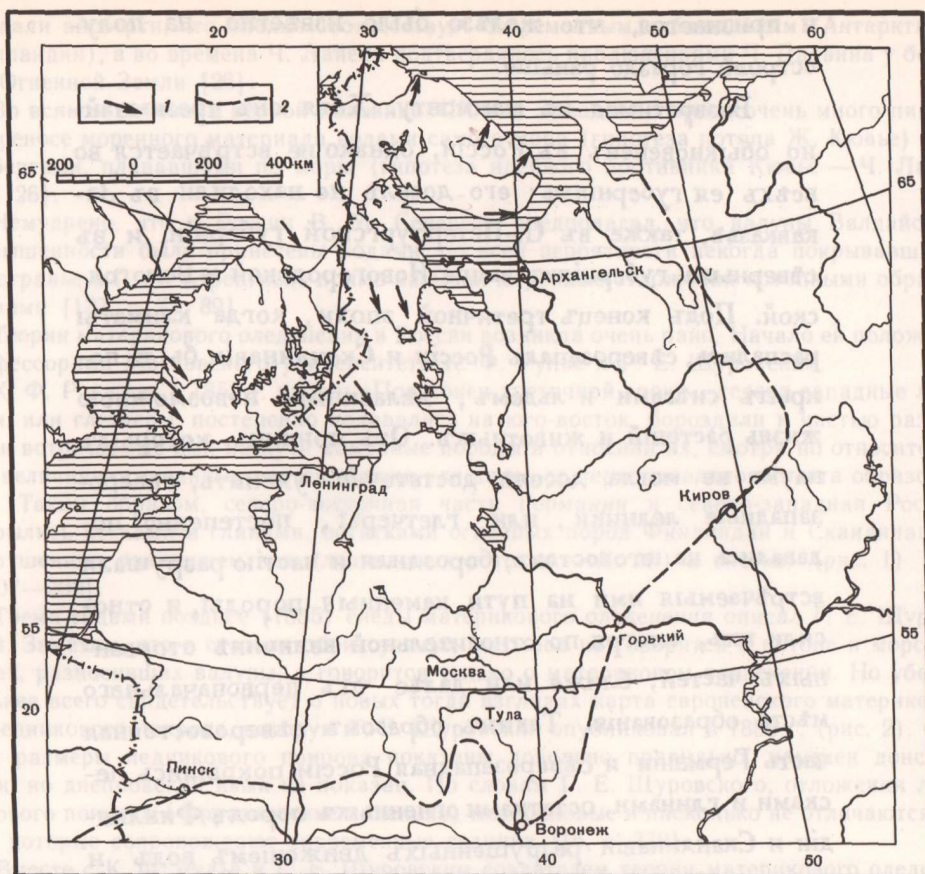


Рис. 2. Схема распространения материковых льдов на Русской равнине [16]
 1 — направление движения ледника; 2 — граница его распространения

ны только при допущении ледников» [7, 282]. Критикуя гипотезу плавающих льдин, П. А. Кропоткин писал: «Гораздо более вероятным кажется покрытие Витимского плоскогорья сплошным ледниковым покровом» [7, с. 289].

В отчете П. А. Кропоткина о восточносибирских исследованиях имеется и другая важная мысль. Признавая древнее оледенение Восточной Сибири доказанным, П. А. Кропоткин не преувеличивал в целом его размеров. Он достаточно разобрался в вопросах климатологии и показал, что континентальный климат Сибири был мало благоприятен для развития ледников. Кропоткин думал, что увеличение размеров ледников в условиях Сибири можно объяснить увлажнением климата во время оледенения, после чего климат Сибири вновь стал более сухим. Подводя итог сибирским исследованиям, он стремился выразить реальные особенности территории — в данном случае Сибири.

В 1871 г., т. е. за два года до опубликования своего сибирского отчета, П. А. Кропоткин уже приступил к изучению древнего оледенения Финляндии. Таким образом, свои исследования он распространил на противоположные стороны Евразии.

О полученных выводах П. А. Кропоткин доложил Русскому географическому обществу 21 марта 1874 г. На другой день за участие в революционном движении он был арестован и заключен в Петропавловскую крепость. Здесь, в тюрьме, он и написал свой основной труд (рис. 3) «Исследования о ледниковом периоде» [8], с которым по обстоятельности и глубине может быть сопоставлен только труд английского ученого Дж. Гейки «Великий ледниковый период» [19]. Сочинение Дж. Гейки было выпущено в свет в 1874 г., а «Исследования...» П. А. Кропоткина — только в 1876 г., после побега из Петропавловской крепости. Но его взгляды, как мы видели, вполне сложились уже

ИЗСЛѢДОВАНІЯ О ЛЕДНИКОВОМЪ ПЕРІОДѢ.

П. КРОПОТКИНА.

I. О ледниковыхъ наносахъ въ Финляндіи (Отчетъ о поѣздкѣ въ
Финляндію и Швецію, сдѣланной въ 1871 году, по порученію
Имп. Русскаго Географическаго Общества).

II. Объ основаніяхъ гипотезы ледниковаго періода.

СЪ КАРТАМИ, РАЗРѢЗАМИ И РИСУНКАМИ ВЪ ОСОВОЙ БРОШЮРѢ.

Выпускъ первый.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія М. Стасюлевича. Вас. Остр., 2 л., 7.

1876.

Рис. 3. Титул книги П. А. Кропоткина «Исследования о ледниковомъ періодѣ» [8]

к 1873—1874 гг., к этому времени были написаны 15 глав «Исследования...», в том числе и основная, 15-я глава, названная «Гипотеза ледниковаго періода».

Труды П. А. Кропоткина и Дж. Гейки можно оценить как наиболее крупный совместный вклад в теорию древнего материковаго оледенения.

Итак, теорию древнего материковаго оледенения подготовили в России К. Ф. Рулье, Г. Е. Щуровский, Ф. Б. Шмидт и окончательно П. А. Кропоткин. Об этом легче судить

нам, чем современникам перечисленных ученых, — время доказало правильность теории.

Но не все современники П. А. Кропоткина стали сразу его единомышленниками. В течение еще почти пятнадцати лет постепенно происходило восприятие новой ледниковой теории. Даже крупнейшие наши естествоиспытатели стали ее поклонниками только к 90-м годам XIX в.

В это время ледниковая теория обогащается новыми идеями. В трудах ее основателей в России ледниковый период еще рассматривался как единое событие, которое не расчленялось на ледниковые и межледниковые эпохи. Следовательно, теории развития древнего оледенения еще не существовало. Новое внесли работы А. П. Павлова, Н. И. Криштофовича и Н. Н. Боголюбова.

Концепция множественности оледенений. А. П. Павлов в 1888 г. выделил в Приалатырском крае (на р. Сура) в толще четвертичных отложений два горизонта морен. Он предположил, что этот район пережил две ледниковые эпохи. А. П. Павлов [9] обратил внимание на следы древнего оледенения, выраженные в моренных образованиях, и ввел понятие о ледниковой формации.

В 1890 г. Н. И. Криштофович изучил обнажение четвертичных отложений у села Троицкого под Москвой, которое в 1843 г. открыл К. Ф. Рулье. Н. И. Криштофович [6] установил наличие в этом обнажении двух горизонтов ледниковых отложений, разделенных межледниковыми. Относительно условий образования троицких межледниковых отложений он сделал совершенно правильный вывод: климат Центральной России был умереннее, чем современный, и, вероятно, влажнее. В 1897 г. Н. Н. Боголюбов [1] открыл другое обнажение межледниковых отложений — лихвинское на Оке около Лихвина. Оно стало широко известным и продолжает изучаться до настоящего времени. Таким образом, появилась основа концепции множественности оледенений или полигляциализма, ставшей традиционной концепцией отечественных исследователей истории древнего оледенения.

На этой очень ранней стадии изучения истории древнего оледенения Н. Н. Боголюбов ставит вопрос о необходимости создания в нашей стране собственных стратиграфических представлений. Он указывает на недопустимость заимствования готовых стратиграфических схем из других районов. Н. Н. Боголюбов [1] писал, что даже если схема трех-четырёх оледенений утвердится для Западной Европы, то из этого еще не следует, что эта схема верна для России. История возникновения идей о древних оледенениях в России и в Западной Европе показывает, что русские ученые могли бы держать свой самостоятельный курс.

Концепция местных особенностей развития природы. Таким образом, перед Н. Н. Боголюбовым возник вопрос, уже поставленный П. А. Кропоткиным, но для совершенно другого района: одинакова ли история древнего оледенения различных мест, всегда находившихся в неодинаковой природной обстановке? Этот вопрос возник и у И. Д. Черского, и у А. И. Воейкова.

Ледники взаимодействуют с климатом. Суждения о развитии ледников нашего крупнейшего климатолога А. И. Воейкова представляют выдающийся интерес. Его мнение лучше всего выражают его собственные слова: «Предполагая понижение температуры года и лета на 5°, размер, который Пенк и Брикнер признают достаточным для наибольшего известного развития ледников в Альпах, нельзя не прийти к заключению, что на равнинах и нагорьях... Азии ледников все-таки при таких условиях не будет. Недавно найденные следы ледников, даже материковых ледниковых покровов на крайнем северо-востоке Сибири, еще не доказывают более низкой годовой температуры в то время; они вполне совместимы и с более высокой, лишь бы снега выпадало больше... При морском климате, очень небольшой разности температур (5—10°) достаточно, чтобы от полного отсутствия снежного покрова даже и зимой перейти к громадным скоплениям снега в горах и ледникам на уровне моря... Напротив, при материковом климате нужны особенные географические условия для того, чтобы явились ледники» [5, с. 64].

Итог. В третьей четверти прошлого столетия в нашей стране была самостоятельно разработана ледниковая теория, или, точнее, теория древнего материкового оледенения. А в конце XIX в. в этой теории обозначились два новых направления. Во-

первых, началось изучение истории древнего оледенения и было указано на множественность ледниковых эпох; во-вторых, было отмечено, что в разнообразных условиях климата большой территории (в нашей стране) древнее оледенение развивалось различным образом в соответствии с указанными выше местными условиями. Излагая развитие ледниковой теории в России, остановимся на рубеже нашего столетия. К этому времени были высказаны главнейшие идеи, привлекавшие внимание и в последующие десятилетия.

В соответствующих главах книги еще придется, конечно, возвращаться к затронутым выше идеям. Но принцип решения вопросов, составляющих содержание ледниковой теории, будет дан только в заключительном томе монографии. Что касается «Введения», то его задача ограничивается изложением заслуг русских исследователей в развитии ледниковой теории. Эти заслуги столь значительны, что во второй половине прошлого века вместе с развитием ледниковой теории стало подниматься и все здание четвертичной геологии и палеогеографии нашей страны.

ПЛАНЕТАРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДРЕВНЕГО ОЛЕДЕНЕНИЯ

Площадь древнего оледенения. Успехи ледниковой теории в России и во всем мире позволяют заявить о планетарном значении древнего оледенения. Это положение конкретизируется в трех пунктах.

Древнее оледенение — наиболее изменчивый компонент природы земной поверхности в четвертичное время. Площадь льдов всей поверхности Земли (достигавших максимума развития не одновременно) составляла, по Р. Ф. Флинту [18], 45,2 млн. км², а с поправками И. А. Суетовой³ [12] — 44 млн. км². Ориентировочные оценки максимального одновременного развития льдов на материках (ледниковые эпохи) — 40 млн. км², а единовременное минимальное распространение льдов выражается цифрой около 15 млн. км² (рис. 4). Мы не располагаем подсчетами изменений площади суши и океана в четвертичном периоде, но можно предполагать, без боязни совершить грубую ошибку, что эти изменения определяются меньшей величиной (10 млн. км²), как и изменения площади материковых льдов. Здесь имелись в виду ледники, или наземные льды. Подземные льды встречаются на площади 18 млн. км², которая значительно увеличивалась.

Однако оценивая изменения площади материковых льдов, нельзя забывать и об изменении площади морских льдов. Климатообразующее влияние морских льдов огромно. Море, покрытое льдом, оказывает климатическое воздействие, приближающееся к воздействию материка, покрытого льдом. «Море, покрытое льдами, если рассматривать его как климатический фактор, не есть настоящее море», — писал В. Ю. Визе [4, с. 17]. Площадь морских льдов, по-видимому, достигла в Северном полушарии 15 млн. км², в Южном полушарии — 10 млн. км², а всего около 25 млн. км². Морские льды весьма изменчивы. Возможно, что в межледниковые эпохи постоянных морских льдов не было на севере совсем. Таким образом, максимальные цифры древнего оледенения следующие:

Льды материковые наземные	млн. км ² , 44 »
Льды материковые подземные на площади более	18 »
Льды морские	25 »
Всего...	около 87

Исключим из дальнейшего рассмотрения вторую и третью группы. Подземные льды не оказывают прямого влияния на климат, а изменчивость морских льдов изучена мало.

Оценим воздействие льдов на остальную природу суши. Для этой цели воспользуемся данными В. Вундта [21, 22]. Светлая поверхность льда, покрытого снегом, отражает около 80% солнечной радиации, а темные поверхности — около 10%. В ледниковом периоде альbedo Земли повысилась вследствие увеличения снежно-ледяной по-

³ Уточненная площадь древнего оледенения Евразии 12,5 млн. км², а не 13,6 млн. км².

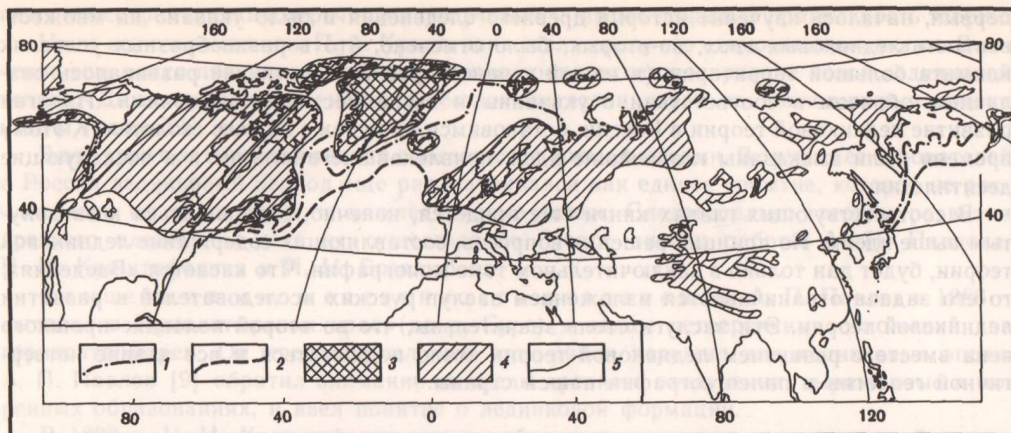


Рис. 4. Максимальное распространение льдов Северного полушария в четвертичном периоде. Материковые (наземные и подземные) и морские льды
 1 — современная граница морских льдов; 2 — древняя граница морских льдов; 3 — современные наземные материковые льды; 4 — древнее наземное максимальное оледенение; 5 — современная граница многолетней мерзлоты и подземного оледенения

верхности. Если теперь среднее альbedo поверхности Земли составляет 42%, то в ледниковом периоде оно увеличивалось на 4% и достигало 46%. Этого было достаточно, чтобы понизить температуру земной поверхности на число градусов, необходимое для объяснения холода ледникового периода. Вообще обширнейшие снежно-ледниковые поверхности должны были представлять в ледниковом периоде области устойчивого годового отрицательного радиационного, а может быть, и отрицательного теплового балансов. Н. П. Русин [11] выяснил, что Антарктида до самого ее побережья имеет отрицательный радиационный и тепловой балансы. Исключением являются только оазисы скал. Но площадь оазисов ничтожна. Даже у Мирного только в течение двух летних месяцев снежно-ледяная поверхность имеет положительный радиационный баланс. Но в районе Мирного годовой радиационный баланс отрицательный. При движении в глубь материка отрицательная величина радиационного баланса увеличивается от 2—3 ккал/см² в Мирном до 7—8 ккал/см² в Пионерской, всего в 400 км от побережья.

В этих данных много нового. Конечно, холода Антарктиды предполагались еще Дж. Куком. Но и позднее холода здесь казались необычными. Участник экспедиции Р. Скотта известный английский метеоролог Г. Симпсон [20] называл в 1919 г. летние морозы околополюсного района «чудом». В. Мейнардус оценивал среднюю температуру года внутренних районов Антарктиды в -30° . Но теперь известно, что годовые температуры Южного полюса -50° , а Полюса относительной недоступности -57° (при абсолютном минимуме температуры $-88,3^{\circ}$)⁴.

Таков современный Полюс холода Земли — Антарктида, занимающая площадь около 14 млн. км². Но, как видно из приведенных выше цифр, наземные материковые льды Северного полушария занимали области в 30 млн. км², сократившись с тех пор в 15 раз. Они располагались на обширных материках, охлаждавшихся сильнее, чем море, окружающее Антарктиду. Затем материковые покровы Северного полушария были спаяны морскими льдами Северного Полярного бассейна в единый массив, достигавший площади 50 млн. км². Таким образом, снежно-ледниковая поверхность четвертичного периода представляла собой колоссальный механизм охлаждения поверхности Земли.

В сущности, мощность этого механизма была еще больше, чем описано. Охлаждение зависело не только от альbedo поверхности снега и льда, но также от скрытой теплоты таяния снега и льда. Таяние поглощало огромные количества солнечного теп-

⁴ В настоящее время в Антарктиде зафиксирован абсолютный минимум $-89,2^{\circ}$. — *Ред.*

ла, которые, однако, не нагревали поверхность снега и льда выше температуры таяния последних (около 0°).

Мировой Полюс холода современного и четвертичного периодов. Таким образом, в четвертичном периоде Мировой Полюс холода должен был находиться в Северном полушарии. Главная область охлаждения Земли по размерам превышала современную Антарктиду в 2—3 раза.

Инверсию площадей современного и древнего оледенений суши Северного и Южного полушарий можно выразить в процентах, приняв всю площадь оледенения поверхности за 100%.

Суша	Современное оледенение	Древнее оледенение
Северное полушарие	15	75
Южное полушарие	85	25

Ледяная поверхность, несомненно, характеризовалась отрицательным радиационным балансом, выраженным в больших пространствах, и большими величинами, чем в современной Антарктиде. В связи с инверсией областей охлаждения следует обратить внимание на то, что в настоящее время поверхность высокоширотных областей суши Северного полушария имеет всюду положительный радиационный баланс [3]. Положительный радиационный баланс (2,9 ккал/см²) имеет, по-видимому, даже поверхность морских льдов центральных районов Полярного бассейна [18].

Для противопоставления современных условий Северного и Южного полушарий очень наглядны постоянные температуры верхних горизонтов земной коры (льда) наиболее холодных районов (по различным авторам).

Северное полушарие	Т° С	Южное полушарие	Т° С
Гренландия, Купол, «Ц» станция	—33,3°	Антарктида, Восток	—57°
Земля Элсмira, север	—20°	» Южный полюс	—50°
Восточная Сибирь, Оймякон	—15 ÷ —23°	» Мирный	—8,7°
Гренландия, Земля Пири (82° с. ш.)	—15°		
Гренландия, Туле (76°33' с. ш.)	—11°		
Лед полярного бассейна, центральный район	—8,6°		

Южный Полюс холода в настоящее время значительно холоднее северных Полюсов холода. В ледниковом периоде, как мы видели, картина была обратная.

Развитие ледниковых покровов. Ледниковый покров создает область холода. Она выражена еще сильнее, чем можно было предполагать несколько десятков лет тому назад. Поэтому предположение К. Брукса о «цепной реакции» ледниковых покровов в свете новых данных нужно признать как нельзя более правильным. Напомним соображения К. Брукса: если температура на Северном полюсе опустилась на $\frac{1}{3}$, то оледенение будет расширяться исключительно под влиянием собственного холода, ледник будет расти до размеров ледникового щита с радиусом в 25° по меридиану (т. е. свыше 2500 км). Окончательное понижение температуры составит 25° [2].

Но годовые температуры Полюса холода Южного полушария ниже на 30—40° годовых температур Полюсов холода Северного полушария. Такова роль Антарктического ледникового щита. Вдумываясь в приведенные цифры, можно считать оценки К. Брукса даже преуменьшенными.

В последнее время много нового в теорию развития ледников внесли работы М. В. Трoнова [14].

Влияние ледниковых покровов на ледниковые области. Влияние ледниковых покровов в ледниковом периоде распространялось чрезвычайно широко, даже если учитывать только прямое влияние холода ледниковых покровов. В последнее время к этому вопросу привлечено очень много внимания. Возникло особое направление четвертичной геологии — перигляциальная морфология. Предполагают, что площадь суши, на которой встречаются признаки мерзлотных (перигляциальных) процессов, дости-

гает 18 млн. км². Эти явления широко развиты на равнинах нашей страны за границами древнего оледенения, а в горах они известны и значительно ближе к экватору, например в Марокко и Южной Африке.

Таким образом, за границей распространения древних ледниковых образований находилась перигляциальная область, или область холода. В экваториальной, тропических и субтропических поясах Земли весьма значительным было косвенное влияние древнего оледенения. Последнее вызвало изменение зонально-поясных границ. Наилучшим примером изменения границ географических поясов в ледниковом периоде было смещение в сторону экватора границ распространения полярного воздуха. Вследствие этого субтропические пояса обоих полушарий увлажнялись (плювиальные эпохи).

Влияние ледниковых покровов на природу земной поверхности низких широт, конечно, не исчерпывается приведенным примером. Эти влияния были многообразны. Они распространялись и на сушу и на океан и вызвали, например, усиление вертикальной циркуляции вод Мирового океана в ледниковые эпохи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боголюбов Н. Н. Материалы по геологии Калужской губернии. Калуга, 1904. Т. 4, Вып. 1—2.
2. Брукс К. Климаты прошлого. М.: Изд-во Иностран. лит., 1962. 358 с.
3. Будыко М. И. Тепловой баланс земной поверхности. Л.: Гидрометеиздат, 1956. 255 с.
4. Визе В. Ю. Климат морей Советской Арктики. М.; Л.: Главсевморпуть, 1940. 123 с.
5. Воейков А. И. Климатические условия ледниковых явлений, настоящих и прошедших.— Зап. СПб. минерал. о-ва. Сер. 2, 1881, т. 16, с. 21—90.
6. Криштофович А. Н. Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и ее основные факторы.— В кн.: Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946, т. 2, с. 21—86.
7. Кропоткин П. А. Отчет об Олекминско-Витимской экспедиции.— Зап. РГО, СПб., 1873, вып. 3, с. 220—291.
8. Кропоткин П. А. Исследования о ледниковом периоде.— Зап. РГО, СПб., 1876, вып. 7.
9. Павлов А. П. Неогеновые и послетретичные отложения южной и восточной Европы.— Мемуары о-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии. М., 1925, вып. 5.
10. Рудьке К. Ф. Жизнь животных по отношению к внешним условиям.— Избр. биол. произведения. М.: Изд-во АН СССР, 1954, с. 138—230.
11. Русин Н. П. Метеорологический и радиационный режим Антарктиды. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 448 с.
12. Суетова И. А. Площади древнего оледенения территории СССР.— Природа, 1962, № 9, с. 122—123.
13. Тихомиров В. В. Из истории возникновения геологии четвертичных отложений.— Бюл. МОИП. Отд. геол., 1962, вып. 5, с. 80—111.
14. Тронов М. В. Проблема развития ледников. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1960. 115 с.
15. Шмидт Ф. Б. Материковая теория древнего оледенения.— СПб., 1871, т. 2.
16. Шуровский Г. Е. Эратические явления.— Рус. вестн., 1856, т. 5, кн. 1/2.
17. Яковлев Г. Н. Тепловой баланс дрейфующего ледяного покрова Центральной Арктики: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 1960. 22 с.
18. Flint R. F. Glacial geology and the Pleistocene epoch. N.-Y., L., 1957.
19. Geikie J. The great ice age and its relation to the antiquity of man. L., 1874.
20. Simpson G. C. Meteorology:— British Antarctic Expedition, 1910—1913. Calcutta, 1919. Vol. 1. Discussion. 326 p.
21. Wundt W. Änderungen des Erdalbedo während der Eiszeit.— Meteorol. Ztschr., 1933, N 50.
22. Wundt W. Die Mitwirkung der Erdbahnelemente bei der Entstehung der Eiszeiten.— Geol. Rdsch., 1944. bd. 34, n. 7/8.

ОБЩИЕ ОСОБЕННОСТИ ДРЕВНЕГО ОЛЕДЕНЕНИЯ¹

Первые наблюдения П. А. Кропоткина, положившие начало теории материкового оледенения, были сделаны в горных районах Южной Сибири. Наступила столетняя дата этих наблюдений (1865 г.). Теория материкового оледенения равнин получила свое начало в горных исследованиях (Альп, Саян).

Исследование горных районов для построения стратиграфической шкалы четвертичной системы [14] явилось вообще вторым крупнейшим успехом палеогеографии четвертичного периода.

В настоящее время мы вступили в третий этап. Он ознаменован изменением представлений о подвижности земной коры. Когда А. Пенк и Э. Брикнер заканчивали свой главный труд, считалось общепризнанным, что оледенение гор зависело только от планетарных климатических изменений, иначе — от общеклиматического фактора. Но теперь следует в равной мере учитывать тектонический и орографический факторы. Общепризнано, что в четвертичном периоде горы поднимались, а впадины погружались. Но поднятия поверхности гор — на 1000—2000 м и более — вызывали местный климатический эффект, равный общеклиматическому эффекту планетарных (допустим, солнечно обусловленных) климатических изменений. Картина еще осложняется противоположной тенденцией изменения климата гор и котловин. В сущности, исследователь стоит теперь перед следующей необходимостью: признав новейшие тектонические движения, ему уже невозможно отрицать их непосредственные палеоклиматические последствия.

Между тем эта необходимость не осознана, что в значительной мере обесценивает синхронизацию горных и равнинных оледенений и лишает ее доказательности. Итак, основная проблема четвертичной истории гор вообще, а в частности четвертичной истории горных оледенений состоит в изучении роли тектонического фактора истории оледенения гор. Эту мысль правильно выразил И. В. Корешков [2], который пишет, что «оледенение всех этих горных сооружений (речь идет о высокогорных районах СССР.— К. М.) вызвалось сводообразным их поднятием» [2, с. 136]. Но механизмы планетарных — общеклиматических и местных — тектонически обусловленных климатических изменений различны. Поэтому их палеогляциологические последствия различны. Это один из выводов концепции метакхронности оледенений.

Не следует забывать и роль орографического фактора. Равные изменения климата вызывают разные изменения размеров ледников, если рельеф различен. Особенно велико значение выровненных поверхностей гор, когда снеговая граница прикасалась к ним. Происходило резкое изменение условий питания ледников. М. В. Трнов совершенно прав, отмечая, что «оледенение находилось в гораздо лучших условиях, так как тогда в хиносферу входили громадные уплощенные пространства» [5, с. 3].

Наконец, теория саморазвития ледников показывает, что и в равных климатах ледники развиваются различно.

Итак, современная теория палеогляциологии гор довольно сложна. С ней утратили связь многие конкретные исследования. Это понижает теоретическое и практическое значение выводов.

ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ФАКТОР И ДРЕВНЕЕ ОЛЕДЕНЕНИЕ²

1. Теория неотектонических движений земной поверхности [4] говорит, что горы Советского Союза преимущественно поднимались. Из этого неизбежно следует, что более древние следы оледенений скрывались под следами более молодых оледенений, включая современные фирны и льды.

Если горы поднимались, оледенение увеличивалось в размере. Поднятие гор не может объяснить ритма ледниковых и межледниковых эпох. В устойчиво опускающихся горных котловинах оледенение, напротив, уменьшалось или исчезало.

¹ Напечатано по кн.: Марков К. К. Четвертичный период. М., 1965, т. 1, с. 362—367.— *Ред.*

² Подробнее см.: Марков К. К. Новейшая тектоника и оледенение. М., 1967.— *Ред.*

2. По мере поднятия гор появлялась гамма высотных природных поясов. По мере расширения гор увеличивалась засушливость внутренних областей.

3. Высокие горы Советского Союза возникли до начала четвертичного периода. Только часть поднятия относится к плейстоцену. Однако плиоценовое оледенение гор не было значительным. Горы в конце плиоцена — эоплейстоцене были несколько ниже современных, а климат теплее (хотя и несколько влажнее). Со времени валдайского, а может быть, и днепровского оледенений амплитуда поднятия гор незначительна.

4. Помимо местного влияния поднятия гор на горные климаты и оледенение, последнее представляло собой планетарный процесс, так как влияло на весь тепловой баланс и на климат всей Земли.

ОРОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКТОР И ДРЕВНЕЕ ОЛЕДЕНЕНИЕ

Гляциология оперирует понятием ледникового коэффициента, подразумевая отношение площади питания к площади расхода льда. Конечно, это отношение не выражается какой-либо постоянной цифрой, как думали в XIX в. Но нельзя отрицать связь размеров ледника и площади его питания. Последняя же зависит от орографии. Она тем больше, чем больше площадь гор выше снеговой линии. Поэтому выровненные пространства гор обеспечивают более значительное оледенение, чем расположенные на той же высоте узкие горные гребни.

В разных горных районах оледенение будет всегда иметь различные размеры, если рельеф этих районов различный. Об этом забывают, когда считают, что различные размеры древних ледников соседних районов сами по себе доказывают различный возраст этих ледников и отложенных ими морен. Если горный свод поднимается, поверхность его постепенно расчленяется разрывами и размывом, что ухудшает условия развития оледенения: «Наличие широкого не расчлененного эрозией и разрывной тектоникой свода создавало значительно лучшие условия для фирнового питания по сравнению с современными. Фирновые поля были неизмеримо более обширными и обеспечивали лучшее питание ледников» [2, с. 80]. Не было ли расчленение гор причиной уменьшения размеров древнего оледенения от предпоследней к последней «ледниковой эпохе»? Не является ли причина этого процесса чисто орографической?

ОБЩЕКЛИМАТИЧЕСКИЙ ФАКТОР И ДРЕВНЕЕ ОЛЕДЕНЕНИЕ

1. Ритмику оледенения равнин и гор можно объяснить только влиянием общеклиматического фактора. Это относится к средне-, верхнеплейстоценовым оледенениям. Последнее в принципе можно параллелизовать с ледниковыми эпохами равнин (Валдайской и Днепровской). Этот вывод не относится, однако, к Северо-Востоку. Кроме того, следует учесть расположение горизонтальных географических поясов (зон) в эпохи оледенения.

2. Климат внешнего пояса гор в ледниковые эпохи в различных горных районах изменялся различным образом. Климат становился более влажным в горах Кавказа и Средней Азии, но более сухим в горах Альп, Карпат и Юга Сибири. Первые находились в условиях плювиального климата, что было вызвано смещением к югу пояса умеренного климата и его циклонической циркуляции и значительным удалением гор от ледниковых покровов Севера. Альпы, Карпаты, горы южной Сибири, расположенные севернее Кавказа и гор Средней Азии и ближе к границам ледниковых покровов, оказались в перигляциальной зоне (сухой и холодной).

«Причины ранних оледенений гор были тектонические, а поздних оледенений гор — общеклиматические» [1].

3. На равнинах и отчасти в горах сосуществовали два главных типа оледенения — наземное и подземное — с различной динамикой их развития.

4. Снеговая граница к востоку вообще и к центру отдельных горных массивов в частности повышалась, и притом более резко, чем ныне. Следовательно, местные природные контрасты в общем сохранялись и в то же время усиливались.

5. По имеющимся в настоящее время (на 1961 г.) данным амплитуда климатических

колебаний, отраженная в контрастности ледниковых и межледниковых условий, становилась резче к северу (от 35 до 70° с. ш.) не только на равнинах, но и в горах.

Вероятно, это явление выражало общий палеогеографический закон, гласящий, что изменчивость природы возрастает от низких широт к высоким. Для четвертичного периода это заключение обосновано с позиций гипотезы М. Миланковича [3] и гипотезы солнечно обусловленных климатических изменений [6].

ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ ТЕКТОНИЧЕСКОГО, ОРОГРАФИЧЕСКОГО И ОБЩЕКЛИМАТИЧЕСКОГО ФАКТОРОВ НА ИСТОРИЮ ДРЕВНЕГО ОЛЕДЕНЕНИЯ

1. Природная обстановка становилась изменчивее по мере увеличения географической широты местности с севера на юг.

2. Природная обстановка была изменчивее в районах морского климата и более стабильна в районах континентального климата.

3. В ледниковые эпохи природные контрасты отдельных районов территории СССР не только сохранились, но стали резче современных. Только в перигляциальной полосе условия отчасти нивелировались благодаря распространившемуся с запада на восток влиянию ледниковых покровов.

4. Интенсивность древнего наземного оледенения убывала к востоку вместе с возрастанием континентальности климата. Пространственная схема изменения: ледниковый шит — ледниковые покровы — горно-предгорные оледенения. Слабая «вспышка» интенсивности оледенения предполагается в полосе муссонного климата Дальнего Востока.

5. Увеличение интенсивности древнего подземного оледенения к востоку; поэтому — явление дисимметрии криосферы.

6. Метахронность развития оледенения в условиях резко различного морского и континентального климатов суши.

7. Три главные закономерности изменения природы: направленные изменения, ритмические изменения, разнонаправленные местные изменения.

8. Четыре ледниковые эпохи в европейской части СССР и, вероятно, в Западно-Сибирской низменности. Они совпадают со вспышками перигляциальных флор.

9. Бореальные условия плиоцена, ледниковые условия четвертичного периода³.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно выделить следующие три типа территорий древнего оледенения с возрастающей сложностью природных изменений⁴: 1) дно океана, 2) платформы — равнины суши, 3) горы.

1. Дно океана. Процессы седиментации отражают общеклиматические изменения в самом обобщенном виде. Так как изменения количества атмосферных осадков не может иметь никакого значения, остается роль изменения температуры воды. Проблема метахронности оледенения не имеет никакого значения. Роль тектонического фактора имеет подчиненное значение.

2. Платформа — равнина суши. Процесс седиментации отражает общеклиматические изменения во всей их сложности. Изменения температуры поверхности суши и изменения количества осадков имеют различное значение в морских и континентальных климатах. Поэтому возникает и проблема метахронности оледенения в ее климатическом аспекте.

3. Горы были высоки уже в плиоцене, а может быть, и в миоцене. Они достигают снеговой линии (хионосферы) в конце плиоцена или в начале четвертичного периода (тектонический фактор). Обширность нерасчлененных поверхностей стала причиной большого размера оледенения в начале четвертичного периода, которое достигает максимума на разных сводах метахронно вследствие индивидуального характера поднятия разных сводов. По мере расчленения поверхности сводов (орографической) оледенение убывает.

³ Также см.: Марков К. К. Четвертичный период: М., 1967, т. 3, (Общие выводы).— *Ред.*

⁴ Также см.: Марков К. К. Типы оледенения, распространение и развитие. М., 1956.— *Ред.*

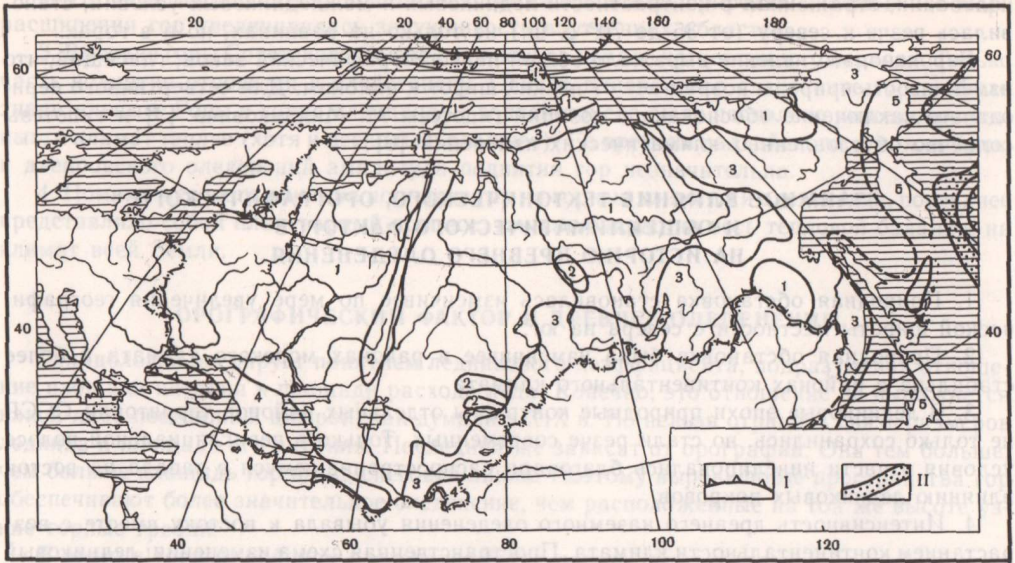


Рис. 1. Стратотайоны — районы различных новейших тектонических движений [4]
 1 — материковые платформы; 2 — области горообразования с относительно уменьшенными градиентами движений; 3 — области интенсивного горообразования в зонах докембрийской, палеозойской и мезозойской складчатости; 4 — области интенсивного горообразования в зоне альпийского складчатого пояса Юга СССР; 5 — геосинклинальная область; I — граница областей с пониженной толщиной земной коры; II — глубоководные впадины

До тех пор пока свод энергично поднимается, ведущими факторами оледенения являются тектонический и орографический. Межледниковые эпохи выражены только в предгорьях.

Во второй половине четвертичного периода поднятие замедляется и о б щ е к л и м а т и ч е с к и й ф а к т о р вызывает распространение ритмов оледенений—межледниковый в горы. Отчетливость последних возрастает также с увеличением географической широты. В зависимости от близости климатического воздействия ледниковых покровов на горные оледенения в различных горах были ледниковые эпохи сухие и влажные и межледниковые эпохи сухие и влажные.

Три выделенных типа территорий относятся к трем основным типам стратотайонов⁵. Легко видеть, что они отличаются по характеру новейших тектонических движений. Границы стратотайонов являются границами между территориями, выделенными Н. И. Николаевым и С. С. Шульцем (4) по различному характеру новейших тектонических движений (рис. 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов И. П., Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939. 462 с.
2. Корешков И. В. Области сводового поднятия и особенности их развития. М.: Госгеолтехиздат, 1960. 175 с.
3. Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата.— В кн.: Климаты геологических эпох и перемещение материалов: М.; Л.: Гостехтеоретиздат 1939, 207 с.
4. Николаев Н. И., Шульц С. С. Карта новейшей тектоники СССР. Масштаб 1:5 000 000. М.: Госгеолтехиздат, 1960.
5. Тронов М. В. Очерки оледенения Алтая. М.: Географиздат, 1949. 375 с.
6. Эйгенсон М. С. Очерки физико-географических проявлений солнечной активности. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1957. 230 с.
7. Penck A., Bruckner E. Die Alpen Eiszeitalter. Leipzig, 1901—1909, bd. I—III.

⁵ См. также: Марков К. К., Лазуков Г. И., Николаев В. А. Четвертичный период (ледниковый—антропогенный период), т. 1, 1965; К. К. Марков. Типы стратотайонов, главные черты их развития в четвертичном периоде.— В кн.: Четвертичный период и его история. 1965.— *Ред.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ¹ (кн. Четвертичный период т. II)

В монографии мы подводили итоги отдельным проблемам геологии и палеогеографии четвертичного периода территории СССР. Однако чтобы сделать удобными для сопоставления основные результаты исследования, изложим их кратко. Систематизация этих выводов необходима в двух направлениях — «компонентном» и региональном. Первое означает анализ истории отдельных компонентов природы четвертичного периода территории СССР: рельефа и литогенеза, рек, морей и озер, оледенения, растительности, фауны млекопитающих, человека, климата.

Синтезом истории компонентов природы часто ограничиваются вообще, что, по нашему мнению, недостаточно. Настоящая монография главным образом региональная и, следовательно, палеогеографическая. Главнейшие выводы четвертичной геологии не могут быть отнесены к какой-то одной и, так сказать, «командной» точке поверхности Земли, к одному-единственному планетарному страторайону, а ко многим страторайонам с их всегда выраженными индивидуальными особенностями развития природы. Анализ региональных комплексов мы придаем особенно существенное значение.

РАЗВИТИЕ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДЫ В ЧЕТВЕРТИЧНОМ ПЕРИОДЕ²

Р е л ь е ф. В течение четвертичного периода возрастали высота, контрасты рельефа и увеличивалась площадь северной Евразии. Преобразование рельефа происходило под влиянием тектонических движений как в платформенных, так и в горных районах современной суши. Исключение представляет Дальний Восток как современная геосинклинальная область, в которой большие опускания превосходили поднятия поверхности.

Таким образом, хотя процесс изменения высоты и площади суши носил противоречивый характер, площадь северной Евразии (в меридианах СССР) значительно возросла за счет осушения шельфа северной Евразии. Что же касается вертикальных амплитуд рельефа, то они возросли гигантски в горных районах СССР (на километры) и в области современных равнин (на сотни метров). Средняя высота северной Евразии возросла в 1,5—2 раза и достигла современной средней высоты поверхности Советского Союза — 430 м над уровнем моря.

Указанные изменения площади и высоты поверхности суши возникли еще задолго до начала четвертичного периода. Постепенно нарастая, они оказали влияние на все остальные компоненты природы.

Согласно современным воззрениям, основанным на результатах палеомагнитных исследований, изменения географических координат Северного полюса были медленны и не могли влиять на ход природных изменений короткого четвертичного периода.

Л и т о г е н е з. В четвертичном периоде происходят изменения в ходе процессов литогенеза. Похолодание и усыхание климата нашло выражение в господствующем положении двух формаций четвертичных отложений: ледниковой и лёссовой. Переход от красноцветного к лёссовому типу корообразования на юге Русской равнины отразил резкое изменение природных условий. Этот переход является стратиграфической границей плиоцена и четвертичного периода.

Р е к и. Высокое положение поверхности суши вызвало интенсивное врезание речных долин. Вследствие этого образовался и развивался устойчивый «рисунок» огромных транзитных долин Волги, Днепра, Дона, Оби, Енисея, Лены, Амура. Рост гор вызвал «трансгрессию» рек Средней Азии. Огромная живая сила рек нарастала за счет богатых осадками, поднявшихся горных районов и таяния ледниковых покровов. Вследствие этого возникли мощные аккумуляции подгорных аллювиальных равнин и обширные денудационно—аккумулятивные равнины платформенных областей. В ледниковых областях старые трассы речных долин смещались ледниковыми покровами.

¹ Напечатано по кн.: Марков К. К. Четвертичный период. М., т. 2 с. 413—419.

² См. также: Марков К. К. Новейший геологический период — антропоген.— В кн.: Очерки по географии четвертичного периода, М., 1955; Марков К. К., Величко А. А. Четвертичный период (ледниковый — антропогенный период). М., т. 3 — *Ред.*

Моря и озера. Моря, омывающие территорию Советского Союза, развивались в тесной связи с эвстатикой Мирового океана и тектоническими движениями в океанических впадинах и шельфовых областях. В противовес мощным поднятиям орогенических зон материков в течение четвертичного периода происходило значительное углубление океанических впадин, что влекло за собой постепенное увеличение общей емкости Мирового океана и его регрессию. Вместе с тем периодическая консервация масс воды в виде льдов на материках в эпохи оледенения приводила к фазам эвстатических регрессий океана и морей. В последующие межледниковья они сменялись трансгрессивными фазами. В связи с этим во многих прибрежных районах Евразии отмечаются межледниковые трансгрессии, подобные тирренской в Средиземноморье и Эвксиние и бореальной на севере Русской равнины. Однако не всюду эвстатические колебания уровня океана и морей проявлялись однозначно. В областях, испытывающих прогрессивное тектоническое погружение, например в северных районах Западной Сибири, морские трансгрессии развивались не только в межледниковья, но и в ледниковые эпохи.

На развитие озерных водоемов, полностью изолированных от Мирового океана, определяющее влияние оказывали климатические изменения, приводившие к серьезным перестройкам их водного баланса. Южные бассейны, подобные Каспию, доузуларскому Эвксину, Балхашу и другим озерам, как правило, реагировали на похолодание ледниковых эпох озерными трансгрессиями, сопровождавшимися заметным опреснением их вод. Размах и размеры озерных трансгрессий в известной степени корректировались новейшими тектоническими движениями в областях озерных впадин.

В целом четвертичный период характеризовался частыми и довольно значительными по амплитуде колебаниями уровня морей и озер, происходившими на фоне постепенной регрессии Мирового океана.

О л е д е н е н и е. Оледенение — яркое природное явление четвертичного времени. Оно привлекло к себе главное внимание исследователей. Среди типов оледенения господствовали два: наземный и подземный, отражавшие две противоположности климата — морского и континентального — в приокеанических и внутриматериковой частях северной Евразии. Площади того и другого типов оледенения располагались в значительной мере полярно, отражая, как и ныне, пространственную контрастность климата равнин в четвертичном (ледниковом) периоде. Пространственная контрастность горного оледенения была еще резче современной.

Развитие оледенения протекало на равнинах преимущественно под влиянием общеклиматических изменений, а в горах в значительной степени и под воздействием тектонического (и орографического) факторов. Для истории подземного оледенения равнин характерна полная ритмика ледниковых и межледниковых эпох. Она была отчетливее выражена в районах океанического климата. В районах резко континентального климата ритмы ледниковых пиков, вероятно, были смещены во времени по отношению к пикам ледниковых эпох в районах морского климата. Ритмика подземного оледенения была вообще очень вялой, и подземное оледенение развивалось в значительной мере антагонистично по отношению к наземному оледенению. Восходящее развитие гор обусловило общее нарастание оледенения гор. Межледниковые эпохи в том значении этого слова, которое принято для равнин, выражены в горах только для второй половины четвертичного периода.

Таким образом, местные контрасты природы, вообще столь характерные для четвертичного периода, отразились в различных темпах, контрастности и направлении развития ледников различных районов или в метакронности оледенения.

Р а с т и т е л ь н о с т ь. Развитие флоры имело и восходящий и нисходящий характер. Граница плиоцена и четвертичного периода отмечена появлением совершенно новой, перигляциальной флоры. Наравне с этим вымирают или обедняются более теплолюбивые архаичные флоры и растительные комплексы. Вместе с направленными изменениями имели место ритмические изменения флоры. В течение четвертичного периода происходит главным образом пространственная перегруппировка уже возникших ранее флористических элементов, т. е. эволюция не флор, а растительности. Образуется новая и самая молодая зона — тундровая. Пестрота растительности отражает увеличение по сравнению с плиоценом контрастности местных природных условий; некоторую

нивелировку ее только в ледниковые эпохи. Сама тундровая зона в ледниковые эпохи выражена в виде своеобразного и ныне отсутствующего местного варианта — перигляциальной холодной и сухой тундро-лесостепи.

В горах, достигавших все большей высоты, уже в плиоцене образовалось автохтонное ядро альпийской и вообще высокогорной флоры, носившей в горах Средней Азии ксерофитный характер. Горная флора через своих иммигрантов оказала значительное влияние на флору равнин.

Фауна млекопитающих. Четвертичная фауна млекопитающих также претерпела сложные и неоднократные изменения, проявившиеся прежде всего в смене ряда фаунистических комплексов, известных для различных районов Советского Союза. Наиболее характерной особенностью фауны млекопитающих является направленный характер развития. Эта направленность в развитии проявилась в том, что в конце неогена (в эоплейстоцене) происходит ярко выраженный процесс формообразования. Появляются не только новые виды, но и роды (слоны, лошади, быки и т. д.). Фауна млекопитающих конца неогена (эоплейстоцена) отличалась рядом специфических особенностей от четвертичной фауны млекопитающих. В пределах собственно четвертичного периода наряду с формообразованием (слоны, носороги, быки, лошади и др.) происходит процесс вымирания значительного количества форм (видов, родов и т. д.). Процесс вымирания является здесь господствующим. В результате этого видовой состав более молодых четвертичных фаунистических комплексов становится беднее по сравнению с более древним. Конечным результатом этого развития является современная фауна млекопитающих, сложившаяся в основном в процессе вымирания одних (мамонты, шерстистые носороги, гигантские олени и др.) и сокращения ареалов других животных (овцебыки, северные олени, песцы, сайгаки и др.).

Направленный характер развития фауны млекопитающих очень хорошо отражает общую направленность климатических и физико-географических изменений на протяжении неоген-четвертичного времени, выразившихся в похолодании и континентализации поверхности суши. В целом четвертичная фауна млекопитающих претерпела однотипные изменения на всей территории СССР. Вместе с тем устанавливаются и некоторые различия в видовом составе фаунистических комплексов, в возрастных пределах обитания некоторых животных и т. д. Эти различия обусловлены местными, провинциальными особенностями природы разных районов обширной территории СССР.

Неоднократная смена фаунистических комплексов друг другом свидетельствует о неоднократных же и значительных изменениях природной обстановки, устанавливаемых другими данными.

Человек. Развитие человека — наиболее яркий пример направленного развития (как его физического типа, так и материальной культуры и общественного строя). Человекообразные обезьяны — древнейшие люди (питекантропы, синантропы и др.) — древние люди (неандертальцы) — современные люди — таковы последовательные этапы становления современного физического типа человека, происшедшие в неоген—четвертичное время. Вместе с этим шел процесс неуклонного совершенствования орудий труда (шелль, ашель, мустье и др.), развития и усложнения общественных отношений.

Указанные закономерности имеют большое значение для решения ряда проблем четвертичной геологии и палеогеографии. Однако при этом необходимо постоянно учитывать своеобразие и специфичность остатков обитания человека. Их нельзя использовать для геологии и палеогеографии как, например, остатки флоры и фауны. В связи с этим решение ряда антрополого-археологических вопросов возможно только с привлечением геолого-геоморфологических данных. Конкретные примеры этого нами неоднократно указывались выше. Изучение остатков обитания ископаемого человека свидетельствует, что на фоне общего направленного процесса в развитии человеческого общества обнаруживаются местные особенности, отображающие многообразие и сложность поступательного движения. Вместе с этим они отображают и различия природных особенностей различных районов СССР в течение всего четвертичного периода. Это обстоятельство позволяет использовать остатки обитания палеолитического человека для выяснения провинциальных физико-географических особенностей.

Климат. Грандиозное изменение климата территории северной Евразии отмечено

на юге и на севере Русской равнины. На юге средиземноморской климат с безморозными влажными зимами и жарким, сухим летом сменился умеренным климатом, с зимами морозными и сухими, с умеренно дождливым жарким летом. На севере умеренный климат сменился ледниковым климатом, свидетелем которого было первое появление перигляциальных флор и покровного оледенения.

В целом климат четвертичного периода по сравнению с климатом плиоцена был холоднее и суше последнего.

Провинциальные особенности климата увеличивались в связи с увеличением орographicеских контрастов поверхности. Например, постепенно возрастал контраст влажного и прохладного климата высокогорий и сухого и жаркого (теплого) климата межгорных котловин. По мере роста гор «развертывалась» и высотная климатическая поясность гор.

Климатические контрасты территории СССР увеличивались и в связи с общим изменением атмосферной циркуляции Земли. Однако это планетарный процесс, и мы сможем разобрать его, только имея перед собой более исчерпывающий материал.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ (МЕСТНЫЕ) ОСОБЕННОСТИ ПРИРОДЫ

Местные особенности природы четвертичного периода были весьма контрастными. Контрасты местных особенностей природы в ледниковые эпохи увеличивались, а в межледниковые эпохи они уменьшались, но не повсеместно. Например, приледниковый растительный покров становился в ледниковые эпохи менее пестрым, чем в межледниковые. Возросли контрасты горизонтальных географических зон (поясов), местные (провинциальные) различия; контрасты высотной географической поясности также увеличились.

К началу четвертичного периода территория нашей страны располагалась в пределах только двух географических поясов — умеренного и субтропического; в течение четвертичного периода из умеренного пояса на севере вычленились субарктический (тундровый) и арктический (ледяной) пояса; размеры субтропического пояса на юге нашей страны сократились за счет разрастания умеренного пояса. Субтропические условия сохранились только на Черноморском побережье Крыма, Кавказа, в Закавказье, в Южном Туране и Таджикистане.

Географическое разнообразие природы территории СССР лучше всего видно на картах растительности. Это разнообразие выражает пестрота растительного покрова.

СИНХРОНИЗАЦИЯ СОБЫТИЙ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА

Проделанную нами синхронизацию этапов развития компонентов природы по районам и для территории СССР в целом можно видеть на «Схеме развития природы различных районов СССР в четвертичном периоде».

Принципиальные положения, на которых основано составление данной таблицы, неоднократно подчеркивались выше. Они заключаются в признании неразрывной связи временных и пространственных изменений природы. Поэтому принципиально неправомерно признавать за любой стратиграфической схемой, составленной только для одного района, значение планетарной схемы. Ни европейская часть СССР, ни Альпы или восточные районы США, взятые в отдельности, не в состоянии выполнить функцию планетарного стратиграфического ключа событий.

Планетарная хронологизация событий четвертичного периода возможна только одним путем: сравнением стратиграфии четвертичных отложений по отдельным страторайонам. Статорайоны объединяются затем в типы страторайонов, история которых сопоставляется; после этого при непременно условии правильной синхронизации событий делается возможным выделить из мозаики событий местного (хотя и в широком смысле этого слова) значения события планетарного значения. Стратиграфическим выражением последних должна явиться действительно планетарная стратиграфическая схема. Такой схемы мы еще не имеем.

Предлагаемые типы страторайонов следующие.

I. Дно океана. II. Платформенные (равнинные) области суши. III. Горы суши. Некоторые типы страторайонов надо разделять на подтипы, а все три типа страторайонов следует безусловно разделять на отдельные страторайоны. С этой точки зрения Карпаты, Кавказ, горы Средней Азии, Южной Сибири, Дальнего Востока, Северо-Востока и многие другие горные районы представляют собой отдельные страторайоны III типа страторайона гор суши.

Применительно к территории СССР изложенная выше система взглядов означает следующее. Территория нашей страны вместе с прилегающими к ней морскими пространствами относится ко всем трем типам страторайонов.

Типы и подтипы страторайонов

I. Дно океана (Северный Ледовитый океан, моря Берингово, Охотское)	II. Платформенные (равнинные) области суши. Подтип равнин континентального жаркого пустынного климата провинции Турана. Подтипы равнин морского и умеренно континентального климата: Европейская и Дальневосточная океанические провинции. Подтип равнин резко континентального холодного климата Восточно-Сибирской провинции	III. Горы суши (отдельные горные районы Юга и Востока СССР)
--	--	---

К выводам, которые изложены выше, следует добавить следующее.

Все компоненты природы всюду на территории СССР в течение четвертичного периода изменялись таким образом, что можно выделить три главные закономерности изменения:

- 1) направленные изменения природы (или развитие природы в точном значении этого слова);
- 2) ритмические изменения природы;
- 3) местные типы изменения природы.

Конечно, можно еще указать на четвертую закономерность — всеобщность изменений природы. Последняя почти очевидна. Но излагать ее еще преждевременно. Мы ограничиваем изложение сведениями, относящимися только к территории Советского Союза, но не к территории поверхности Земли в целом.

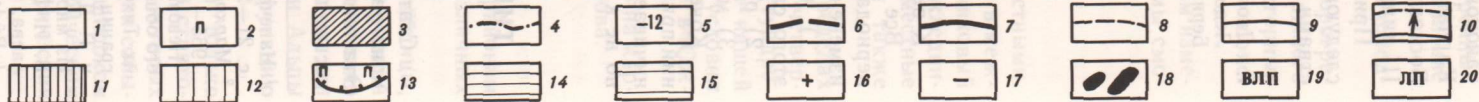
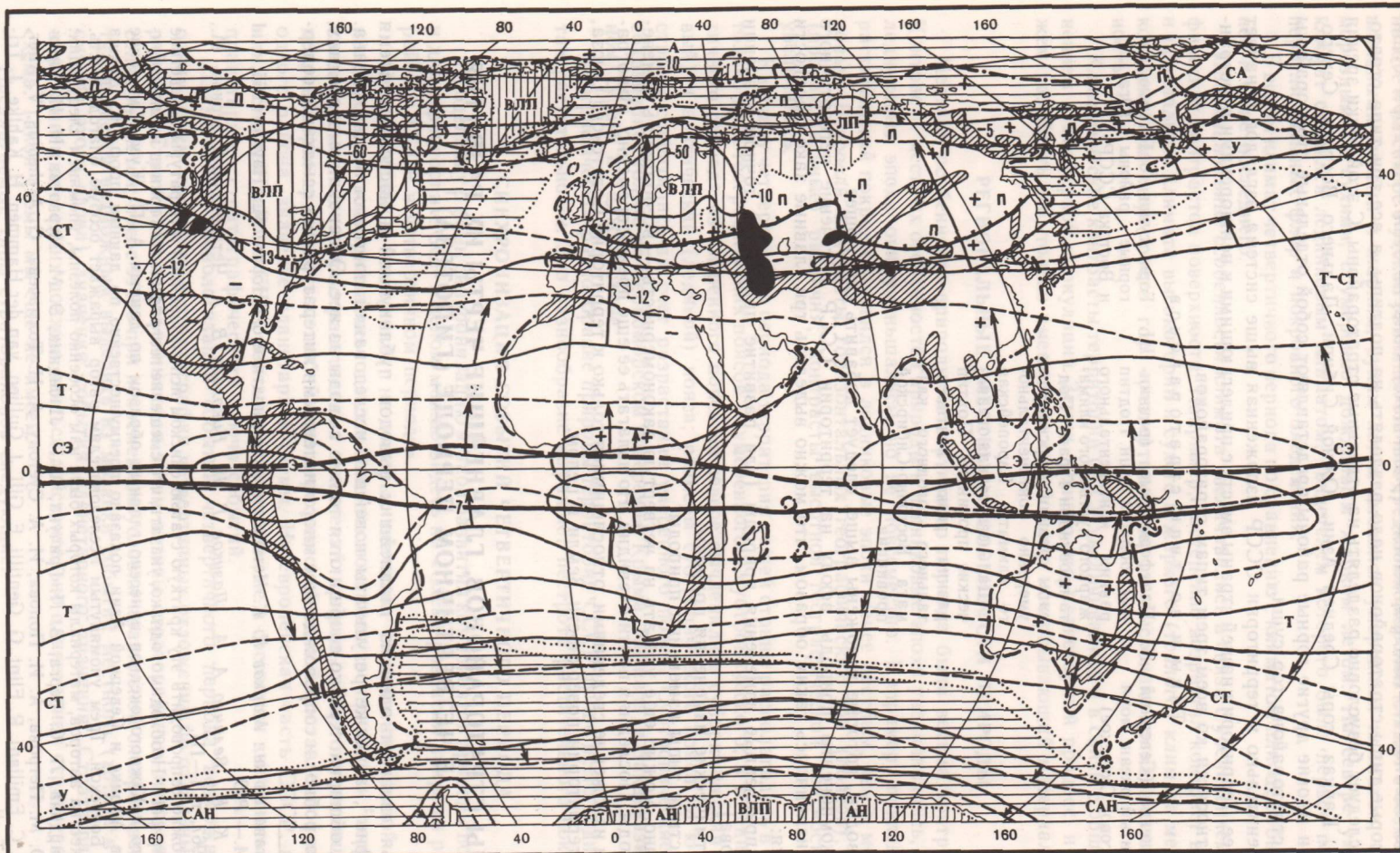
ТИПЫ СТРАТОРАЙОНОВ, ГЛАВНЕЙШИЕ ЧЕРТЫ ИХ РАЗВИТИЯ В ЧЕТВЕРТИЧНОМ ПЕРИОДЕ (ГИПОТЕЗА)¹

Статья излагает один из главнейших выводов публикуемой в настоящее время монографии², а также результаты новейших исследований по геологии дна океана. Эта тема обширна. Кратко сообщаются только выводы из нее. Обоснование последних, весьма подробное и сопровождаемое многочисленными литературными ссылками, содер-

¹ Напечатано по кн.: Марков К. К. Четвертичный период и его история. М.: Наука, 1965, т. I с. 21—24.— *Ред.*

² Марков К. К., Величко А. А., Лазуков Г. И., Николаев В. А. Четвертичный период. М., 1965—1967, т. I—III.

Невозможно сопроводить эту краткую статью списком использованной литературы вследствие его обширности. Необходимо, однако, указать, что смещение географических границ на акваториях Тихого и Южного океанов нанесено главным образом по данным А. П. Жузе. Смещение границ в Африке и Северной Азии показано преимущественно по данным проф. Ж. Дреша и Т. Д. Боярской. Трех упомянутым исследователям автор выражает особую благодарность. Из множества авторов, материалы которых были нам особенно полезны, упомянем следующих: В. И. Бардина, Л. С. Берга, В. П. Гричука, А. П. Лисицина, Э. М. Мурзаева, Н. И. Николаева, О. М. Петрова, А. И. Попова, И. А. Суетову, А. И. Толмачева, G. Arrhenius, V. Auer, J. Büdel, C. Emiliani, R. Flint, G. Gentilli, E. Gill, J. Gullien, van der Hammen, H. Kahlke, J. Tricart, C. Troll.



жится в упомянутой монографии. Выводы отображены на карте (рис. 1). Текст представляет собой лишь необходимое к ней пояснение.

В начале нашего века, отмеченного опубликованием знаменитой монографии А. Пенка и Э. Брюкнера, еще можно было считать, что законы развития природы в четвертичном периоде, установленные в одном районе, общеземные. Но с тех пор прошло более полувека. Четвертичная история изучена для многих районов Земли. Установлено местное своеобразие их развития. Наша задача — установить теперь особенности местного развития природы в четвертичном периоде, а планетарные закономерности абстрагировать на основе первых. Поэтому и нужна карта (пусть схема) как средство изображения пространственного разнообразия развития природы в четвертичном периоде.

Пространственное разнообразие развития природы изображено посредством разделения поверхности Земли на три типа страторайонов: 1) равнины суши, 2) горы суши и 3) дно океана. Каждый тип страторайонов характеризуют его фундаментальные особенности развития, отраженные в столь же фундаментальных особенностях стратиграфии четвертичных отложений.

Поверхности равнин суши развивались под влиянием (в качестве ведущего звена) солнечно обусловленных планетарных изменений температуры и увлажненности.

Поверхность гор суши развивалась под воздействием мощных неотектонических поднятий и опусканий, которые в значительной мере контролировались изменениями температуры и увлажненности.

Океан изменялся (вне колебаний увлажненности), испытывая воздействие одного, но наиболее фундаментального фактора — непостоянства температуры.

Поэтому принципиально проще всего протекала история поверхности океана. Изучение ее открывает путь для установления главных планетарных закономерностей четвертичной истории природы. Напротив, сложнее всего — история поверхности гор. Промежуточное место занимает история поверхности равнин суши.

Мы пишем «тип страторайонов», так как имеем в виду фундаментальный путь развития трех поверхностей, соотношение площадей которых составляет:

3,3%	31,4%	65,3%
высокие горы	равнины суши	дно океана

Каждый тип страторайонов разделяется на отдельные страторайоны по зональному признаку. Географы в настоящее время различают два зональных понятия: пояс и собственно зона. Географические пояса выделяются по радиационному и циркуляционному признакам. Они являются крупнейшими зональными подразделениями, которым подчинены собственно зоны.

Тип страторайонов равнин суши и тип страторайонов дна океанов разделен на страторайоны — географические пояса в Северном полушарии: арктический, субарктический, умеренный, субтропический, тропический, субэкваториальный, экваториальный пояса; в Южном полушарии: антарктический, субантарктический, умеренный, субтропический, тропический и субэкваториальный пояса. История аналогичных поясов одного

←
Рис. 1. Типы страторайонов и палеогеография в эпоху максимального похолодания плейстоценового периода

1 — дно океана (ниже изобаты — 100 м); 2 — материковые равнины-платформы; 3 — материковые области горообразования; 4 — изобата — 100 м; 5 — наибольшее похолодание по сравнению с современностью, С°; 6 — термический экватор, современное положение; 7 — термический экватор, положение в эпоху наибольшего похолодания; 8 — границы географических поясов, современное положение; 9 — границы географических поясов, положение в эпоху наибольшего похолодания; 10 — смещения границ географических поясов от времени наибольшего похолодания к последующему межледниковью или современному потеплению; 11 — современные материковые льды; 12 — древние материковые льды; 13 — древнее подземное оледенение; 14 — современные морские льды; 15 — древние морские льды (за границей современных морских льдов); 16 — увлажнение климата после максимума похолодания; 17 — усыхание климата после максимума похолодания; 18 — крупнейшие плейстоценовые озера; 19 — высокогорные ледниковые пустыни; 20 — ледниковые пустыни. Современные географические пояса: А — арктический; СА — субарктический; У — умеренный; СТ — субтропический; Т — тропический; СЭ — субэкваториальный; Э — экваториальный; САН — субантарктический; АН — антарктический

полушария, но принадлежащих двум различным типам страторайонов протекала, конечно, существенно различно. К сожалению, тип страторайонов гор при современном уровне знаний еще невозможно разделить на страторайоны по поясному высотному признаку. Выделение страторайонов — середина, но не конец всей задачи выделения достаточно детальной иерархии страторайонов. Для наших целей и этого достаточно. Но на карте можно видеть, во всяком случае, третью ступень — провинции страторайонов, например провинции наземного и подземного оледенения страторайона умеренного пояса равнин суши Северного полушария.

Весь имеющийся материал, накопленный исследованиями не в одном каком-либо излюбленном, «командующем» районе, убеждает в том, что каждый тип страторайона, страторайон, части последнего обладали большой степенью индивидуальности развития в четвертичном периоде и, следовательно, совершенно безнадежно искать какой-либо один «командующий» страторайон — фокус главных черт развития всей поверхности Земли.

ПРОБЛЕМА ВРЕМЕНИ-ПРОСТРАНСТВА³

В сказанном мы убеждаемся, рассмотрев прилагаемую карту (см. рис. 1), несмотря даже на ее схематичность. Палеогеографические особенности поверхности Земли показаны в наиболее характерное время — максимальное охлаждение поверхности Земли, соответствовавшее максимальному развитию материковых льдов в Северном полушарии. Границы типов страторайонов существенно отличались от современных как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Материки значительно увеличились в Северном полушарии и особенно в Арктике, на миллионы квадратных километров расширив пространство арктической пустыни. Берингийский Азиатско-Американский мост соединил две главные группы континентов. Высота всей суши возросла, высота гор увеличилась на километры и вызвала нераставшее похолодание и континентализацию климата.

Охлаждение земной поверхности было повсеместным, планетарным, что доказали палеотемпературные исследования. Вместе с тем охлаждение было неравномерным. В зависимости от района оно изменилось в широчайших пределах, от -4° (экваториальный пояс Тихого океана) до -50°C (высокогорные пустыни ледниковых щитов).

Охлаждение всей поверхности Земли и океана имело в качестве основного палеогеографического последствия общее перемещение границ географических поясов обоих полушарий от полюсов к экватору. Но и этот процесс имел резко выраженные местные различия. В Северном полушарии амплитуда перемещения зональных поясных границ была больше всего в современном умеренном поясе, откуда она уменьшается по мере приближения к экватору. В Южном полушарии перемещение границ вообще было более равномерным, а в антарктическом (особенно), субантарктическом и умеренном поясах — очень невелико. Перемещение поясов к экватору вызвало наложение в обоих полушариях циклонической циркуляции атмосферы, свойственной умеренным поясам, на субтропические, отчасти на тропические пояса и увлажнение последних («плювиальные эпохи»). Различие полушарий состояло в том, что в Северном полушарии огромные пространства неледниковых равнин Арктики, Субарктики и умеренного пояса, включая осушенные северные шельфовые равнины от Китая до Новосибирских островов, превращались в холодные и сухие тундро-лесостепи и холодные пустыни, что в Южном океаническом полушарии не происходило.

Смещение поясов, более интенсивное в Северном, чем в Южном, полушарии, оттеснило термический экватор в Южной Америке, Атлантическом океане и в Африке к югу. Вместе со встречным, хотя и более слабым, движением к северу поясных границ Южного полушария это вызвало сужение экваториального и субэкваториальных поясов. «Вторжение» экватора в Южное полушарие имело следствием сужение южного тропического пояса, отмеченное в Андах и Австралии, но не в северном тропическом поясе.

Вышеописанные процессы перемещения поясных границ следовали за в высшей

³ См. также: Марков К. К., Величко А. А. Четвертичный период. М., 1967, т. 3. Ред.

степени неравномерным, но повсеместным охлаждением земной поверхности (от -4 до -50°).

Меньше всего похолодала поверхность экваториального пояса океана (на $4-7^\circ$ ⁴) и Южного океана у берегов Антарктиды.

Поверхность равнин похолодала на $4-12^\circ$. Но крупнейшим исключением явились равнины, покрытые ледниковыми щитами. Они перестали быть низменными равнинами и превратились в высокогорные ледяные пустыни. Благодаря действию закона вертикальной зональности и огромному альбедо поверхность ледниковых щитов Северного полушария была так же холодна, как поверхность Антарктиды. Ориентировочно мы предполагаем охлаждение на 50° и абсолютную температуру в -50° .

Больше всего в целом похолодала поверхность высоких гор, поднятых на $1-2$ км. Мы оценили похолодание гор цифрами от 6 до 12° .

Картина увлажнения и иссушения климата была еще более мозаичная. Климат Арктики, Субарктики, умеренного пояса, Антарктики (в современных границах) стал суше, климат субтропических и тропических поясов — влажнее, северного субэкваториального пояса — суше, а южного — влажнее.

Таким образом, климат, характеризующийся температурой и увлажненностью, в различных климатических поясах изменился разнонаправленно — метакронно. Это обстоятельство, как мы уже неоднократно указывали, обязывает нас быть весьма осторожными при стратиграфических сопоставлениях, потому что фаза усыхания климата в одном районе суши и соответствующие ей осадки были зачастую синхронны фазе увлажнения климата и ее осадкам в другом районе. По этой же причине нельзя считать постулатом синхронность фаз наступания (стадии, эпохи) ледников в резко различных климатических провинциях: 1) влажной Европы и сухой Антарктиды или 2) влажной Европы и сухой Северо-Восточной Азии (ставшей еще гораздо суше в эпоху максимального оледенения). Нигде на Земле в ледниковые эпохи климат не подвергался такому иссушению, как в районе северо-восточной Азии—северо-западной части Северной Америки, где ширина суши не только возросла вдвое, но еще с севера и юга сушу сопровождал замерзший океан. Это весьма благоприятствовало континентальности климата и подземному оледенению, но противодействовало наземному оледенению. Отмеченный обширный очень сухой район ботаники рассматривают как место развития ксерофильной арктической пустыни, родственной американской прерии.

Следовательно, можно говорить о метакронном развитии природы в целом. Это понятие давно применяется в том же смысле слова по отношению к растительности и древним берегам. С теми же основаниями оно применимо к истории ледников и географическим поясам в целом.

Предлагаемая схема, возможно, в ее деталях неточна. Мы предпочли назвать ее гипотезой. Но суть схемы, по нашему мнению, не вызывает сомнения. Она состоит в том, что любой природный район земной поверхности имел свою специфику развития. Этот тезис мы также назвали «единством времени — пространства». Он получил теперь изображение на нашей карте. И так как для нашего времени характерно накопление данных о четвертичной истории всей поверхности Земли, указанный тезис должен стать теперь руководящим при стратиграфических сопоставлениях и в равной степени — при палеогеографических реконструкциях.

⁴ Всюду имеются в виду среднегодовые температуры поверхности.

КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ВОДОЕМОВ ЗЕМЛИ В НЕДАВНЕМ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ПРОШЛОМ¹

СООБЩЕНИЕ I

Настоящая статья содержит расчеты бюджетов различных водоемов Земли с целью проверки существующих гипотез о причинах колебания их уровня в четвертичном периоде. Мы разделили все водоемы на три типа: океан, бессточные озера и сточные озера. Ко второй группе принадлежит бессточное Каспийское озеро-море, расположенное в области недостаточного увлажнения. Другая группа озер расположена в области избыточного увлажнения, и поэтому она имеет и имела постоянный сток. О колебаниях уровня каждой из двух групп озер сложились различные теории, которые привели нас к анализу изменений уровня Мирового океана.

УРОВНИ БЕССТОЧНОГО КАСПИЙСКОГО ОЗЕРА-МОРЯ

Господствующую теорию колебания уровня Каспийского моря правильнее называть климатической. На более специальном (геологическом) языке ее можно также называть эвстатической или гидрократической. Климатическая теория рассматривает колебания уровня Каспийского озера-моря и других бессточных озер как следствие изменения различных компонентов климата. Настойчивее всего отмечали зависимость уровня Каспия от речного стока и главным образом от стока р. Волги. Колебания стока Волги рассматривали, в свою очередь, как климатически обусловленные. Точнее говоря, изменение стока Волги ставили в зависимость от таяния или от аккумуляции льда Европейского ледникового покрова. Бюджет последнего был также климатически обусловлен.

Современные исследователи также утверждают, что Каспий трансгрессировал в ледниковые и регрессировал в межледниковые эпохи. Допускают лишь частичное нарушение синхронности этих событий [5, 13, 14]. В своей новейшей работе Л. В. Федоров [14] даже сравнивает кривую каспийских трансгрессий с кривой альпийских оледенений А. Пенка и Э. Брикнера. Самую обширную, нижнехвалынскую, а также верхнехвалынскую трансгрессию он сопоставляет с двумя половинами валдайской ледниковой эпохи. Синхронность четвертичных трансгрессий Каспия и оледенений в Верхне-Волжском бассейне позволила предполагать функциональную связь событий и рассматривать трансгрессии Каспия как следствие ледниковых паводков р. Волги. П. В. Федоров признает также, и совершенно правильно, большое влияние второго фактора — увлажнения климата.

Никто не отрицал, конечно, влияние тектонических движений дна на колебания уровня Каспия. Однако Д. А. Туголесов [11] показал, что геократическая гипотеза каспийских трансгрессий требует допущения, что дно Каспия поднималось со средней скоростью более метра в год, а это совершенно невероятно.

Мы попытались оценить основные допущения о колебаниях уровня Каспийского озера-моря с количественной стороны, поставив следующие вопросы.

1. Гидрократическая или геократическая природа колебаний уровня?
2. Какова роль стока, в частности стока талых ледниковых вод по р. Волге?
3. Какова роль испарения с поверхности Каспия?
4. Каково различие современного и хвалынского водных бюджетов Каспия?

По карте распространения каспийских трансгрессий [2] методом планиметрирования была вычислена площадь двух хвалыньских трансгрессий. Площадь Каспийского моря увеличивалась до 663 000 км² в верхнехвалынское время и до 946 000 км² в нижнехвалынское время. Для определения объема Валдайского ледникового щита и объема той его части, которая формировала ледниковый сток Волги в эпоху последнего оледенения, была применена методика, использованная ранее для вычисления амплитуд гляциоэвстатических колебаний уровня океана [7]. В основе этой методики лежит допущение, что сечение ледникового щита можно представить в виде половины эллипсоида.

¹ Напечатано по: Океанология, 1966, вып. 5, с. 737—746. Ред.

Применительно к валдайскому ледниковому щиту параметры такого эллипсоида приняты следующие: R — радиус основания ледникового щита (расстояние от края до центра Валдайского ледникового щита), 900 км; H — максимальная высота ледникового щита, 2,5 км.

Для определения объема той части Валдайского ледникового щита, которая формировала сток Волги, нами дополнительно была вычислена протяженность части бассейна р. Волги, соприкасавшаяся с фронтом Валдайского оледенения, — она оказалась равной 550 км.

Учитывая, что талые воды могли стекать в Волгу только на протяжении в среднем не более 100 км (рис. 1), т. е. на юго-восточном склоне главного водораздела, и подставляя в формулу все перечисленные выше исходные данные, мы получили объем льда, который формировал ледниковый сток Волги:

$$\Delta V = \frac{550}{2\pi 900} \frac{2}{3} \pi H (900^2 - 800^2) = 8,7 \cdot 10^4 \text{ км}^3$$

(87 000 км³ льда равноценны 78 000 км³ воды). От полного объема Валдайского ледникового щита, который равен 3 520 000 км³, это составляет 2%.

Продолжительность «классического» (третьего) этапа Валдайской эпохи оледенения около 10 000 лет (от 20 000 до 10 000 лет назад). За 8000 лет край Валдайского ледникового щита отступил от Валдайских морен до района Ленинграда, где он оказался около 12 000 лет назад, отступив за 8000 лет на 400 км.

Соминский межстадиал (см. рис. 1) был 16 000 лет назад, и после него льды уже не переходили Балтийско-Волжский водораздел. Таким образом, принятое нами время 4000 лет, когда ледниковые воды могли стекать в Волгу, подтверждается датировкой соминского межстадиала.

Следовательно, ледниковый щит отдавал свои воды Волге в течение более 4000 лет. В таком случае Волга получила бы за 1 год в результате таяния ледникового щита 20 км³ воды. Но предварительный расчет отрезка времени, вероятно, сильно преувеличен, так как в течение только части полученного отрезка времени в 4000 лет льды могли перетекать на юг от водораздела. В межстадиальные промежутки край оледенения находился далеко на северо-западе от водораздела. Вполне возможно, что только в течение 1000—2000 лет талые ледниковые воды стекали в бассейн Волги. Тогда годовой ледниковый сток Волги был в 2—4 раза больше, но в таком случае таяние ледника могло способствовать трансгрессии Каспийского моря тоже в течение только 1—2 тыс. лет.

Интересно сравнить объем вод Каспия в современное и хвалынское время. Площадь Каспия увеличилась в нижнехвалынское время до 956 000 км², уровень поднялся на 75 м. Получаем дополнительный объем Каспия в 71 000 км³, что составляет 91% от современного объема вод моря. Средняя глубина Каспия была в то время 255 м.

Крупнейшая составная часть баланса каспийских вод — испарение — находится в зависимости от площади испаряющей поверхности и температуры.

В сингильских (окских) отложениях П. И. Дорофеев [3] определил макроскопические остатки ели, селянинеллы и кустарниковой березы, на основании чего можно с уверенностью считать, что территория всего юго-востока европейской части СССР была значительно больше облесена, чем в настоящее время. Имеются сходные палеоботанические находки и в более молодых каспийских отложениях. По данным И. И. Тумаджана [12], северный склон Большого Кавказа в конце ледникового времени был также почти безлесен. Лесной пояс оказался сниженным примерно на 1 км.

Для более западной территории Средней и Южной Европы есть оценки понижения температуры, отнесенные к Валдайской ледниковой эпохе (табл. 1).

Полученные оценки относятся к перигляциальному климату Европы.

Но Каспий находился или весь, или его южная половина не в перигляциальной, а в следующей к югу — плювиальной — полосе. В ней преобладало уже не столько похолодание, сколько увлажнение климата. На этих общих основаниях мы оценим среднюю величину годового понижения температуры для всего каспийского района не в 10° (табл. 1), а в 5—6°C. Сходные величины приводит Д. Г. Панов [9].

В ряде работ дается существенно различная оценка роли тектонических и гидрологи-

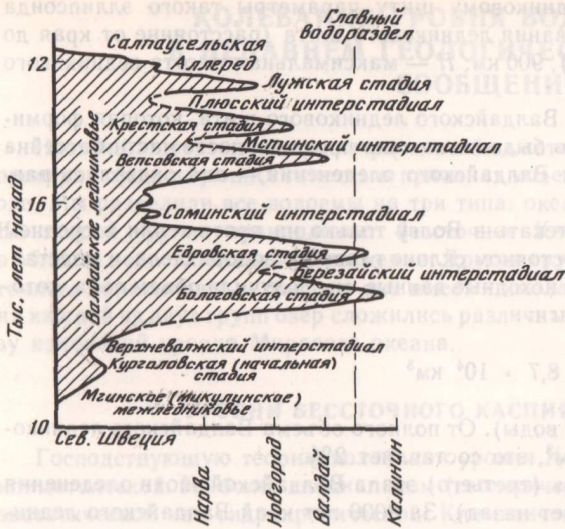
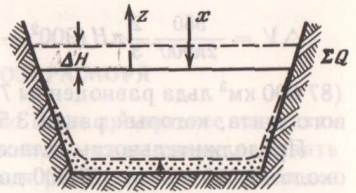


Рис. 1. Схема развития Валдайского оледенения

Рис. 2. Схема баланса воды и повышения дна бессточного озера (типа Каспийского моря)



ческих (климатических) факторов в формировании режима озер, и в частности Каспия.

Гидрологические оценки, как правило, основываются на методе водного баланса и носят количественный характер. Геологические оценки обычно основываются на общих представлениях о закономерностях движения земной коры и имеют качественный характер. Такое положение затрудняет сравнение полученных результатов.

В целях объективизации роли этих факторов и получения их количественной оценки представляется рациональным использовать балансовый метод, включив в него как гидрологические, так и тектонические факторы. Для этого совместно рассмотрим бюджет воды и тектонически обусловленное изменение высоты дна Каспийского моря. На рис. 2 дана схема баланса воды и повышения дна бессточного озера типа Каспийского озера-моря.

Рассмотрим уравнение баланса в первоначально взятом контуре озера (сплошная линия на рис. 2.). Приходная часть баланса включает в себя суммарный приток поверхностных и подземных вод (ΣQ), атмосферные осадки (xF), где F — площадь поверхности приращения объема вследствие тектонического колебания дна ($\Delta h \cdot F_{\text{дна}}$). В расходной части будут потери на испарение (zF) и прибыль или убыль воды, израсходованной на изменение уровня озера (ΔHF). Общее уравнение баланса будет иметь вид:

$$\Sigma Q + xF + \Delta hF = zF + \Delta HF \quad (1)$$

$$\text{или } F = \frac{\Sigma Q}{z - x - \Delta h + \Delta H} \quad (2)$$

При составлении уравнения водного баланса за год для многолетнего периода изменения уровня H по сравнению с разностью ($z - x$) становится пренебрежимо малым.

Тогда (2) примет вид

$$F = \frac{\Sigma Q}{z - x - \Delta h} \quad (3)$$

при выражении F в км^2 , ΣQ — в км^3 , z, x, h — в мм:

$$F = 10^6 \frac{\Sigma Q}{x - z - \Delta h} \quad (4)$$

Уравнения (2) и (3) показывают, что площадь озера определяется гидрологическими, метеорологическими и тектоническими факторами. Однако поскольку Δh мало по сравнению с z и x , роль тектонических факторов весьма мала.

Так, для Каспия разность $z - x$ за многолетний период может быть принята в 810 мм/год. Если, например, принять среднюю величину повышения (понижения) дна 10 мм/год, то, согласно (2), последнее эквивалентно изменению испарения (осадков)

Таблица 1. Охлаждение климата в конце Валдайской ледниковой эпохи

Местонахождение	Возраст и характер образования	На сколько градусов понижалась средняя температура года
Южная Польша, г. Н. Тарг	10,760 ± 300 полярная флора	10
Средиземное море в районе о-ва Сицилия	Валдайское оледенение, раковины фораминифер, изотопное определение палеотемпературы	12
Венгрия	Валдайское оледенение, различные перигляционные образования	10—12

только на 10 мм. Иначе говоря, изменение площади, обусловленное только тектоническими факторами, составит всего 1%. Поэтому наблюдавшиеся как в настоящее время, так и в геологическом прошлом крупные изменения площади моря не могли быть вызваны тектоническими причинами.

Интересно отметить, что влияние одинаковых тектонических условий на режим озер должно иметь вполне определенно выраженный характер, диктуемый географической зональностью. Действительно, по мере продвижения с юга из засушливых районов на север и в районы избыточного увлажнения разность $(z-x)$, входящая в соотношение (3), становится все меньше и меньше. При этом она может стать весьма незначительной и соизмеримой с возможными масштабами движения и деформации земной коры. В этом случае роль тектонических факторов не только в отношении уровней, но и площади озер естественно возрастет во много раз. Указанное подчеркивает необходимость дифференцированного рассмотрения тектонических факторов в различных физико-географических зонах, исходя из условия баланса влаги.

В соответствии с изложенным, пренебрегая влиянием тектонических факторов, произведем расчет основных элементов водного бюджета Каспийского озера-моря при его площади 946 000 км² (нижнехвалынская трансгрессия) и 663 000 км² (верхнехвалынская трансгрессия).

В современных условиях водный баланс Каспийского озера-моря за многолетний период по Б. Д. Зайкову [4] следующий (км³):

	Приход		Расход
Осадки	71,3	Испарение с поверхности моря	394,1
Поверхностный приток	339,5	Сток в Кара-Богаз-Гол	22,2
Подземный приток	5,5		
Итого....	416,3	Итого....	416,3

Площадь озера-моря принята равной 424 000 км² (включая Кара-Богаз-Гол). Суммарный приток поверхностных и подземных вод 345 км³ (339,5 + 5,5). Слой испарения со всего озера-моря (включая Кара-Богаз-Гол) 980 мм, слой осадков 170 мм. Площадь озера-моря для длительного периода при пренебрежении влиянием тектонических факторов, согласно (4), выражается соотношением

$$F = 10^6 \frac{\Sigma Q}{z-x} \quad (5)$$

То есть для рассматриваемого многолетнего баланса

$$F = 10^6 \frac{\Sigma Q}{z-x} = 10^6 \cdot \frac{345}{810} = 424\,000 \text{ км}^2.$$

Увеличение площади озера-моря до 946 000 км² в нижнехвалынское время могло произойти только по следующим причинам: в результате

а) увеличения стока, б) уменьшения испарения, в) одновременного увеличения стока и уменьшения испарения.

Если бы отнести этот рост площади только за счет стока, то он бы должен быть таким:

$$\Sigma Q \frac{(z-x)}{10^6} = \frac{810 \cdot 946\,000}{10^6} = 766 \text{ км}^3.$$

Аналогично если бы мы отнесли увеличение площади Каспия только за счет уменьшения разности между испарением и осадками, то она была бы равна 366 мм.

Допуская, что изменение осадков ввиду их относительно небольшого размера невелико, примем их без изменений (170 мм). В таком случае для увеличения площади моря достаточно было бы снижения испарения до величины $366 + 170 = 536$ мм.

Однако поскольку при понижении температуры изменение стока и разности испарения и осадков идет в противоположном направлении, то логичней это учесть. Допустим, что сток увеличился в K раз, соответственно разность $z - x$ уменьшится тоже в K раз, тогда балансовое равенство преобразуем в следующее:

$$F = 10^6 \frac{K^2 \Sigma Q_{\text{совр}}}{(z-x)_{\text{совр}}}, \quad (6)$$

так как

$$\frac{10^6 \Sigma Q_{\text{совр}}}{(z-x)_{\text{совр}}} = F_{\text{совр}}, \text{ то } F = K^2 F_{\text{совр}}.$$

Подставим теперь в это выражение площадь Каспия в эпоху нижнехвалынской трансгрессии (Валдайское оледенение), получим $K = 1,5$.

Следовательно, наиболее вероятным является, что сток в эту эпоху был в 1,5 раза больше, т. е. 517 км^3 .

Разность

$$z - x = \frac{810}{1,5} = 540. \quad (7)$$

Учитывая количество осадков 170 мм, получим, что слой испарения был 710 мм.

Такое допущение, хотя и вполне естественное, является до некоторой степени условным. Поэтому результаты целесообразно сопоставить с эмпирическими данными. Пользуясь расчетами элементов водного баланса, проведенными С. С. Ремизовой [10], была построена эмпирическая зависимость между осредненными по тридцатилетиям значениям ΣQ и $(z - x)$. Эта зависимость аналитически выражается соотношением

$$z - x = 1200 - 1,3 \Sigma Q. \quad (8)$$

Подставляя (8) в балансовое соотношение (5), получаем

$$F = 10^6 \cdot \frac{\Sigma Q}{1200 - 1,3 \Sigma Q}. \quad (9)$$

Решая (9) для площади $F = 946\,000 \text{ км}^2$, получим $\Sigma Q = 517 \text{ км}^3$, т. е. совпадающее с предыдущим: аналогичные результаты получились и для разности $(z - x)$.

Таким образом, эмпирические материалы подтверждают результаты предыдущего расчета. Расхождение в расчетах по уравнениям (8) и (9) в диапазоне площадей от $100\,000 \text{ км}^2$ до $1\,000\,000 \text{ км}^2$ находится в пределах 5—6%.

По картам испарения, составленным Б. Д. Зайковым [4], изолиния испарения 700 мм проходит в верховьях Южного Буга по направлению на Киев, немного выше верховьев Донца, затем в районе Жигулей, на верховья Урала и далее идет на восток приблизительно по 55 параллели до Омска. То есть такое положение как бы эквивалентно перемещению «ледникового» Каспия на север на 12° широты.

Приведенные данные позволяют подойти с новых позиций также к оценке имевшего место изменения температуры воздуха. Для этого был построен график связи (рис. 3) между расчетными величинами испарения с поверхности Каспийского озера-моря со средней за 4 месяца (из них 3 предыдущие) температурой воздуха по 10 станциям, окружающим Каспийское озеро-море. Зависимость получилась довольно четкая и близкая к линейной. Современному среднему за месяц испарению 82 мм соответствует средняя месячная температура воздуха 16° . Если принять испарение, полученное для эпохи Валдайского оледенения, равным 710 мм, то среднее месячное испарение будет равно 59 мм, что соответствует средней месячной температуре 11° .

Таким образом, получаем понижение температуры около 5°C . К аналогичным результатам приводят и расчеты по стоку. Так, для бассейна р. Волги Б. А. Аполлов [1]

Рис. 3. График связи между испарением и температурой воздуха для Каспийского моря

обнаружил довольно тесную связь между средним стоком Волги и температурой в ее бассейне.

Поскольку основной сток в Каспийское озеро-море формируется в бассейне Волги, нами была сопоставлена за такие же периоды времени средняя температура воздуха с общим притоком в Каспий.

При таком осреднении зависимость получилась довольно четкой и она показывает, что при снижении температуры воздуха на 1° сток в среднем увеличивается на 35 км³/год. Разница же между стоком в период нижневалдынской трансгрессии (517 км³/год), относимой к Валдайскому оледенению и современным стоком (345 км³/год) составляет 172 км³/год. Последняя величина указывает, что температура была на 5° ниже современной.

Мы приходим к таким же оценкам изменений температуры воздуха, как те, которые были приведены нами выше, но отличным от Западной Европы. Причиной этого нам представляется различие в условиях географической среды. Значительная часть Каспия находится в субтропическом поясе, где изменения климата были мягче, чем в умеренном поясе. В пределах умеренного пояса Восточной Европы в отличие от Западной и в настоящее время значительная часть территории покрыта снегом, что уже приводит к существенному снижению температуры воздуха. Поэтому вполне возможно, что здесь дополнительное влияние оледенения на снижение температуры воздуха сказалось менее значительно, чем на Западе.

В вышеприведенном анализе нижневалдынская трансгрессия синхронизировалась с Валдайским оледенением, точнее, с верхневалдайским временем, так как нижневалдайское время изучено значительно хуже, но происходила в тех же границах, исключавших значительный сток ледниковых вод в Каспий. Повторив те же расчеты, исходя из синхронности верхнехазарской трансгрессии и Валдайского оледенения, мы получим аналогичные выводы.

Для верхнехвалынского времени, принимая площадь моря равную 663 000 км² и проводя аналогичные расчеты, получим, что сток должен был составить 430 км³, а испарение снижено до 820 мм. Такое изменение климатических условий эквивалентно снижению температуры воздуха на 3—4°. Эти расчеты показывают, что достаточно было бы увеличить стоку и снизить испарению на 25%, чтобы площадь моря увеличилась в 1,5 раза. Это подчеркивает, что уровни бессточных озер весьма чутко реагируют на климатические изменения и могут служить для оценки климата Земли в историческом прошлом.

Как показали расчеты, приведенные выше, ледниковый сток осуществлялся с относительно небольшой площади оледенения. При этом интенсивное таяние ледников могло

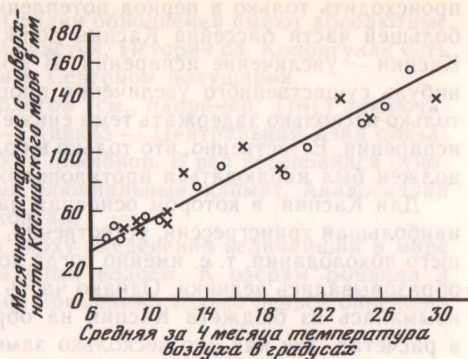


Таблица 2. Бюджет Каспийского озера-моря

Моря	Площадь Каспия, км ²	Сток в Каспий, км ³ /год	Испарение с площади Каспия, мм/год	Понижение температуры, °С
Верхнехвалыньское				
без учета ледников	663 000	430	820	3—4
с учетом ледников	663 000	450	790	3,5—4,5
Нижнехвалыньское				
без учета ледников	946 000	520	710	5
с учетом ледников	946 000	545	680	5,5
		(с учетом изъятия воды на образование ледников)		
«Современное»	424 000	345	980	—

происходить только в период потепления, т. е. тогда, когда на остальной несравнимо большей части бассейна Каспия должно начаться снижение стока, а в самом Каспии — увеличение испарения. В этих условиях нельзя было бы ожидать сколько-нибудь существенного увеличения площади Каспия, а этот дополнительный сток мог только несколько задержать темп снижения уровня озера-моря, вызванного увеличением испарения. Естественно, что только в более северных районах, где сток был ледниковый, должен был наблюдаться противоположный ход обводнения рек и озер.

Для Каспия, в котором основная часть бассейна находилась вне зоны оледенения, наибольшая трансгрессия, естественно, должна была наблюдаться в периоды наибольшего похолодания, т. е. именно тогда когда не таяли, а, наоборот, наиболее интенсивно образовывались ледники. Однако часть воды, которая расходовалась на сток при этом, изымалась из бюджета Каспия на образование ледников, что целесообразно учесть в расчетах, так как оно несколько замедляло темп роста уровней Каспия.

Уравнение (5) для этого случая запишем:

$$F = 10^6 \frac{\Sigma Q - Q_d}{z - x} \quad (10)$$

Здесь ΣQ — сток без изъятия части воды на образование ледников; Q_d — среднегодовой объем воды, расходующийся на образование ледников.

Тогда, делая аналогичные допущения, что и при выводе формулы (6), получим данные, приведенные в табл. 2.

БЕССТОЧНЫЕ ПЛЮВИАЛЬНЫЕ ОЗЕРА СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Метод балансов применяется для объяснения истории бессточных озер американского Запада и Центральной Азии. Большие американские плювиальные озера Бонвилл и Лахонтан были отрезаны от ледникового покрова горными преградами. Речные воды могли поступать в эти озера только с прилегающих гор.

Синхронность оледенений с трансгрессиями для озер Бонвилл и Лахонтан подтверждена радиоуглеродными определениями. Баланс озера Бонвилл в настоящее время и в последнюю эпоху оледенения (поздний или классический висконсин) опубликован не полностью, но основные данные достаточно известны [15] (табл. 3).

Изменения произошли, как предполагают, в результате понижения годовой температуры на 5° (по сравнению с современной температурой) и благодаря увлажнению климата.

Величина понижения температуры одинаковая с принимаемой нами для Каспия.

Озеро Бонвилл существовало на месте современного почти высохшего Большого Солевого озера. Уровень озера поднялся на 315 м, площадь его достигла площади современного Аральского озера-моря. Хотя оз. Бонвилл находилось несколько южнее Каспийского, но северные берега обоих водоемов были удалены от границы максимального распространения ледниковых щитов почти на одинаковое расстояние — около 1000 км.

Изменением водных бюджетов объясняют также трансгрессии и регрессии озер Центральной Азии [8]. Например, для оз. Зайсан подсчитано, что в эпоху наибольшего обводнения котловины озера сумма осадков превышала современную на 65%, объем речных вод — на 80%. Испарение с поверхности озера составило 60% от современного.

Очень хорошо изучена история оз. Колонгулак в Австралии. Это субтропическое озеро

Таблица 3. Бюджет оз. Бонвилл, мм

Составляющие бюджета	Современность	Время позднего висконсина (25—14 тыс. лет назад)
Осадки	200	360
Речной сток	400	Не указан
Испарение	1080	700

то возникало в фазы похолодания, то высыхало. Стадии обводнения имеют абсолютные датировки. Приток ледниковых вод, конечно, исключается. История оз. Колонгулак есть и история общих нарушений его бюджета, как и в Северном полушарии.

Прежние и новейшие воззрения палеоклиматологов (см., например: [16]) заключаются в том, что в ледниковые эпохи Средиземье — Кавказ — Центральная Азия оказались в полосе основных перемещений атлантических циклонов. В ней установился относительно прохладный и влажный, так называемый пльвиальный, климат. Аналогичная обстановка была в области озер Бонвилл и Лахонтан.

Каспийское озеро-море представляло собой в эпоху оледенения величайший в мире пльвиальный и в северной части — перигляциальный водоем. К озерам Бонвилл и Лахонтан и к озерам Средней и Центральной Азии применимо только первое определение — пльвиальные озера.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аполлов Б. А.* Влияние температуры воздуха на сток рек.— В кн.: Вопросы гидрологии. М.: Изд-во МГУ, 1957, с. 19—24.
2. *Брод И. О., Ушко К. А., Федоров П. В.* Карта: Распространение каспийских трансгрессий: раннехвалынской, позднехвалынской и новокаспийской.— В кн.: *Марков К. К., Гричук М. Е., Лазуков Г. И.* Основные закономерности развития и природы территории СССР в четвертичном периоде (ледниковом периоде — антропогене). М.: Изд-во МГУ, 1961, 173 с.; с. 109.
3. *Дорофеев П. И.* Плейстоценовые флоры Северного Прикаспия.— В кн.: Вопросы геологии восточной окраины Русской платформы и Ю. Урала, Уфа, 1960, вып. 5, с. 95—107.
4. *Зайков Б. Д.* Водный баланс Каспийского моря. Л.: Гидрометеиздат, 1946, 49 с.
5. *Леонтьев О. К.* Древние береговые линии четвертичных трансгрессий Каспийского моря.— Тр. Ин-та геологии АН ЭССР, 1961, т. 8, с. 45—64.
6. *Марков К. К.* Палеогеография. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1960. 268 с.
7. *Марков К. К., Суетова И. А.* Эвстатические колебания уровня океана.— В кн.: Современные проблемы географии. М.: Наука, 1964, с. 149—155.
8. *Мурзаев Э. М., Кузнецов Н. Т.* Озерные стадии Центральной Азии в четвертичное время.— Тр. Лаб. озероведения АН СССР, 1963, т. 15, с. 157—173.
9. *Панов Д. Г.* Палеотемпературные условия и палеоклиматическое районирование Европы в эпоху последнего оледенения.— Изв. ВГО, 1964, т. 96, № 6, с. 480—487.
10. *Ремизова С. С.* Водный баланс Каспийского моря: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1964. 24 с.
11. *Туголесов Д. А.* О причинах регрессий и трансгрессий Каспийского моря.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1948, № 6, с. 131—140.
12. *Тумаджанов И. И.* История лесов Северного Кавказа в голоцене.— В кн.: Вопросы Голоцена. Вильнюс, с. 249—266.
13. *Федоров П. В.* Стратиграфия четвертичных отложений Крымско-Кавказского побережья и некоторые вопросы геологической истории Черного моря. М., 1963. 168 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР; Вып. 88).
14. *Федоров П. В.* Стратиграфия четвертичных отложений в истории развития Каспийского моря. М., 1957. 297 с. (Тр. Геол. ин-та АН СССР; Вып. 10).
15. *Broecker W. S., Orr P. C.* Radiocarbon chronology of Lake Lahontan and Lake Bonneville.— Bull. Geol. Soc. America, 1958, vol. 69, N 8, p. 1009—1032.
16. *Schwarzbach M.* Das Klima der Vorzeit. Stuttgart; Enke, 1961. 275 S.

КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ВОДОЕМОВ ЗЕМЛИ В НОВЕЙШЕМ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ПРОШЛОМ СООБЩЕНИЕ II¹

УРОВНИ СТОЧНЫХ ОЗЕР

Теорию колебания уровня сточных озер предложил еще в 1890 г. известный шведский геолог Г. де-Геер [3]. Он применил свою теорию только к озерам Фенноскандии, но она имеет, несомненно, значение для всех областей избыточного увлажнения. Теория де Геера рассматривает колебания уровня озер как результат неотектонических движений Балтийского кристаллического щита. За исходное положение принимается постоянная сточность озера — следствие избыточного увлажнения области.

Уровень озера определяет положение порога стока. Уровень озера не может понизиться ниже и подняться выше порога стока. В первом случае озеро станет бессточным, что противоречит избыточному увлажнению территории. Во втором случае наступит

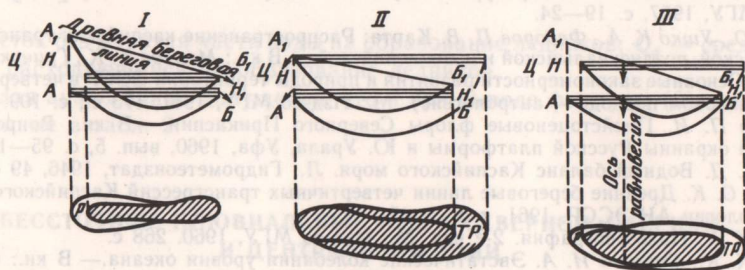


Рис. 1. Схема вариантов изменения уровня и площади сточных озер в зависимости от знака тектонических движений

быстрое торможение поднятия уровня вследствие увеличения живого сечения истока озера. Следовательно, уровень сточных озер почти не отзывается на колебания климата. Механизм колебания уровня озера климатически нейтрален. Тектонический механизм колебаний уровня сточных озер совершенно отличен от климатического механизма колебания уровня бессточных озер.

Согласно той же теории, все разнообразие тектонически обусловленных колебаний уровня сточных озер ограничено следующими тремя основными случаями (рис. 1). Они состоят в различной относительной скорости поднятия (или опускания) порога стока и противоположной ему точки берега.

Пусть в первом случае взаимное расположение точек таково, что первая поднимается медленнее всего, а вторая точка быстрее всего. Последствием является непрерывная регрессия озера. Наибольшая амплитуда регрессии совпадает с точкой, противоположной порогу стока.

Во втором случае порог стока, наоборот, поднимается быстрее всего, противоположная точка берега — медленнее всего. Результатом является непрерывная трансгрессия озера, максимальная амплитуда которой совпадает со второй точкой.

Третий случай — промежуточный и реальный. Быстрее всего поднимается точка, находящаяся не в «опозиции» к порогу стока, а занимающая промежуточное положение. Озеро как бы разделяется на две части линией — осью равновесия. По одну сторону от нее озеро трансгрессирует, а по другую — регрессирует.

Развитие озер осложняется, если положение порога стока изменялось (озеро прорывалось в новом направлении). Тогда на старую схему развития накладывалась новая схема развития озера. Это было доказано финскими исследователями для озер Ладожского, Ваянавези и других.

Однако абсолютно исключать влияние климата вряд ли правильно, как отмечал

¹ Напечатано по: Океанология, т. 6, вып. 6, 1966, с. 998—1802. Ред.

исследователь оз. Ваянавези В. Ауэр [2]. Уровненный режим сточных озер, по существу, является усложненным вариантом колебания бессточных озер. Это усложнение определяется оттоком воды из озера. Изменение приходной и расходной частей бюджета находится в состоянии естественного регулирования под воздействием двух причин — площади озера и формы кривой расхода воды у порога. Поэтому, чем круче идет кривая расходов, т. е. чем меньше увеличивается пропускная способность русла по мере роста уровней воды, тем больше становится роль климатических факторов в колебании последних.

Главными факторами, определяющими изменение уровней сточных озер, являются тектонические условия, определяющие динамику изменения отметки порога, берегов и дна озера, второстепенными — климатические факторы, определяющие динамику компонентов водного баланса.

УРОВЕНЬ МИРОВОГО ОКЕАНА

Исследования закономерностей колебания уровня Мирового океана привели к следующим выводам.

1. Мировой океан в четвертичном периоде регрессировал. Общая регрессия уровня океана была геократической, обусловленной относительным преобладанием тектонического опускания дна океана.

2. На фоне общего понижения уровня океана происходили трансгрессии, вызванные ритмами заполнения океанической впадины ледниковыми водами, стекавшими с материков в океан в межледниковые эпохи.

Значит, колебания уровня бессточного Каспийского озера-моря и Мирового океана протекали различно по времени. И трансгрессии и регрессии Каспия были главным образом гидрократические, а планетарная регрессия океана — главным образом геократическая.

Это различие столь же важно, сколь и естественно. Сток, отнесенный на единицу площади Каспийского озера-моря в единицу времени, в 8 раз больше, чем на единицу площади Мирового океана. Но если относить речной сток не к площадям, а к объемам, то энергия гидрократического фактора окажется для Каспия в 170 раз больше, так как средняя глубина океана в 21 раз больше средней глубины Каспия (180 м и 3794 м). Поэтому ведущим фактором колебания уровня для Каспийского озера-моря и был гидрократический фактор, а ведущим фактором колебания уровня Мирового океана — геократический фактор.

Трансгрессии Каспия тяготели к ледниковым эпохам, в то время как трансгрессии Мирового океана и Черного моря (тоже гидрократические) тяготели к межледниковым эпохам.

Метахронность трансгрессий распространяется на океан, с одной стороны, и на плювиальные моря-озера — с другой. Объяснение ее невозможно до тех пор, пока трансгрессии и Мирового океана (вместе с Черным морем), и Каспийского озера-моря мы будем считать «ледниковыми» — гляциоэвстатическими, как часто думали до сих пор.

Для полного объяснения метахронности трансгрессий необходимо использовать полученный вывод, что трансгрессии Каспия были вызваны главным образом уменьшением испарения влаги как с бассейна, так и с поверхности озера-моря в обстановке плювиальных эпох, синхронных оледенениям. Напротив, трансгрессии Мирового океана были трансгрессиями ледниковых паводков и уровень океана достигал максимальной высоты в межледниковые эпохи, когда океан максимально наполнился ледниковыми водами суши. Возможную амплитуду океанической трансгрессии на основе проделанных расчетов мы оценили величиной 110 м [1]. Фактор испарения, столь важный и столь изменчивый в бассейне Каспия, для Мирового океана, раскинувшегося во всех широтах и долготах Земли, не мог иметь столь существенного значения. Поэтому необходимо различать два типа климатически обусловленных трансгрессий четвертичного времени:

1) межледниковые трансгрессии Мирового океана и связанных с ним морей;
2) ледниковые трансгрессии плювиальных водоемов каспийского, бонвиллского и центральноазиатского типов.

Скажем еще несколько слов об акчагыльском бассейне. Как известно, его размеры значительно превышали размеры четвертичных трансгрессий Каспия, но конфигурации сохранялись сходные. На этом основании иногда предполагают, что акчагыльская трансгрессия была вызвана стоком талых ледниковых вод, поскольку этот вывод считался доказанным для четвертичных каспийских трансгрессий. Отсюда логически заключали, что уже акчагыльская эпоха была эпохой покровного оледенения Русской равнины, а следовательно, заведомо четвертичной эпохой.

Однако подобное заключение лишено одного из главных своих оснований. Акчагыльская трансгрессия, как и хвалынские трансгрессии, не являлась ледниково-паводковой. Она была трансгрессией испарения. В акчагыльское время климат был несколько прохладнее современного, а главное — значительно более влажный. Следовательно, можно предполагать, что испарение было меньше современного, а осадки — больше современных. Вероятно, указанные нарушения прежнего баланса и вызвали акчагыльскую трансгрессию.

Мы видели выше, что третьи совершенно особенным, главным образом геократическим, типом колебаний уровня обладают сточные озера области избыточного увлажнения («озера де-Геера»).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные материалы позволяют высказать следующие положения, объясняющие метакронность в системе океан—суша.

1. В связи с огромными размерами Мирового океана изменение в величине испарения с его поверхности не должно было бы привести к существенным изменениям его уровня по следующим причинам.

Фактор испарения для Мирового океана, раскинувшегося на всех широтах Земли, не мог иметь существенного значения.

Даже если бы наблюдалось увеличение испарения (уменьшение), то оно должно было бы в значительной мере компенсироваться увеличением осадков над океаном и частично увеличением (уменьшением) стока, вызванного этими изменениями осадков. Без изменения испарения над Мировым океаном не должно быть существенного изменения осадков.

2. Можно сделать предположение, что общее количество воды на земном шаре на протяжении четвертичного времени или оставалось постоянным, или в связи с комплексом физико-химических процессов, протекающих на земном шаре, и обменом с внешней средой имело относительно небольшие изменения во времени. При наличии этих изменений в связи с огромным масштабом и разнообразием процессов их интенсивность должна быть относительно стабильна в течение геологически ограниченного времени [1].

3. Водные ресурсы суши и океана находятся между собой в непрерывной динамической, метакронной связи.

Действительно, некоторая часть испаряющейся с поверхности Мирового океана влаги, попав в процессе круговорота на поверхность Земли, может просочиться в глубокие слои литосферы.

В настоящее время нет доказательств, что объем глубинных подземных вод постоянен, т. е. что он находится в установившемся состоянии. Если в настоящее время еще происходит или если происходило раньше пополнение запасов подземных вод, то оно вызывало неизбежное и соответствующее уменьшение запасов воды в Мировом океане,

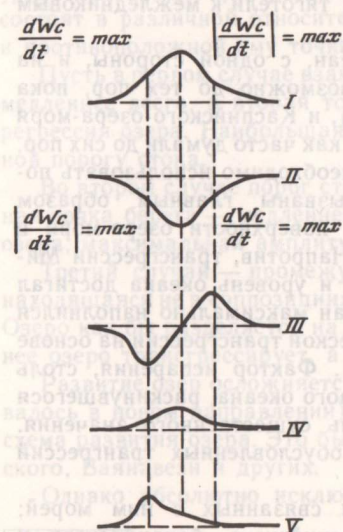


Рис. 2. Схема взаимосвязи колебаний ледников, уровней водоемов и стоков

как показал еще В. И. Вернадский. Далее, образование ледников, очевидно, вызвало соответственное уменьшение запасов воды в океане, а их таяние, наоборот, повышение. Этот процесс и некоторые вытекающие из него следствия представлены на рис. 2.

Ясно, что можно выделить следующие три типа колебаний уровней водоемов Земли.

I. Мировой океан. В период наибольшего похолодания, т. е. тогда, когда происходит наиболее интенсивное образование ледников (I) $dW_c/dt = \max$, наибольшая часть стока изымается на образование ледников и сток снижается до минимума. При последующем повышении температуры сток возрастает до своего максимума (III), который наступает с момента наибольшего таяния $dW_c/dt = \max$. Минимальный уровень океана совпадает с максимумом оледенения, а максимальный — с минимумом оледенения (II).

II. Моря-озера, где ледниковый сток невелик или отсутствует. Максимум стока в связи со снижением испарения наступает в период наибольшего похолодания (V), а минимум — в период наибольшего потепления. Уровень морей, озер с относительно небольшим опозданием следует за стоком (IV).

III. Сточные озера областей избыточного увлажнения. Колебания уровня озер преимущественно неклиматические (тектонические).

Колебания уровней водоемов трех различных типов метасинхронны. Многие водоемы на протяжении своей истории принадлежали к различным типам развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков К. К. Палеогеография. 2-е изд. М.: Географгиз, 1960. 268 с.
2. Auer V. Die postglaziale Geschichte des Venajavesisee.— Bull. Commis. geol. Finl., 1924, N 69.
3. De Geer G. Om skandinavians nivåförändringar under quartärperioden.— Geol. fören. Stockholm förhandl, 1888/1890, bd 10/12.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ¹ (кн. Четвертичный период. т. III)

Общие черты развития природы земной поверхности².

Основные черты палеогеографии земной поверхности восстановлены для наиболее характерного отрезка времени — эпохи наибольшего похолодания. Географические условия показаны двояко. Выделены: 1) типы районов (страторайонов) и 2) географические пояса (страторайоны). Обращено внимание на нетектонический контроль (обусловленность) как ведущее начало в развитии всей природы земной поверхности в плейстоцене. Общая закономерность неотектонического контроля состояла в нараставшем, т. е. направленном, похолодании всей поверхности планеты. В то же время показано пространственно неравномерное похолодание.

Похолодание было повсеместным, но пространственно разномасштабным. Изменение увлажненности было и разнонаправленным и разномасштабным. Так, если похолодание и явилось, по-видимому, повсеместным³, то интенсивность его по сравнению с современностью колебалась в различных местах от 4 до 60° С. Изменения увлажненности были, как сказано, даже разнонаправлены: одни пространства суши увлажнялись, когда другие усыхали.

Процесс «великого остепнения» внетропического пространства Северного полушария [11] начался еще в палеогене. Его нарастание прекрасно показано палеонтологами. Похолодание продолжалось в плейстоцене. Как и ранее, остепнение следовало шаг за шагом за похолоданием, а в конечном счете — за нарастающим неотектоническим

¹ Напечатано по кн.: Четвертичный период. М.: 1967, т. 3, с. 401—421.— *Ред.*

² См. также Марков К. К. Новейший геологический период — антропоген. 1960; Развитие природы земной поверхности в четвертичном периоде — антропогене, 1960. Марков К. К., Лазуков Г. И., Николаев В. А. Четвертичный период (ледниковый период — антропогенный период). Заключение, 1965 г.— *Ред.*

³ Исключение представляли опускавшиеся районы.

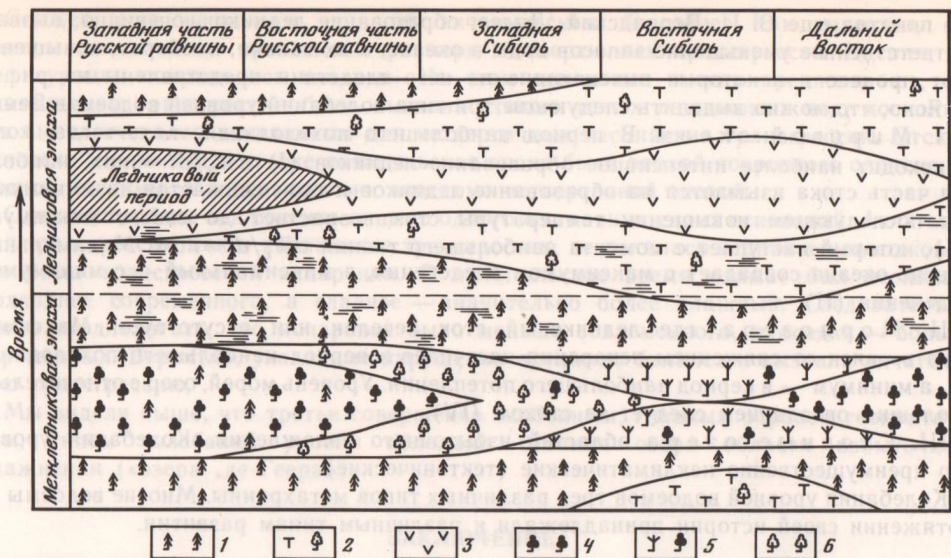


Рис. 1. Схема местных особенностей развития лесов в межледниковую и ледниковую эпохи [4]
 1 — темнохвойные леса; 2 — березовые и лиственничные редколесья; 3 — безлесные ландшафты; 4 — широколиственные леса; 5 — кедрово-сосновые леса с широколиственными породами; 6 — березовые леса («белая тайга»)

поднятием поверхности Земли. Похолодание и усыхание климата теперь доказаны, в частности, для двух противоположных районов Евразии: европейского — К. Адамом [14] — на основании изучения развития фауны млекопитающих; восточного М. П. Гричук [4] — на основании изучения развития растительности (рис. 1) ⁴.

Таким образом, установлена первая закономерность — направленное изменение, т. е. развитие всего природного комплекса: неотектоническое преобразование рельефа, образование ледниковых покровов суши и океана, развитие фауны, флоры и растительности и т. д. В поисках причин, объясняющих установленные факты, исследователь неизбежно приходит к тем палеоклиматическим обобщениям, о которых написано выше. Но климатические обобщения не оторваны от анализа комплексного изменения природы, а основаны полностью на осмысливании этих изменений.

Вторая закономерность изменений природы заключалась в пульсационных ритмах. В сочетании с ними направленные изменения представляли собой процесс развития природы в его более полном виде. Главные особенности ритмических изменений заключались в повторном чередовании эпох похолоданий и потеплений климата. Направленные и ритмические изменения географии (палеогеографии) земной поверхности проявлялись полнее всего в смещении наиболее обширных географических комплексов — географических поясов. На рис. 1 сопоставлены границы одноименных поясов в эпоху наибольшего похолодания и в современную, более теплую эпоху, напоминающую межледниковые эпохи. В положении показанных границ общей чертой является «бегство» географических поясов к экватору в эпоху похолодания. Геологические документы обнаруживают указанную особенность в Северном полушарии и не менее того — в Южном полушарии. Площадь внетропических пространств в эпоху похолодания увеличивалась за счет сокращения площади внутритропического пространства. В частности, становился уже экваториальный пояс. По сравнению с перемещением географических поясов ⁵ для эпохи наибольшего похолодания перемещение географических поясов в эпоху потепления, в том числе и в современную эпоху, можно назвать «бегством» от экватора к полюсам. Современная географическая

⁴ См. рис. 1 на с. 371. (Типы страторайонов, главнейшие черты их развития в четвертичном периоде (гипотеза) Марков К. К. Четвертичный период 1965. Ред.

⁵ Марков К. К. Четвертичный период. М.; 1967.

обстановка заключается, в частности, в увеличении площади внутритропического пространства и соответственном сокращении внетропических пространств обоих полушарий по сравнению с эпохой наибольшего похолодания. Особенно убедительными являются сравнения, сделанные для времени от конца последнего оледенения и до послеледникового термического максимума, хотя он охватывает всего несколько тысячелетий. Мы характеризовали происшедшие к концу этого ритма изменения как главные в эволюции природы послеледниковья.

Такова общая и, следовательно, планетарная закономерность направленных и ритмических изменений природы для пространства равнинной суши и для океанической поверхности.

ПРОБЛЕМА ВРЕМЕНИ-ПРОСТРАНСТВА ИЛИ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

Временные изменения. Итак, похолодание климата — главный процесс изменения природы плейстоценового периода. Похолодание направленно нарастало на протяжении плейстоценового периода. Этот вывод, возможно, сделан впервые. Читатель монографии найдет много доказательств нарастания похолодания климата в плейстоцене:

- 1) развитие холодостойких форм млекопитающих и полярной флоры;
- 2) разрежение тайги Восточной Сибири и распространение в ней холодостойкой даурской лиственницы;
- 3) развитие холодноводных диатомовых в водах Мирового океана;
- 4) общее понижение температуры океанических вод — палеотемпературная кривая;
- 5) общее понижение температуры океанических вод — кривая карбонатности осадка;
- 6) пики минимумов радиации увеличиваются или сгущаются с приближением к современности — кривая М. Миланковича в новой редакции;
- 7) увеличение высоты суши; оно неизбежно вызывало прогрессивное похолодание земной поверхности и находилось в основе всех перечисленных выше признаков похолодания.

Почему же последнее, Валдайское оледенение не было максимальным? Было обращено внимание на то, что похолодание и оледенение не одно и то же. Континентальность климата суши увеличивалась по мере ее похолодания. Но континентальность климата антагонистична оледенению. Поэтому распространение льдов в последнюю ледниковую эпоху не было максимальным в Европе и в особенности в Сибири. Вероятно, Валдайская ледниковая эпоха совпала с наиболее холодным климатом, позднее смягченным в теплом голоценовом полуритме. Не имеется оснований предполагать, что похолодание климата прекратилось. Ритмические потепления — кратковременные явления.

Пространственные изменения. Амплитуда смещения каждой отдельной природной границы была различной даже на протяжении одной и той же границы. Отличались амплитуды смещения аналогичных поясных границ Северного и Южного полушарий. Далее, неодинаковы были амплитуды смещения различных природных границ.

И наконец, похолодание Северного полушария, распространившись в Южное полушарие, повлекло за собой разное направление смещения некоторых аналогичных границ в Северном и Южном полушариях (во внутритропическом пространстве), т. е. различное развитие одноименных географических поясов в различных полушариях.

Местную неравномерность температурных изменений следует подчеркнуть прежде всего. Мало изменялись природные условия экваториального пояса. Однако нарастание температурной изменчивости к полюсам не было равномерным. К северу от экватора изменчивость природных условий возрастала к умеренному поясу — к центрам древних ледниковых щитов. В современном умеренном поясе изменчивость температурных условий на протяжении одного ритма, как мы видели, достигала 50—60°C, т. е. десятикратной величины по сравнению с тропическими поясами. Но от умеренных широт изменчивость температуры к Северному полюсу также уменьшалась, оставаясь,

однако, значительно больше изменчивости температуры внутритропического пространства.

В Южном полушарии температурная изменчивость в течение как единичных ритмов, так и всего плейстоцена была меньше, чем в Северном полушарии. Назовем отмеченную закономерность полярной антисимметрией изменчивости температуры Земли. В пределах внутритропического пространства Южного полушария изменчивость природы уменьшалась к Южному полюсу и в Антарктиде достигала, по-видимому, мирового минимума. Природные условия Антарктиды были стабильнее природных условий Арктики и, возможно, стабильнее условий экваториального пояса Земли. Неравномерную поширотную изменчивость дополняла и усложняла неравномерная секторальная (провинциальная) изменчивость природных условий. Палеотемпературные океанические исследования показали, что изменчивость температуры экваториального пояса в Атлантическом океане была значительно выше, чем в Тихом океане.

Еще большей были секторальные различия изменчивости природных условий в умеренном поясе Северного полушария. В Европейском секторе они достигали 50°C , в Восточносибирском — всего 5°C , т. е. были ниже в 10 раз. Давнишее утверждение о стабильности палеогеографических условий Восточной Сибири получило количественное подтверждение.

Геологические документы не дают оснований предполагать, что температурные изменения земной поверхности в плейстоцене различались значительно по знаку. Однако разнонаправленные одновременные изменения температуры возможны и даже вероятны, например, для сопряженных во времени поднимавшихся гор и погружавшихся межгорных впадин.

Климатические изменения поверхности суши неправильно сводить, даже в самом схематичном виде, к одним температурным изменениям. Материковый речной сток, колебания уровня и химизма водоемов, изменения органического мира зависят не только от тепла, но и от соотношения тепла и влаги. Это заставляет нас еще раз обратить внимание на колебания увлажненности суши. Направленное изменение природы поверхности суши заключалось в понижении температуры и в уменьшении увлажненности (количества водяного пара) атмосферы. Но последнее действительно пока только для северного внутритропического пространства. Что касается ритмических изменений увлажненности, то они выразились прежде всего в изменчивости увлажненности географических поясов суши. Как известно, на Земле чередуются климатические пояса повышенной и пониженной увлажненности. Совершенно очевидно, что если ритмические изменения природы состояли прежде всего в «бегстве» географических поясов от полюсов к экватору и от экватора к полюсам, то впереди и позади наступавших различных природных фронтов должны были происходить противоположные изменения увлажненности. Наше логическое умозаключение подтверждено фактами. Давно доказано, что одновременно с усыханием умеренного пояса происходило увлажнение субтропического и большей части тропического поясов⁶. Еще южнее (в Северном полушарии) происходило усыхание северного субэкваториального пояса и, наконец, увлажнение экваториального пояса. Было также показано (для Южного полушария), что в синхронный отрезок времени послеледникового термического максимума острова, лежащие южнее границы умеренного и субтропического поясов, испытали повышенную облесенность, в то время как острова, оказавшиеся расположенными с юга от этой границы, претерпели уменьшенную облесенность (на о-ве Огненная Земля отмечена такая же закономерность, только направление границ меридиональное, андийское). Необходимо отметить, что происходили не только равнонаправленные, но и разнонаправленные изменения увлажненности материков от места к месту.

Итак, изменения соотношения тепла и влаги на поверхности материков происходили в пространстве-времени неравномерно, разномасштабно и даже разнонаправленно, иначе говоря, метакронно. Изменения временные и изменения пространственные неразрывны. Ни одна из двух категорий изменений непознаваема в отрыве от другой

⁶ См. подробнее: Марков К. К. Плувиальные условия. — В кн.: Рельеф и ландшафты. М., 1977. — Ред.

категории изменений природы. Природа Земли изменялась в плейстоцене во времени-пространстве [2, 12]. Больше всего этими фактами и этим методологическим принципом пренебрегали, изучая историю оледенения.

Теория оледенения в значительной степени определяется до настоящего времени западноевропейскими исследованиями. Именно у исследователей Западной Европы сложилось представление, что одно похолодание климата вызывает оледенение суши. Но еще А. И. Воейков [3] отмечал, что при похолодании ледники в сухом климате не возникают. Следовательно, вывод европейских исследователей правилен только в его местном применении к влагообеспеченным районам: Европе, Востоку Северной Америки, Новой Зеландии, Огненной Земле и т. д. К сожалению, этому выводу стремятся придать повсеместное значение. Итак, повсеместное похолодание поверхности Земли могло вызывать не только местное увеличение наземного оледенения, но и местное (в других районах) сокращение наземного оледенения. Таково одно из положений концепции метакронности оледенения. Понятия «похолодание» и «оледенение» перестали быть синонимами с тех пор, как палеогляциология выросла из науки преимущественно европейской в науку планетарную.

Метакронность изменения природы. Понятие «метакронность» (в 1921 г.) предложил финляндский исследователь В. Рамсей. Теперь значение понятия значительно расширилось. В свое время автор термина применял его узко, только в истории образования древних береговых линий водоемов Фенноскандии. Он доказывал, что одна и та же непрерывная и кажущаяся одновозрастной древняя береговая линия является в действительности разновозрастной на отдельных отрезках, иными словами, метакронной. Например, литориновая береговая линия Балтики метакронна потому, что Литориновое море вследствие неравномерного поднятия Фенноскандии достигло своего высшего уровня на севере раньше, чем на юге Балтики. «Может образоваться топографическая непрерывная изобазовая поверхность, отдельные части которой будут зонально-последовательно разновозрастны. Для такой изобазовой поверхности я предложил название метакронной», — писал В. Рамсей [18].

Не только может быть метакронной пространственно-непрерывная древняя береговая линия, но и пространственно-непрерывная граница древнего оледенения [10]. Доказательства приведены были в нашей монографии. Нет недостатка ни в сторонниках, ни в противниках этой концепции, но известные нам возражения несостоятельны. Некоторые из них основаны на произвольно узком, ортодоксальном понимании метакронного развития оледенения как процесса только зеркального. Но подобная формулировка далеко не соответствует первоисточнику. Например, один автор [9, с. 418] писал: «... темпы развития органического мира в различных частях Сибири были неодинаковы. В частности, необходимо учитывать малую амплитуду климатических изменений Восточной Сибири (особенно Южной Якутии и Приангарья), определяющую относительную „архаичность“ животного мира и растительного покрова этих территорий на протяжении всего плейстоцена». Автор пишет здесь о метакронности явлений, хотя вдруг заявляет о «ликвидации причины», вызвавшей появление гипотезы метакронности оледенения Восточной Сибири и Европы.

Понятие о метакронном развитии природных явлений применяют и к истории растительного покрова. Рассматривая фазы развития послеледниковой растительности Средней Европы, отраженные в пыльцевых диаграммах, Ф. Фирбас [15] писал: «...когда мы имеем дело с большими расстояниями или большими различиями климата или почв, синхронизация становится все более трудной задачей. Одинаковые признаки в диаграммах, т. е. одинаковые процессы развития растительности, распространение какой-либо древесной породы могут тогда оказаться метакронными, они могут и не быть синхронными» [15, с. 13]. Таким образом, были сделаны шаги к расширению понятия о метакронном развитии природных явлений.

В нашей монографии не только приведено больше примеров. В ней осуществлен переход от представления о метакронном развитии разнообразных компонентов природы и природы в целом к представлению о взаимообусловленности временных и пространственных условий, о времени-пространстве.

Изохрония, гомотаксис и метакронность. В монографии дано

множество конкретных примеров, разбивающих иллюзии, что сходство явлений плейстоцена, установленное в различных местах, будто бы автоматически доказывает их синхронность, а различия установленных явлений столь же автоматически означают их разновременность. Мы обращаем внимание на существо вывода, отвечающего философской концепции неразрывности категорий времени и пространства.

Возражения против иллюзорной синхронизации, основанной на одном только сходстве явлений, не новы. В геологической литературе можно разыскать немало критики подобного шаблона. Много резких и справедливых замечаний принадлежат, например, А. Н. Криштофовичу. Правильные мысли высказал еще Т. Хаксли [16]. Они имеют уже столетний стаж. Т. Хаксли в речи, произнесенной еще в 1862 г., утверждал, что понятие о геологической одновременности явлений неопределенно, так что, в сущности, возможно говорить лишь об одинаковой последовательности явлений, для которой он предложил слово «гомотаксис» (сходство порядка) [6].

Очень ясно эти разумные мысли о синхронизации геологических явлений сформулировал У. Д. Метью [17]: «Обычный палеонтологический метод корреляции можно применять только осторожно и, конечно, только между соседними районами земной поверхности... Мы никогда не можем быть уверены, что сходные или даже идентичные фауны одновозрастны всюду на земной поверхности. Это определено не так в настоящее время. Современная фауна Австралии, как давно настаивает Хаксли, в общих чертах — мезозойская фауна. Частичное сходство и полная идентичность двух фаун никогда не достаточны для доказательства их синхронности» [17, с. 192]. Ярким опровержением формальной стратиграфии является третично-плейстоценовая история семейства мастодонтов. Напомним, что появление мастодонтов было местно-разновременным. Появление и миграция мастодонтов растянулись от олигоцена в Южной Азии до плейстоцена в Южной Америке, т. е. на 25 млн. лет. Местно-разновременным было также вымирание мастодонтов — от верхнего плиоцена в Европе до послеледниковья (6200 лет назад) в Северной Америке, что означает метакронность развития в 1 млн лет, а в целом, следовательно, в 25 млн. лет — 1 млн лет.

Палеонтологический метод синхронизации явлений остается главнейшим методом и в геологии плейстоцена. Поэтому высказывания Т. Хаксли, У. Д. Метью и других палеозоологов и палеоботаников представляют для нас большое значение.

Т. Хаксли [16] указал на необходимость различать единовременные явления (синхронные или изохронные) и явления, следующие друг за другом в одинаковой последовательности, но в известных пределах асинхронные (гомотаксис). Вся природа внетропических пространств четвертичного времени развивалась гомотаксично, под знаком приспособления к нарастающим местно-разнородным похолоданию и сухости климата. Формальная и неправильная (метафизическая) точка зрения привела бы нас в конце концов к логическому парадоксу — отрицанию современного разнообразия природы. Между тем именно разнообразие, а не однообразие природы является главной особенностью плейстоценового периода, а возрастание разнообразия — генеральная особенность развития природы в плейстоцене.

Совершенно понятен интерес к идее гомотаксии у исследователей новейших геологических периодов. Среди них назовем Н. И. Андрусова, Л. Ш. Давиташвили, Б. П. Жижченко. «Два отложения, с тождественной или почти тождественной фауной, — писал Н. И. Андрусов, — могут быть лишь частично одновременны (изохронны) или даже вовсе не одновременны, а лишь близки по времени. В таком случае мы можем говорить о гомотаксии» [1, с. 243]. «Основной недостаток старого палеонтологического метода заключается в его примитивности... Примитивная форма палеонтологического метода синхронизации подразумевает далее, что каждый руководящий вид появляется в данном горизонте у нижней его границы и исчезает у верхней границы... Следовательно, молчаливо принимается явно ошибочное положение, согласно которому все одновозрастные отложения должны содержать всюду одни и те же руководящие виды» [7, с. 489]. Для Понто-Каспийской области с ее резко выраженными местными особенностями развития Б. П. Жижченко [8] указал, что исследователь, восстанавливающий возраст фауны только по ее облику, мог бы прийти к парадоксальному выводу о миоценовом возрасте плейстоценовой эвксинской фауны Понта.

Прекрасной иллюстрацией изложенных идей может служить схема пространственно-временных различий растительности Евразии, составленная М. П. Гричук [4, рис. 1].

Нужны ли приведенные выше напоминания? Мы считаем их необходимыми. В палеонтологических синхронизациях явлений плейстоцена слишком часто игнорируются изложенные выше принципиальные положения. Создается даже впечатление, что синхронизация явлений плейстоценового времени неблагоприятно отличается от синхронизации явлений других геологических периодов. Между тем к плейстоценовому периоду следует применять теорию синхронизации явлений очень тонко, избегая шаблона. Ведь в плейстоцене развитие природы протекало от ее относительного пространственного однообразия к ее исключительному пространственному разнообразию, краткость любых выбранных отрезков времени (до 1 млн. лет) сочеталась с максимальной удаленностью районов сравниваемых явлений (вся земная поверхность).

Признав одновременность вымирания мастодонтов на земной поверхности, мы допустили бы ошибку в 1 млн лет. Такой масштаб ошибки не желателен и для палеогена (45 млн. лет), но для плейстоценового периода подобная ошибка была бы катастрофической.

Особенность плейстоцена такова, что не только ранее предложенное понятие синхронности, но и понятие гомотаксии уже недостаточно. Необходимо ввести третье понятие — метахронность явлений⁷. Разграничение их заключается в том, что понятие «метахронность» предусматривает и разнонаправленный ход развития однородных явлений, а не только запаздывание или опережение равнонаправленных процессов. Например, в одних районах ледники увеличиваются, когда в других районах они уменьшаются; или ледники в одних районах уменьшаются, а в других не изменяются; климат в одних районах становится более сухим, в других — более влажным; в межледниковые эпохи широколиственные леса в одних районах возвращаются, в других они не возвращаются в покинутые районы; в степных пространствах расселялся трогонтериевый (степной) слон, в то время когда в лесных районах расселялся древний (лесной) слон.

Сближение конкурирующих взглядов. Концепция пространства-времени (метахронности) позволяет объяснить многие казавшиеся непримиримыми расхождения взглядов. Приведем примеры.

Материковая теория оледенения и теория дрефта. Ч. Ляйелль, Ч. Дарвин, Дж. Гейки, П. А. Кропоткин стремились сочетать обе теории, но успехи первой почти заставили забыть о второй. Возрождение дрефтовой теории может начаться теперь благодаря успехам морской геологии. Выясняется, что площадь дна океана, покрытого морской мореной, не уступает площади материков, покрытой континентальной мореной. Имеются и примеры гипертрофии оценки площади материкового оледенения. Иногда подменяется местное понятие «оледенение» несравненно более значительным — планетарным понятием «похолодание».

Катастрофизм и эволюционизм. Критика катастрофизма в ее недавнем применении к плейстоцену была неправильной в методологическом и в фактическом отношениях. В процессах, протекавших в плейстоцене, катастрофы и медленные эволюционные изменения природы совмещались. Достаточно напомнить о следующем. Катастрофическими для фауны и флоры были процессы материкового оледенения. Но они сосредоточивались всего лишь на 25% площади суши и на 12% площади всей земной поверхности. Интенсивность изменения природы была вообще пространственно очень неодинакова. В области ледниковых щитов она была в 10 раз больше, чем на экваторе, в неледниковой Восточной Сибири, во внетропическом пространстве Южного полушария. Таким образом, более чем на половине площади одной только суши и, вероятно, на трех четвертях поверхности всей планеты изменения природы протекали сравнительно медленно — эволюционно, не катастрофически.

Полигляциализм и моногляциализм? Спор сторонников той и другой концепции можно теперь также признать в целом неоправданным. Авторы этих строк, анализируя

⁷ См. также: Марков К. К. Типы страторайонов, главнейшие черты их развития в четвертичном периоде (гипотеза). М., 1965.— *Ред.*

историю оледенения Европы, Северной Америки и многих других районов, являются полигляциалистами. Но они становятся моногляциалистами, обращаясь к анализу ледниковой истории Антарктиды. Таким образом, многие (но, конечно, не все) расхождения во взглядах отражали лишь неудовлетворительное состояние методологии изучения плейстоценового периода, иначе говоря, игнорирование закономерности пространства-времени.

РАЗВИТИЕ ПРИРОДЫ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

Природа. Все данные (см. I, II и III тома монографии) свидетельствуют о том, что начало нового этапа развития природы суши отодвинуто от современности ко второй половине олигоцена, т. е. на 30 млн. лет [13.] Этот этап можно назвать неотектоническим, и ему уже свойственна та направленность процессов, которая затем получила свое продолжение в плейстоцене: увеличение высоты и площади суши, усиление дифференциации географических поясов, похолодание климата, а в северном внетропическом пространстве — ксерофитизация растительности («великое остепнение») и приспособление фауны млекопитающих к обитанию в более засушливых, чем ранее, условиях среды. Все сказанное не создает, конечно, предпосылок для столь расширенного понижения плейстоценового периода. Анализ всеобъемлющего характера и постепенности указанных изменений принадлежит В. М. Сеницыну [13].

Чем продолжительнее попытки повторить обоснования понижения границы плейстоцена палеонтологическими данными, тем очевиднее становится их бесперспективность. Стимулом к таким усилиям, как известно, являются рекомендации XVIII сессии Международного геологического конгресса (Лондон, 1948 г.) применительно к территории СССР. Палеофаунисты проявляют в этом направлении настойчивость. Обоснования их заключаются главным образом в следующем:

1) в нахождении все более низкого стратиграфического положения остатков отдельных «четвертичных» родов млекопитающих, на основании чего выделяют все более древние горизонты «эоплейстоценовых» отложений (например, молдавский горизонт). Однако находки эти рассредоточены во времени и в пространстве. Отдельные представители фауны появляются на различных стратиграфических уровнях единично, что свидетельствует о постепенном характере развития фауны и всей природной среды;

2) в появлении в плейстоценовом периоде только новых подвидов млекопитающих, что совершенно недостаточно для выделения новой геологической системы. Однако еще в 1952 г. В. И. Громовой [5] определены четыре новых рода млекопитающих, появившихся на традиционной границе плейстоценового периода (*Rangifer*, *Megatoceros*, *Ovibos*, *Saiga*). С тех пор систематика млекопитающих пересматривалась и старые роды дробились (род *Elephas*). С новой точки зрения в плейстоценовом периоде произошло филогенетическое вычленение еще большего числа родов млекопитающих.

Вообще фауна и вся природа «эоплейстоцена» изменялась еще с той постепенностью, которая характеризовала эти изменения на протяжении всего палеогена и неогена. Эти изменения и сама природа были еще не плейстоценовые, а неоплиоценовые⁸. Поэтому термин «эоплейстоцен» вводит в заблуждение. Правильно говорить не о заре плейстоцена (она еще не наступила), а о закате плиоцена или о неоплиоцене. Не имеется оснований для того, чтобы признать «эоплейстоценовую» природу Европы уже плейстоценовой (-четвертичной). Зато убедительные доказательства скачка в развитии природы появляются на более позднем историческом этапе, соответствующем принятой нами нижней хронологической границе плейстоценового периода.

Здесь своевременно обратить внимание на естественный перелом в событиях, равного которому по значению природа не испытывала за аналогичные отрезки времени в течение всего растянувшегося на десятки миллионов лет постепенного палеоген-неогенового похолодания Земли. На значение перелома указывают палеотемпературные исследования, уточнившие старые, только качественные оценки. В плейстоценовом периоде похолодание земной поверхности не только продолжалось. Оно происходило в скорости, чем в плиоцене. Перелом в темпе похолодания начался вместе с первым

⁸ См. также Марков К. К. Основные стратиграфические рубежи четвертичной системы. — Тр. Комис. по изуч. четвертич. периода 1962, т. 20.

обширным покровным оледенением Северного полушария. Только такая корреляция событий понятна и с геофизической точки зрения. Продолжающиеся исследования будут, конечно, вносить все новые уточнения в определение времени наступившего скачка, но, вероятно, только в детали. Обратим внимание на то, что определению времени наступления резкого похолодания земной поверхности в монографии уделено много внимания. Выводы, полученные в результате комплексных исследований, относятся преимущественно к северному внетропическому пространству:

- 1) фауна млекопитающих: расселяются 9 новых родов, из них пять родов представлены полярными животными;
- 2) флора: впервые расселяется полярная флора;
- 3) на равнинах появляются впервые древние ледниковые покровы;
- 4) типичными становятся моренная и лёссовая формации, в последней красноцветные почвенные образования замещаются темноцветными.

Отмеченный скачок в похолодании наступает после неоплиоцена и после таких неправильно относимых к плейстоценовому периоду событий, как отложение английских крагов, ранних похолоданий Нидерландов, различных слоев Мизерны, акчагыльской и апшеронской трансгрессий и т. д.

Кромерские слои уже плейстоценовые, так как флора их молодая, не третичная. Дунайское и гюнцское оледенения (вне Альп) — явления совершенно неясные и, насколько можно судить, доплейстоценовые. Окское оледенение — раннеплейстоценовое, по-видимому, оно не было единственным. Если еще раньше его было покровное варяжское оледенение, то и его следует признать плейстоценовым. По данным 1965 г., покровные оледенения начались всего 300 000 лет назад. Революция, вызванная покровными оледенениями, побудила изменения в других компонентах природы: в развитии фауны, флоры и в появлении человека. Поэтому, по имеющимся материалам, плейстоцен начался 300 000 лет назад. Но учитывая, что окское покровное оледенение было, возможно, не самым ранним, начало плейстоцена нами отнесено к более ранней дате — 500 000 лет назад. Тот отрезок времени, который часто называют эоплейстоценом, следует причислить к плиоцену и называть неоплиоценом. Нижняя граница неоплиоцена нерезкая и неопределенная⁹.

Скачок, вызвавший нарушение медленного процесса похолодания Земли, затянувшегося на десятки миллионов лет, символизировал начало быстрого, а местами катастрофического похолодания. Скачок был подготовлен непрерывавшимся тектоническим поднятием поверхности материков. Но вызван указанный скачок мог быть только изменением восприимчивости земной поверхности к потоку приходящей солнечной радиации. Физическое изменение, обусловившее резкий упадок восприимчивости земной поверхности к солнечной радиации, заключалось в оледенении до 100 млн. км², или до 20% всей земной поверхности (континентальное+океаническое оледенение). Альbedo преобразованной льдом поверхности уменьшилось в 5 раз, а неотраженная радиация оказалась связанной в скрытой теплоте плавления льда и снега. Необходимо отметить, что ни разу в течение всего палеоген-неогенового медленного охлаждения Земли (включая и неоплиоцен) тепловой баланс земной поверхности не подвергался такому катастрофическому падению. Поэтому нижняя граница плейстоценового периода является столь резкой. Это палеоклиматическая граница, которая проводится на основе изменений различных компонентов природы.

Наступившее похолодание было планетарным процессом. Наиболее резкое его проявление охватило внетропическое пространство Северного полушария. Даже этот наиболее мощный процесс имел региональные различия. Похолодание внутритропического пространства выражалось одной десятой частью наибольшего похолодания северного внетропического пространства. В течение всего плейстоценового периода похолодание продолжалось. Но резче, чем ранее, проявились ритмические изменения природы. Они были выражены в ритмах ледниковых эпох в северном внетропическом пространстве Земли.

⁹ См. также: Марков К. К. Основные стратиграфические рубежи четвертичной системы. — Тр. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1962, т. 20.

ВОПРОСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА В ПАЛЕОЛИТЕ¹⁰

В отличие от всех биологических организмов, составляющих часть среды и находящихся в прямом соподчинении с ней, человечество развивается по своим автономным общественным законам. Действительно, если принять время всей истории человечества за 1,8 млн. лет, то на палеолит приходится около 99,5% всего времени, т. е. весь плейстоцен и геоплейстоцен (неоплиоцен). Между тем в плейстоцене, когда общество переживает один первоначальный этап (конечно, значительно развиваясь в его пределах), в природе произошли колоссальные ритмические и направленные изменения. В голоцене же всего за 10 000 лет, когда не происходило сколько-нибудь резких природных изменений, сменялись и развивались все остальные формации человеческого общества вплоть до современных.

Однако можно ли рассматривать природные условия как простой фон, на котором развивалась человеческая история? Весь опыт истории показывает, что связь между географической средой и обществом является двусторонней при активной направленной роли общества. Характер этой взаимосвязи неодинаков во времени. На заре своей истории, в палеолите характер связи со средой был более примитивным, более жестким. К тому же на протяжении основной части палеолита (более 1 700 000 лет) человек находился лишь в стадии своего формирования (от презинжантропа до поздних палеоантропов). Естественно, что в тот период, когда шло возникновение и становление нового биологического вида и когда закономерности человеческого общества только нарождались, природная обстановка не могла не влиять в большей степени, чем сейчас, на жизнь человека, оказывая «отклоняющее» влияние на процессы общественного развития, вызывая неравномерность этих процессов в отдельных районах. Природная среда оказалась одним из важнейших рычагов, способствовавших вообще появлению человека на Земле. Об этом уже говорилось выше. Вместе с тем в этот период географическая среда через влияние на биологическое состояние самих антропоидов послужила одной из причин появления у них новых функциональных навыков (стадность, изготовление орудий, потребления мяса и, следовательно, зарождение охоты), которые затем закреплялись и развивались на протяжении всей истории первобытного общества.

Археологические и антропологические находки нижнепалеолитического этапа (архантропов) известны главным образом на территории Африки, Индии, Восточного Китая, в Средиземноморье и в Западной Европе. Как можно видеть, люди этой эпохи ограничивали область своего обитания в основном пределами тропического и субтропического поясов, где в нижнем плейстоцене климат не испытывал резкого похолодания. Исключение составляют находки в Западной Европе (Мауэр, бассейн Соммы и т. д.). Однако фауна, сопровождавшая эти находки, также свидетельствует о теплом, влажном, ровном климате (находки гиппопотама)¹¹. Ни по своему физическому состоянию, ни по развитию, ни по «технической оснащенности» архантропы не могли выйти за пределы областей с мягким климатом, без резких сезонных колебаний температур. Следовательно, в этот период природные условия явно определяли область обитания общества питекантропов. Питекантропы на протяжении большей части времени своего существования не знали огня. Они вели в основном еще бродячий образ жизни, занимаясь не только охотой, но и собирательством, находя приют от непогоды и защиту от зверей в пещерах. Можно полагать, что среди закономерностей, определявших развитие общества архантропов в основной период его существования, наряду с общественными были и природные.

Во второй половине ашеля—начале мустье человек познал огонь. Овладение огнем позволило поздним архантропам выйти за пределы областей с относительно стабильным теплым климатом и существовать уже в довольно прохладных условиях.

¹⁰ Более подробно эти вопросы освещены в статье *Величко А. А. и Гвоздовер М. Д.* В кн.: *Природа и первобытное общество Восточной Европы: О роли географической среды в развитии первобытного общества.* М.: Наука, 1967.— *Ред.*

¹¹ Гиппопотам жил в Западной Европе не только в плиоцене, но и в ранние межледниковья.

В такой обстановке жили поздние архантропы — синантропы, которые уже могли очень длительное время поддерживать постоянный огонь в своей пещере.

В начале мустьерской эпохи человек — палеоантроп — уже умел сам добывать огонь. Стоянки палеоантропов, носителей мустьерской культуры, обнаруживаются не только в тропиках и субтропиках, но и на территории Средней и Западной Европы, на Русской равнине, где они проникали почти до широты 55° (стоянка Хостылево), и в суровых горных районах Средней Азии (стоянка Тешик-Таш). С этого времени меняется общий характер связи между природой и обществом. Если в более древнюю эпоху такая связь предусматривала в основном зависимость человека от природы, то с этих пор характер связи определяется уже понятием использования (освоения) природы.

Распространению поздних палеоантропов не только не препятствовали различия в природных зонах, на нем не отражались и климатические изменения во времени. Например, человек продвинулся из южных приморских районов на Русскую равнину как раз в период наступившего похолодания последней ледниковой эпохи, куда их привлекала богатая охота. Новые природные условия на равнине — отсутствие естественных укрытий, похолодание — принуждали поздних палеоантропов, уже оставивших бродячий образ жизни, самим строить наземные жилища (жилище на стоянке Молодова на Днестре).

Особенно бурно этот процесс освоения развивается в эпоху верхнего палеолита. Уже в раннюю пору верхнего палеолита человек осваивает не только горные районы, он проникает далеко на север (стоянка на Печоре). В каргинское (брянское) или сразу в послекаргинское время человек уже поселяется в южной части зоны многолетней мерзлоты в Сибири, осваиваясь в суровых резко континентальных климатических условиях. Наконец, во вторую главную фазу валдайского времени уровень развития общества настолько поднялся, что люди появляются на крайнем северо-востоке Сибири, преодолевают полосу между континентами и проникают в Северную Америку.

Резко выраженная специфика природных условий на отдельных этапах палеолита могла отражаться не только на расселении в разных районах, но в той или иной степени сказываться на особенностях хозяйства и, следовательно, материальной культуры палеолитического человека. Процесс прогрессивного развития материальной культуры, наблюдавшийся от одного этапа к другому (эопалеолит — нижний — средний — верхний палеолит), определяется прежде всего общественными законами. Вместе с тем не всюду смена этих основных этапов проходила однотипно. Здесь имеется в виду степень унаследованности от прежнего этапа в последующих традициях в изготовлении орудий.

Обращает внимание тот факт, что в отдельных районах на протяжении почти всего палеолита, т. е. на протяжении огромного отрезка времени, эти традиции в целом мало менялись. Районы с ярко выраженной унаследованностью в технике изготовления орудий расположены главным образом в тропиках и субтропиках. Так, на территории Бирмы, начиная с нижнего вплоть до позднего плейстоцена, существует и развивается одна — аньятская — культура. То же самое в районе Пенджаба, где все это время сохранялась одна — соанская — культура. Скорее всего, такое постоянство в развитии этих локальных культур было связано с относительным постоянством (слабой изменчивостью) природных условий. О том, что здесь, начиная с нижнего палеолита, удерживается жаркий климат, свидетельствуют данные, приведенные в настоящей работе. В этих условиях, когда практически в течение всего палеолита объекты охот не менялись, климатические требования к одежде и к жилью также не менялись, природа не ставила задачу резкого «технического переоснащения» и процесс шел по пути развития и совершенствования уже возникшей культуры.

Близкая картина наблюдается и на западе Средиземноморского побережья Африки (Магриб), где мустьерские традиции в материальной культуре продолжают сохраняться на протяжении всей позднепалеолитической эпохи. В этих районах в верхнем плейстоцене хотя и сказывалось влияние пловивальных и межпловивальных эпох, однако, судя по данным С. Арамбура, П. Биберсона, Г. Шубера, сколько-нибудь значительного

похолодания не прослеживается. Природные условия в верхнепалеолитическую эпоху здесь почти не менялись по сравнению с эпохой мустье. Шел промысел тех же животных, не изменились и климатически обусловленные требования к одежде и жилью. Природные объекты, с которыми взаимодействовал человек в процессе своей хозяйственной деятельности, не требовали в данном районе коренной перестройки техники при переходе от мустье к верхнему палеолиту¹².

Иная картина свойственна территориям Европы и Ближнего Востока. Переход от среднего палеолита к верхнему (середина валдайской эпохи) здесь характеризовался значительными изменениями в составе каменных орудий. Примечательно, что здесь этот переход сопровождается крупными переменами в характере географической среды. Ряд фактов об изменении климата от начала валдайской эпохи к ее второй половине в Европе изложены в главах настоящей работы. Во вторую половину валдайской эпохи похолодание климата было более значительным, чем в первую. Судя по данным С. Арамбура, Е. Бонифе, А. Бланка, в первую половину валдайской эпохи в южной части Европы сохраняется океанический, умеренный (а на юге даже теплый) климат. Лишь в середине валдая отсюда эмигрируют такие животные, как гиппопотам, носорог Мерка, лесной слон, трогонтерий. В это время на территории всей Европы вплоть до Средиземноморья вновь распространяются мамонты, шерстистые носороги, северные олени, мускусные овцебыки, лемминги, песцы; в Средиземном море проникают северные моллюски. О развитии стабильных суровых условий с началом верхнего палеолита свидетельствуют данные по стоянкам Франции.

Такая же тенденция в смене условий вырисовывается и по фауне стоянок Ближнего Востока — процент холодолюбивой фауны заметно возрастает с переходом от мустье к верхнему палеолиту. В соответствии с этими данными находятся и материалы по палеолиту Восточной Европы. Именно с верхнепалеолитическими стоянками здесь широкое распространение холодолюбивого комплекса фауны с мамонтом, шерстистым носорогом, северным оленем, песцом, леммингом и др.

Характерно, что на вторую половину валдайской эпохи приходится в Европе и главная фаза развития мерзлотных процессов. Таким образом, в Европейско-Ближневосточной провинции смена мустье верхним палеолитом проходила в условиях значительного похолодания, изменения ландшафтно-климатической обстановки.

Новые, значительно более суровые климатические условия потребовали новых охотничьих приемов. Стала необходима в большом количестве меховая одежда, а для ее выделки потребовался новый инвентарь орудия (проколки, шилья, иглы и т. д.). Нужно было строить прочные утепленные жилища. Новая специфика в хозяйстве и быте верхнепалеолитических людей Европейско-Ближневосточной провинции, обусловленная новой природной средой, несомненно, должна была вызвать и изменения в составе каменных орудий, так как новые объекты и задачи, с которыми сталкивался человек, требовали иных технических решений, чем это было раньше. Поэтому представляются вполне закономерными здесь значительные изменения в кремневом инвентаре верхнего палеолита по сравнению с мустье.

На побережье же Африки, где в это время таких крупных изменений не произошло, природные объекты, на которые воздействовал человек, сами по себе не требовали применения к ним новых технических приемов, в связи с чем здесь в технике кремневых орудий верхнего палеолита сохранились консервативные черты, унаследованные от мустье. В свете этих представлений было бы неточным любое своеобразие развития палеолитических культур на различных территориях сводить к одному понятию локальности и связывать его только с чисто общественными процессами. Локальность (в археологическом смысле) — это многолинейное развитие культур, связанное с чисто общественными закономерностями. Однако нельзя забывать и того, что локальные особенности развития верхнепалеолитических культур, например, в Европе развивались уже на фоне общего изменения каменного инвентаря при переходе от мустье к

¹² Резкая смена в технике при переходе от мустье к верхнему палеолиту наблюдается лишь на северо-востоке Африканского побережья (стоянка Хауа Фтеах). Но здесь эта культура является, по нашему мнению, аллохтонной, связанной с Ближним Востоком.

верхнему палеолиту. За тот же самый отрезок времени в Северной Африке коренная палеолитическая индустрия Магриба не претерпела таких резких общих «фоновых» изменений. Очевидно, что европейско-ближневосточная и североафриканская специфика в развитии каменного инвентаря представляют собой явление иного порядка, чем специфика в развитии инвентаря уже внутри самого европейского палеолита (локальность). Вероятно, следовало бы различать понятия провинциальности и локальности.

В отличие от локальности (т. е. своеобразия развития культур под влиянием чисто общественных закономерностей) под провинциальностью следовало бы понимать различия в развитии культур на разных территориях, связанные не только с особенностями развития самого общества, но и с особенностями развития географической среды на этих территориях, с отличиями в природных объектах, в контакт с которыми вступал человек в процессе своей деятельности. Таковы, например, Европейско-Ближневосточная и Североафриканская провинции.

Следовательно, переход от ископаемых человекообразных обезьян к гоминидам (людям) совершался в неоплиоцене («эоплейстоцене»). Этот процесс совершался в экваториальном поясе и наиболее определенно сейчас прослеживается на территории Африки.

Развитие природы, материальной культуры и человека хотя и проходило взаимосвязанно, но по своим, присущим каждому из этих компонентов законам. Одним из подтверждений самостоятельности развития указанных компонентов является отсутствие прямого жесткого соответствия между этапами развития материальной культуры, человека и природы (по принятому сейчас делению).

Так, нижнепалеолитические культуры переживают ранний плейстоцен и существуют еще в среднем плейстоцене; среднепалеолитический этап существует в среднем плейстоцене и на протяжении большей части позднего плейстоцена; верхний палеолит относится лишь к заключительной части верхнего плейстоцена. По вполне понятным причинам между этапами развития человека и материальной культуры наблюдается значительно большее соответствие, чем между ними и этапами развития природы. Однако и в этом случае соответствие неполное. Значит, смена архантропов (питекантропов) палеоантропами происходит еще в нижнем палеолите, а не на рубеже между нижним палеолитом и средним палеолитом (мустье).

Природная среда влияла на ход развития человеческого общества в плейстоцене. Это воздействие было прежде всего климатическим. Оно сильно сказывалось при переходе от антропидов к гоминидам, влияло на процесс расселения людей (особенно в нижнем палеолите), отражалось в провинциальных различиях развития материальной культуры в районах с различным ходом природных изменений.

Итак, мы пришли к выводу, что:

1) наиболее резкие изменения всей природной обстановки наступили одновременно с началом этапа покровных оледенений Северного полушария — около 500 000 лет назад или еще позднее;

2) человек или его близкий предшественник появился в экваториальной Африке значительно ранее, а именно около 1 800 000 лет назад. Оба события происходили в значительной мере независимо одно от другого. Начало двух крупнейших событий далеко не совпадало во времени. Таковы объективные факты, какими они являются в 1966 г. Они лишают нас возможности решить вопрос о начале плейстоцена единообразно. Хронология человека (человеческого общества) и хронология природы отличаются друг от друга. В этом несовпадении нет ничего непонятного, так как: 1) законы развития природы и человека не одни и те же и 2) районы крупнейших изменений природы и возникновения человека совершенно различные не только по своим современным особенностям, но и по своей новейшей геологической истории.

Человек появился рано в Экваториальной Африке (и Юго-Восточной Азии), так как там находились его предки; возникновению его способствовал определенный сдвиг в экологических условиях, размеры которого были невелики по сравнению с изменчивостью природной обстановки в более позднее время в умеренном поясе. Здесь нараставшее длительное похолодание климата вызвало появление покровных оледене-

ний, давших изменениям природы новый толчок. Изложенные факты заставляют сделать и отчасти повторить следующие замечания.

1. Термин «плейстоцен» — единственное удовлетворительное название новейшего геологического периода — не имеет ни специфически природного, ни специфически «человеческого» содержания.

2. Появление человека до начала крупных изменений природы известно только во внутритропическом пространстве, где природные изменения не только мало изучены, но и были малозначительны. Этот отрезок времени — неоплиоцен, если принимать плейстоцен в его прежнем, традиционном объеме, и эоплейстоцен, если придерживаться точки зрения, высказанной на XVIII сессии Международного геологического конгресса (Лондон, 1948 г.).

3. Понижение нижней границы плейстоцена не имеет принципиального преимущества по сравнению с ее традиционным положением.

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ОБОБЩЕНИЯ

Стратиграфическая схема должна выражать закономерности развития поверхности Земли наилучшим образом, т. е.: 1) совокупность изменений отдельных ее компонентов и 2) главные изменения предпочтительно перед второстепенными изменениями. Только схема, удовлетворяющая упомянутым требованиям, является естественной стратиграфической схемой.

Основные изменения совокупности природных компонентов, происходившие на протяжении плейстоценового периода и несколько ранее, были описаны выше. Но осталось сделать рекомендации, относящиеся к отражению основных закономерностей изменения природы в стратиграфических схемах. Последние столь же многочисленны, сколь и противоречивы. Планетарная стратиграфическая схема отсутствует. Если кто-нибудь и составит ее правильно, то она, несомненно, будет очень простой, так как лишь очень ограниченное число изменений природы происходило синхронно-равнонаправленно на всей поверхности Земли. Попыткой такого рода является рис. 2.

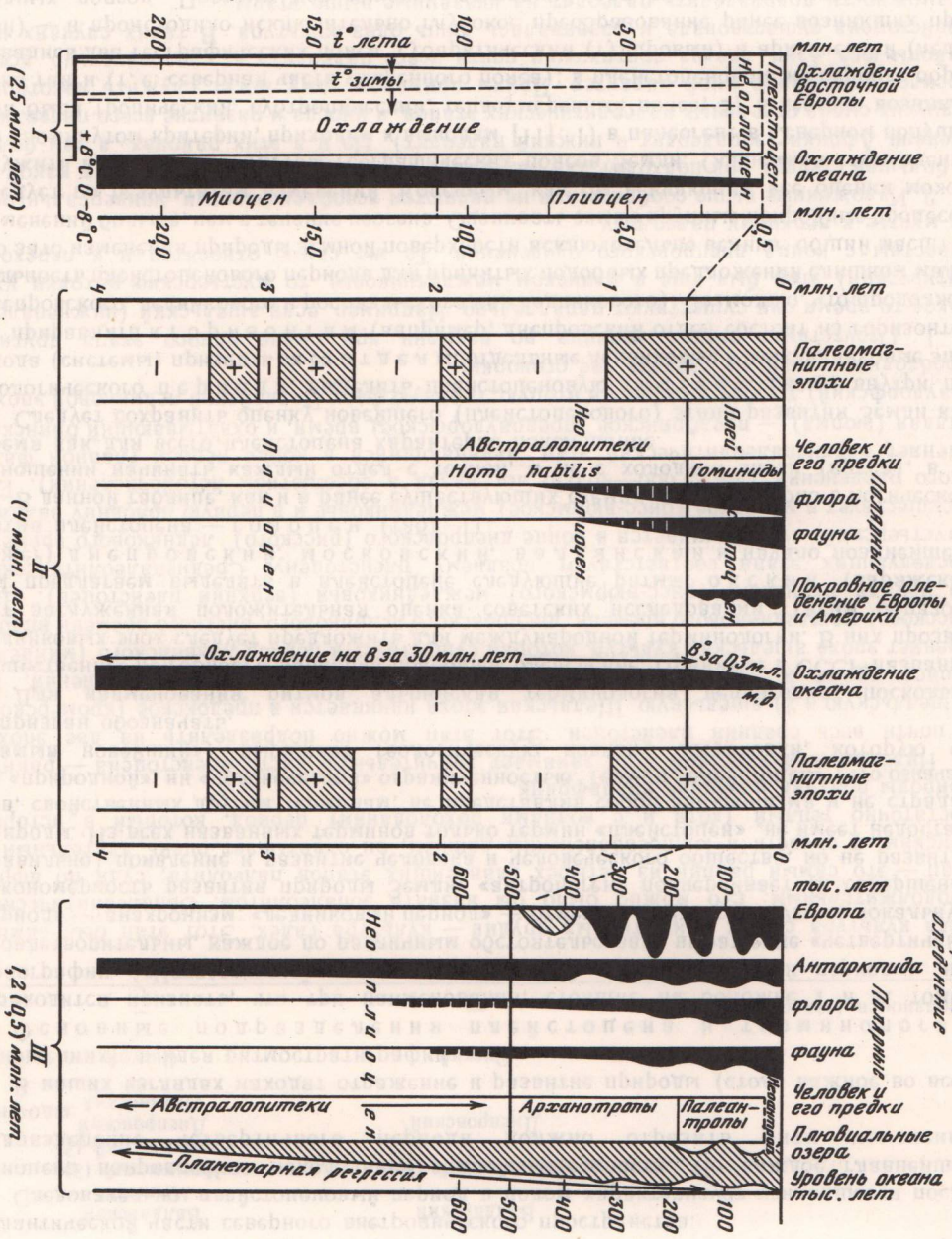
Первостепенное значение имеет правильная оценка времени начала плейстоценового периода. Вопрос оказался крайне запутанным. Мы пытались показать, что нижняя граница плейстоценового периода (системы) должна проводиться так, как это делали раньше, непосредственно перед началом первого покровного оледенения Северного полушария (оледенение Антарктиды предполагается с палеогена, но оно почти стабильно). «Эоплейстоцен» не заря плейстоцена, а закат плиоцена. На XVIII сессии Международного геологического конгресса (Лондон, 1948 г.) было высказано отрицательное отношение к традиционно принятому объему плейстоценового периода. Только в границах, установленных ранее (хотя и с частными поправками), плейстоценовый период представляет собой естественный (целостный) этап геологического развития земной поверхности, конечно, как часть еще гораздо более крупного этапа ее развития, охватывающего, как мы видели, не только неоген, но и палеоген. Отделяя «эоплейстоцен» от плейстоцена, мы, конечно, сохраняем в составе последнего голоцен (который, как природное явление, невозможно считать равноценным плейстоцену). Голоцен только часть одного из ритмических изменений природы плейстоцена. Следовательно, голоцен — незначительная часть плейстоцена. Выделение его как более крупного явления обосновывают развитием не природы, а человеческого общества, которое в голоцене было особенно существенным. Но развитие человеческого общества и развитие природы представляют собой два различных процесса, особенно на сравнительно позднем этапе.

Таким образом, исчезает необходимость деления плейстоценовой системы на три отдела. Остается только средний отдел — плейстоцен.

Разделение плейстоцена на части можно осуществить теоретически обоснованно

Рис. 2. Схематические геохронологические этапы основных событий плейстоцена, неоплиоцена и кайнозоя

I — охлаждение в течение 25 млн. лет; II — охлаждение и другие события в течение 4 млн. лет (часть плиоцена, неоплиоцен и плейстоцен); III — различные события в течение около 1,2 млн. лет (часть неоплиоцена и плейстоцен)



и практически удобно только однозначно. Для этого следует выделить в пределах плейстоцена ритмы крупнейших изменений природы, ранга ледниковых — межледниковых и соответствующих им пльвиальных — межпльвиальных эпох. Упомянутые ритмы запечатлелись в стратиграфии плейстоценовых отложений, резче всего в приатлантической части северного внетропического пространства.

Следовательно, плейстоценовый период в целом характеризуется усилившемся после плиоцена направленное похолодание земной поверхности. Но каждое главнейшее подразделение четвертичного периода должно отразить ритм изменений природы.

В наших взглядах находят отражение и развитие природы (столь важное во всех отношениях), и идея ритмостратиграфии.

Основные подразделения плейстоцена и терминология. Приходится признать, что три наименования, стоящие на обложке I и II томов монографии («Четвертичный период — ледниковый — антропогенный период»), не удовлетворительны, каждое по различным обстоятельствам: выражение «четвертичный период» — анахронизм; «ледниковый период» — отмечает самую главную, но локальную закономерность развития природы Земли; «антропоген» подчеркивает (и совершенно правильно) появление и развитие человека и человеческого общества, но не развитие природы. Из всех названных терминов только термин «плейстоцен» не имеет недостатков, свойственных другим терминам, не представляя собой анахронизма и не страдая ни «природной», ни «человеческой» ограниченностью. Термин «плейстоцен» (что означает «самый новейший») выражает геологическую новизну обстановки, которую он и призван обозначать.

Для наименования ритмов альпийская терминология непригодна, поскольку существеннее не горное, а равнинно-покровное оледенение. Принятые в СССР названия ледниковых эпох следует предложить для международной терминологии. В них прозвучит заслуженная положительная оценка советских исследований. Таким образом, мы предлагаем выделять в плейстоцене следующие ритмы: окский (варяжский тоже?) днепровский, московский, вальдский и начало позднейшего ритма плейстоцена — голоцен (табл. 1).

В данной таблице, как и в ранее существующих схемах, весьма спорно в логическом отношении начинать каждый отдел с теплой, а не с холодной эпохи (яруса), в то время как для всего плейстоцена характерно похолодание.

Следует сохранить оценку новейшего (плейстоценового) этапа развития Земли как геологического периода, выделить плейстоценовую систему, ритмы внутри периода (системы) признать за ее отделы, отдельные ледниковые и межледниковые эпохи приравнять к зонам (например, днепровский отдел состоит из горизонтов днепровского, ледникового и рославльского межледникового). Возможно, что продолжительность плейстоценового периода для принятых подобных предложений слишком мала. Но зато изменения природы земной поверхности исключительно велики: общий масштаб изменений больше, чем в течение неогена. Оценивать самые крупные природные процессы следует по результатам изменений. Конечным, как бы венчающим все оценки может служить изменение структуры географических поясов Земли. Основывая свои оценки на упомянутом критерии, приходим к выводам [11]: 1) в палеогене в Северном полушарии были тропический, субтропический, теплоумеренный пояса; 2) в неогене возникла зона тайги (т. е. северная часть умеренного пояса); в плейстоценовом же периоде образовались два географических пояса: субарктический (тундровый) и арктический (ледяной) — и происходило исключительно глубокое преобразование ранее возникших природных поясов. Поэтому нет никаких оснований для возражения против оценки плейстоцена в качестве геологического периода.

Геологический возраст этапов палеолита и стратиграфическое значение археологических культур. Вся эпоха палеолита обычно подразделяется на три главных этапа: 1) нижний палеолит — шель, ашель; 2) средний палеолит — мустье; 3) верхний палеолит. Из региональных обзоров палеолита видно, что нижнепалеолитическому (шельско-ашельскому) этапу предшествует еще один этап, когда во многих тропических и субтропических районах существо-

Таблица 1. Разделение плейстоценового периода (системы)

Период	Отдел	Ярус
1	2	3
Плейстоцен	Голоценовый	Голоценовый
	Валдайский	Валдайский Мгинский
	Московский (?)	Московский (?) Рославльский (?)
	Днепровский	Днепровский Лихвинский
	Окский	Окский
Неоплиоцен (эоплейстоцен)	—	—

вала культура самых примитивных орудий — культура галек. Этот этап был самым продолжительным. Его можно было бы назвать эопалеолитом. Эопалеолитический этап — это самый ранний из четырех главнейших этапов палеолита; судя по африканским, а отчасти и южноевропейским данным, он охватывает очень длительный и достаточно теплый (хотя и с волнами похолодания) период, который в истории природы получил название вилафранк.

Нижнепалеолитический этап занимает значительную часть плейстоцена — ранний и почти весь средний плейстоцен. Этот этап можно подразделить на две эпохи: 1) шелльскую и 2) ашельскую. Шелльская эпоха начинается в предокское (кромерское) теплое время и заканчивается в конце окского (миндельского) оледенения. Ее сменяет эпоха ашельских культур, которая существует в период лихвинского (миндель-рисского) межледникового времени, днепровского ледникового, рисского времени вплоть до начала мгинского (рисс-вюрмского) межледниковья (верхний плейстоцен). Два последующих этапа соответствуют позднему плейстоцену. Среднепалеолитический (мустьерский) этап начинается в конце днепровского (рисского) ледникового времени и существует в мгинское (рисс-вюрмское) межледниковье и в первую половину валдайского оледенения (до 35 000—40 000 лет назад в абсолютном летоисчислении). Его сменяет верхнепалеолитический этап, начинающийся в конце первой главной фазы валдая (вюрма) — предбрянское (предпаудорфское) время, и охватывающий брянский (паудорфский) теплый интервал и вторую, главную фазу Валдайской ледниковой эпохи. Необходимо сразу же сделать две оговорки:

1. Отсутствует резкая граница во времени при смене одного этапа другим; какое-то время они существуют параллельно. Например, если ашельский (нижнепалеолитический) этап был еще в мгинском межледниковье, то мустьерские находки уже известны с конца днепровского оледенения. То же самое относится и к переходу от мустье к верхнему палеолиту.

2. Изложенные выше соображения не являются всеобъемлющими, универсальными. В большей степени они подходят для палеолита Европы, Ближнего Востока, в какой-то степени Африки (эопалеолит и нижний палеолит). Но и в этих районах, а тем более в других смена отдельных палеолитических этапов, а иногда и развитие всего палеолита носило совершенно иной характер. Ярким примером тому могут служить некоторые районы юга Азии, где на протяжении почти всего палеолита и, следовательно, всего плейстоцена существовала и развивалась лишь одна культура. В таких случаях нет возможности подразделить палеолит на указанные выше этапы.

Все это важно учитывать при использовании археологических культур в стратиграфических целях. В общей форме тезис о том, что археологические культуры (и, следовательно, стоянки) имеют стратиграфическое значение, является верным. Это видно на примере изложенной выше схемы (эопалеолит датирует неоплиоцен (эоплейстоцен); шелль — кромерское (предокское) и окское время; ашель — начиная с окского, лихвинское, днепровское и мгинское время; мустье — начиная с днепровского,

мгинское и первая половина валдайского времени; верхний палеолит — вторая половина валдая). Однако, за исключением верхнепалеолитических, все остальные культуры охватывают очень большой диапазон времени, куда входит по несколько различных в климатическом отношении эпох. К тому же в некоторые периоды плейстоцена культуры различных этапов палеолита на стыках существуют параллельно. Следует также добавить, что существуют стоянки, относящиеся к различным этапам, но у которых техника изготовления кремневых орудий остается более или менее консервативной. Например, стоянки с леваллуазской техникой изготовления кремня известны, начиная с лихвинского межледниковья (ашель) и кончая первой половиной Валдайского оледенения (мустье). В связи с этим при попытках использования стоянки для датировок с большей степенью детальности возникают трудности. Эти трудности уменьшаются по мере приближения к концу плейстоцена. Так, уже среди мустьерских культур можно различать ранние, которые, скорее всего, относятся к мгинскому времени, и поздние (включая развитие мустье), которые относятся к первой половине валдая.

В более узком диапазоне позволяют получить возраст стоянки верхнего палеолита — все они относятся ко второй половине валдая. Благодаря более полным знаниям по позднему плейстоцену и культурам верхнего палеолита, вероятно, уже сейчас можно говорить о более детальном соответствии отдельных культур временным отрезкам. Например, самые ранние верхнепалеолитические культуры — ежмановская и селетская — существовали параллельно с позднемустьерскими в диапазоне около 40 000—35 000 лет назад. К предбрянскому времени (29 000—25 000 лет назад) относятся раннеориньякские и шательперронские культуры, стоянки типа граветта датируются брянским (паудорфским) интервалом и началом последующего времени. Наконец, памятники мадленского типа соответствуют второй, главной фазе валдайского оледенения. Так или иначе, попытки применения археологических культур для детальной стратиграфии требуют большой осторожности, хорошего знания археологических культур и обязательного учета местных особенностей. Например, в Восточной Европе надежно датированные мустьерские стоянки относятся всего лишь к периоду первой половины валдайской эпохи. В Африке же влияние мустьерских традиций в технике изготовления инвентаря длилось продолжительное время — почти до конца плейстоцена. Вспомним, что в отдельных районах (Пенджаб, Бирма) одна культура существовала почти на всем протяжении плейстоцена.

Таким образом, не может быть универсальной схемы стратиграфического применения археологических культур. Для каждого района должна выработываться своя схема, учитывающая специфику развития там культур и особенности развития природы. Применение археологических культур к стратиграфическим схемам с возрастающей степенью детальности уменьшает их надежность.

Концепция пространства-времени в применении к плейстоцену означает прежде всего признание, что: 1) стратиграфические и палеогеографические исследования связаны неразрывно, иначе их результаты обесцениваются; 2) они требуют одинакового внимания и равной компетентности со стороны исследователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрусов Н. И. Апшеронский ярус. М., 1923. 294 с. (Тр. Геол. ком. Н. С.; Вып. 110).
2. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 374 с.
3. Воейков А. И. Климатические условия ледниковых явлений, настоящих и прошедших. СПб., 1881. 70 с.
4. Гричук М. П. Основные черты изменения растительного покрова Сибири в течение четвертичного периода. — В кн.: Палеогеография четвертичного периода. М.: Изд-во МГУ, 1961, с. 189—206.
5. Громова В. В. Краткий обзор четвертичных млекопитающих Европы. М.: Наука, 1965. 142 с.
6. Давиташвили Л. П. Дарвинизм и проблемы геологической синхронизации. — Сов. геология, 1939, № 10/11, с. 22—39.
7. Давиташвили Л. Ш. История эволюционной палеонтологии от Дарвина до наших дней. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 575 с.
8. Жижченко Б. П. Принципы стратиграфии и унифицированная схема кайнозоя. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 312 с.
9. Зубаков В. А. Проблема геологической синхронизации в климатостратиграфии. — Сов. геология, 1963, № 8, с. 49—65.

10. Марков К. К. О метахронности оледенений.— Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., 1938, № 2/9, с. 285—296.
11. Марков К. К. Палеогеография. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1960. 268 с.
12. Марков К. К., Лазуков Г. И., Николаев В. А. Четвертичный период (ледниковый-антропо-геологический период). Т. I. Территория СССР: К VII Междунар. конгр. Асс. по изуч. четвертич. периода (ИНКВА), США. М.: Изд-во МГУ, 371 с.
13. Сикицин В. М. Древние климаты Евразии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1965. Т. I. 167 с.
14. Adam K. D. Die Bedeutung der pleistozänen Säugetier—Faunen Mitteleuropas für die Geschichte des Eiszeitalters.— Beitr. Naturk., 1961, N 78, S. 1—34.
15. Firbas F. Die synchronisierung der mitteleuropäischen Pollendiagramme.— Dan. geol. unders. R. II, 1954, N 80, s. 27—39.
14. Huxley T. H. Principles and methods of paleontology.— Annu. Rep. Smithsonian Inst. for 1869—1971, 1871, p. 363—388.
17. Matthew W. D. Climate and evolution.— Ann. N. Y. Acad. Sci., 1915, vol. 24, p. 171—318.
18. Ramsay W. Nivåforändringar och stenaldes-årsättning i det Baltiska området.— Fennia, 1926, p. 47, N 4, s. 3—68.

ПЛЮВИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ¹

ЗНАЧЕНИЕ ВОПРОСА О ПЛЮВИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Долгое время за основу хронологии плейстоцена принималась хронология ледниковых эпох. Но в последнее время эту задачу пытаются решать, исходя из хронологии плювиальных эпох (или, что правильнее, плювиальных условий). Интерес к плювиальным условиям увеличивается, в чем можно видеть результат развивающегося изучения плейстоцена тропико-экваториального пространства, которое по размеру превышает размеры районов древнего оледенения. Проблематика плювиальных условий не менее интересна. Имеются все основания предполагать, что развитие науки в Африке, Юго-Восточной Азии, Латинской Америке и СССР будет сопровождаться ростом интереса к изменению природы тропического пространства. Плювиальные условия — общепринятая, наиболее яркая черта упомянутых изменений. И они должны оставаться в фокусе внимания исследователей плейстоцена.

Поэтому наступило время привлечь внимание советских исследователей к современным представлениям о плювиальных условиях, их значению и к сложностям этой проблемы.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Гипотеза плювиальных эпох насчитывает более ста лет существования. Ее предложил Т. Джемисон [17], который объяснил былое обилие пресных озер Центральной Азии похолоданием климата и уменьшением испарения влаги в бассейнах озер в ледниковом периоде. «Пески пустынь Центральной Азии, вероятно, являются отложениями внутренних высохших озер» [17, с. 258]. Еще через четверть века плювиальная гипотеза получила большое признание после того, как были напечатаны блестящие монографии Дж. С. Рассела [22] и Д. Г. Гильберта [16], содержавшие детальный анализ смены влажных и сухих эпох Большого Бассейна в Кордильерах.

Очень рано установилось твердое мнение о синхронности плювиальных условий Большого Бассейна (субтропический пояс Северной Америки) ледниковым эпохам севера материка. Этот взгляд выдержал все испытания временем, он господствует и ныне. Вместе с тем нетрудно было показать, что связь оледенений и изменений увлажненности внеледникового Большого Бассейна хотя очень ясная и очень важная, но только косвенная. Озера возникали и усыхали потому, что изменялся климат, но не вследствие заполнения котловин талыми ледниковыми водами, как иногда думают. Обводненность Большого Бассейна увеличивалась в ледниковые эпохи. Иначе говоря, в ледниковые эпохи в Большом Бассейне устанавливались плювиальные условия.

¹ Напечатано по кн.: Рельеф и ландшафты. М.: Изд-во МГУ, 1977, с. 14—28.— Ред.

Минуя многие отдельные исследования, обратимся к двум статьям, содержащим попытки анализа ритмов увлажнения всей поверхности Земли. Они были написаны А. Пенком и Л. С. Бергом. Первый [21] обратил внимание на следы сменявших друг друга эпох увлажнения и усыхания, имеющиеся в засушливых поясах Северного и Южного полушарий. А. Пенк предположил следующую закономерность: сухие пояса смещались то к экватору, то к полюсам, поэтому при каждом смещении происходили изменения противоположного знака — увлажнение у одной и усыхание у другой границы. Много лет спустя французские исследователи назвали этот вывод гипотезой дисимметрии, так как она предполагает дисимметричное положение оси засушливого пояса по отношению к его изменившимся границам. Л. С. Берг [4] возражал А. Пенку. Он предположил, что следы одновременного увлажнения обнаружены как у северной, так и у южной границы сухого пояса. Взгляды Л. С. Берга соответствуют представлениям, получившим недавно название гипотезы симметрии [13].

Нельзя не обратить внимание на то, что исследования изменения обводненности начались и протекали одновременно и параллельно в Большом Бассейне Северной Америки и в Каспийском бассейне. Но, к сожалению, вплоть до 1966 г. [17] оба района не были сопоставлены. Исключением является только исторический этап колебаний уровня Каспия, озер Средней Азии и Казахстана [11].

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Увлажнение и усыхание отдельных территорий у границ засушливых поясов происходило неодновременно. Этот вывод принадлежит уже не истории, а современным представлениям о плювиальных условиях, хотя именно он, по-видимому, мало известен. Этот вывод возник после того, как сами исследования охватили различные территории [4, 7, 11], распространяясь постепенно от северной границы засушливого пространства Северного полушария к его южной границе. Таким образом, изменение представлений об истории увлажнения Земли повторяет историю представлений об оледенении Земли. Раньше все казалось простым, все думали, что всюду одновременно наступали ледниковые условия и всюду одновременно сухие пространства Земли обводнялись (или еще больше усыхали).

Только позднее, по мере накопления фактов, стало выясняться, что история различных явлений земной поверхности пространственно разнообразна.

СУБТРОПИЧЕСКИЙ ПОЯС

Дольше всего (более ста лет) и лучше всего нам известна история увлажнения северной полосы сухого пространства субтропиков Северного полушария. Необходимо пояснить, что понимается здесь под северной полосой сухого пространства Северного полушария. Имеется в виду главным образом субтропический пояс Северного полушария в границах, указанных Б. П. Алисовым и Б. В. Полтараусом [3]. Однако вместе с субтропическим поясом следует рассматривать и примыкающие к нему с севера районы недостаточного увлажнения умеренного пояса. Многочисленные бессточные озера, являющиеся главным объектом изучения, разбросаны как собственно в субтропическом поясе, так и в южной части умеренного пояса (Каспийское озеро-море) или в одном умеренном поясе (бессточные озера Казахстана и юга Западной Сибири).

В указанном пространстве находились и лучше изученные плейстоценовые бессточные озера: Бонвилл и Лахонтан. Остатком первого является современное Большое Солёное озеро. Ранние представления об истории Большого Бассейна Северной Америки выдержали испытание временем. Теперь они подтверждены новыми фактами, их удалось распространить на всю сушу главным образом субтропических поясов Северного и Южного полушарий, а также на южную, засушливую окраину северного умеренного пояса.

Факты и представления. Всюду (в субтропиках) озера становились больше (озеро Бонвилл — до 51 700 км², а современное Большое Солёное озеро — в 10 раз меньше) и во множестве сухих котловин возникали новые озера. Всюду — это значит в сухом

районе американского Запада. Кроме того, следует отметить гигантский пльвиальный Каспий (946 000 км² против 402 000 км² современного Каспия). Далее увеличились сохранившиеся и образовались новые озера в Северной Азии, Казахстане, Тянь-Шане (оз. Иссык-Куль), Монголии, Синцзяне. Обводнение охватило и субтропический пояс Южного полушария, где оно изучено лучше всего в Южной Австралии [9]. Этапы увлажнения и усыхания, пльвиальные и межпльвиальные условия чередовались неоднократно.

Синхронность этапов увлажнения субтропиков с этапами оледенения и этапов усыхания с межледниковыми этапами прежде представляла собой только логически вероятную гипотезу. Но теперь в США есть много одинаковых радиоуглеродных дат и для ледниковых, и для озерных отложений. Таким образом, предположение о синхронизме покровного оледенения и обводнения озерных котловин Северной Америки стало фактом. Объяснение колебания обводненности и увлажненности также сохранилось в своей основе. Предполагается следующая связь явлений: максимум атмосферного давления над североамериканским ледниковым покровом сместил к югу полосу западного переноса воздуха, характерную для умеренного пояса. Район, лежащий к югу от ледникового покрова, получал больше осадков и меньше испарял влаги (вследствие понижения температуры), чем в настоящее время. В межледниковые эпохи обстановка напоминала современную.

Предположения, указанные выше, были с успехом распространены на Средиземноморье и Среднюю Азию, для которой еще в 1939 г. И. П. Герасимов [5] предложил представление о пльвиальных и ксеротермических эпохах, сменявших друг друга. Н. Т. Кузнецов и Э. М. Мурзаев [8] описали следы былой обводненности Центральной Азии и Монголии.

Изменение размеров плейстоценового Каспия давно изучается. Количество трансгрессий и регрессий устанавливается все в большем числе. Но, к сожалению, до последнего времени не получены абсолютные датировки возраста и не было создано концепции, объясняющей гигантские разливы самого большого на Земле замкнутого водоема. А между тем раннехвалынский Каспий был еще больше существовавшего одновременно с ним оз. Бонвилл, о причинах возникновения которого написано так много хороших работ!

Только совсем недавно были определены площади древнего Каспия и сделаны расчеты его бюджета. Удалось показать, что механизм трансгрессий и регрессий для всех озер сухой полосы один и тот же. Каспий трансгрессировал не потому, что в него по руслу Волги стекало много талой ледниковой воды, а потому, что температура воздуха над Каспием понижалась, что вызвало у м е н ь ш е н и е испарения влаги с его поверхности и увеличение стока впадающих в Каспий рек в 1,4 раза (например, в валдайскую ледниковую эпоху). По климатическим причинам, а не под влиянием стока ледниковых вод изменялся уровень плейстоценового озера Иссык-Куль.

Нельзя не дополнить сказанное выше. Хотя озера лучше всего раскрывают нам историю увлажнения, но имеются и очень разнообразные другие факты. Например, в Марокко и Алжире интересных для нас озер нет, но к выводам, изложенным выше, привело изучение солифлюкций, речных долин, уровня океана, фауны и флоры. Упомяну только такой факт, как «европеизация» северо-африканской фауны, т. е. проникновение в конце плейстоцена из Европы в Северную Африку европейских млекопитающих. Таким образом, под влиянием распространившегося с севера похолодания не только путь переноса воздушных масс сместился из Европы в Северную Африку, но в Северную Африку распространились и европейские животные [9].

Итак, представления о пльвиальных условиях приобрели состояние зрелости в отношениях хронологическом, пространственном и генетическом. Пльвиальные условия стали обнаруживаться на все более значительной территории к югу от полосы субтропиков, рассмотренной выше. Но вместе с расширением области исследования обнаружилась и разновременность (метахронность) увлажнения и усыхания различных районов.

Исследования распространились к югу на тропический пояс до находившихся южнее более увлажненных зон саванн и экваториальных лесов. Самая большая тропико-субтропическая пустыня Сахара лежит между 30 и 10° с. ш. В этих широтах Африканский материал шире всего. Неудивительно, что именно Африка представила наибольшее количество фактов для освещения вопроса в целом о плювиальных условиях. История Сахары изучается крупнейшими географами Франции (Ж. Дреш, Ж. Трикар) и другими географами французской школы. Истории Сахары посвящено также исследование немецкого палеоклиматолога М. Шварцбаха. Французы обобщили новые факты еще около десятка лет тому назад. Они выдвинули представление о дисимметрическом изменении границ Сахары в плейстоцене и предполагают попеременное смещение Сахары то к югу (в холодные эпохи), то к северу (в теплые эпохи). Ширина Сахары поэтому предполагается более или менее неизменной. «Сахара мигрировала к югу» (в холодные эпохи), — писал Ж. Трикар [26, с. 166], а Ж. Дреш [13] выразил ту же мысль: «... перемещение сухого тропического пояса в южные широты во время ледниковых плювиалов, вследствие чего климатическую дисимметрию этой зоны» (с. 108).

В эпохи похолодания (ледниковые эпохи в Европе) северная граница Сахары отступала к югу. Но и южная граница Сахары тоже перемещалась в это время к югу; значит, к югу в эпохи похолодания перемещалась вся Сахара, а в более теплые эпохи Сахара перемещалась к северу. Укажу на имеющиеся доказательства.

Ж. Трикар [26] больше десятка лет тому назад привел следующие факты. В Судане, в 300 км южнее современной границы пустыни, протягивается полоса песчаных заросших эргов (дюн). Когда эрги были подвижны, здесь было суше, чем теперь, и граница Сахары находилась южнее. Но когда это было? Ж. Трикар указал, что пески эргов связаны с террасой Нигера, а последняя погружается вниз по Нигеру под уровень океана. Уровень океана погружался ниже его современного уровня не менее чем на 50 м. Доказано также, что уровень океана понижался в холодные — ледниковые — эпохи. Напомню, что террасы марокканских рек и к северу от Сахары погружаются таким же образом. Какие же существовали параллели и различия? Уровень океана, конечно, понижался повсеместно одинаково. Похолодание было тоже повсеместным. Но севернее Сахары во время похолоданий происходили увлажнения климата (наступали плювиальные условия), а на юге Сахары во время похолоданий происходило усыхание. В целом оба изменения климата можно представить себе как смещение всей Сахары к югу в эпоху (эпохи) похолодания климата.

Далее, Ж. Трикар отмечает в Судане разрезы, в которых видны два горизонта песка (желтые и розовые дюны), разделенные и подстилаемые морскими отложениями и красноцветными корами выветривания. Морские отложения (пляж) лежат выше (до 5 м) уровня океана и содержат раковины моллюска *Arca senilis*. Это была послеледниковая (5500 лет) эвстатическая трансгрессия, которой предшествовала эвстатическая регрессия 9—20 тыс. лет назад [20]. Из последних данных следует, что эпохи усыхания чередовались с эпохами увлажнения. Когда южная граница Сахары отступала к северу, уровень океана был выше современного, т. е. это были межледниковая и послеледниковая эпохи, и северная окраина Сахары наступала на север. Вся Сахара, следовательно, смещалась к северу в межледниковые эпохи, и все изложенные факты подтверждают гипотезу дисимметрии.

Таковы факты. Их дополняют и совсем новые сведения, принятые автором во внимание при составлении палеогеографической карты мира. В последнее время появились другие факты, тоже подтверждавшие гипотезу Дреша—Трикара. Все они относятся к южной границе Сахары.

Озерные отложения, известные вдоль южной границы Сахары, датированы при помощи радиоуглеродного метода. Возраст их (9 тыс. лет) свидетельствует о «большом периоде увлажнения Сахары» (Южной). Указанные даты относятся к началу послеледниковья по европейской шкале. В то время когда климат у южной границы Сахары стал влажнее, у северной границы Сахары климат стал суше (исчезло влияние

похолодания Европы). Районы увлажнения и усыхания по сравнению с предыдущим временем поменялись местами. С наступлением послеледниковья Сахара передвинулась к северу.

В той же полосе, у южной Сахары, находится оз. Чад. Вокруг озера и в особенности на север от него простирается огромная Сиахельская низина. К северу Сиахельская низина опускается до 200 м абс. высоты, оставаясь в настоящее время сухой. Низина простирается к северу до гор Тибести. Древние берега озера поднимаются до высоты 400 м, глубина озера в то время достигала 200 м. Площадь озера была гигантского размера — 330 тыс. км², что составляет 80% площади современного Каспия и в 6 раз больше оз. Бонвилл [23]. Заметим, что современный размер оз. Чад всего около 15 тыс. км².

Таким образом, если сравним отношение современных и плейстоценовых размеров трех самых больших водоемов Земли, получим «перевес» для оз. Чад: Каспий увеличился в 2—2,5 раза, Большое Солёное озеро, т. е. оз. Бонвилл, — в 10 раз, а оз. Чад — в 20 раз! Несомненно, что это различие определила исключительная равнинность окружающего оз. Чад пространства, иначе говоря, малая емкость древней озерной котловины. Возраст высокого древнего берега оз. Чад датируется между 21 и 8,5 тыс. лет. Следовательно, озеро трансгрессировало в то время, когда на севере оледенение уже убывало.

Х. Фор [14] резюмирует новые данные следующим образом. Сахара обводнялась неоднократно. В южной Сахаре между 22 и 14° с. ш. всего 10—7 тыс. лет назад полоса озер простиралась на 5000 км по широте, в то время как в северной Сахаре уже наступило усыхание. Усыхание озер началось 7,5 тыс. лет назад. В южной Сахаре «самая большая аридность совпадала с наибольшими европейскими похолоданиями» [14, с. 16], когда северная Сахара увлажнялась. Итак, плейстоценовые условия на юге и на севере Сахары наступали не синхронно, а метакронно, они не совпадали во времени. Новые данные подтвердили картографическую реконструкцию, выполненную ранее и основанную еще на данных Ж. Дреша и Ж. Трикара [13, 26]. Такой вывод понятен. Он основан на фактах, а «логически» неизбежен. Ведь когда сухая Сахара отступала с севера, она наступала к югу, и, напротив, когда она наступала на севере, на юге она отступала.

Довольно часто метеорологические условия Сахары в эпохи похолодания сравнивают с современными зимними условиями Сахары. И напротив, эпохи потепления сравнивают с современными летними условиями — в эпохи похолодания («зима») зональная система циркуляции смещалась к югу, а в эпохи потеплений она смещалась к северу («лето») [9, 14]. Двойственность плейстоценовых условий подсказала М. Шварцбаху [25] необходимость выделять не один, а два типа плейстоценовых условий: холодные и теплые плейстоценовые. Холодные плейстоценовые условия называют теперь также классическими, так как они были выделены гораздо раньше (на сто лет), чем теплые плейстоценовые условия. Значит, надо говорить «плейстоценовые условия», а не «эпоха». В одну и ту же эпоху в одних районах устанавливаются плейстоценовые условия, а в других — межплейстоценовые. Поскольку плейстоценовые условия наступали на севере и на юге засушливого пространства одновременно, к ним не следует применять название эпоха (в единственном числе). На Земле повсеместные были только эпохи потепления и похолодания; но, напротив, условия увлажнения были местные, а не повсеместные, и они наступали то там, то здесь в одну и ту же эпоху похолодания или потепления.

С. Шумм [24] показал, что и в Северной Америке к югу от засушливого пояса увлажнение наступало во время потепления, когда и реки становились многоводнее.

В сущности говоря, география плейстоценовых условий даже еще более сложна, чем было описано выше. Нам мало известны изменения увлажнения Закавказья и Ближнего Востока. О Закавказье можно получить некоторое представление по результатам изучения большого разреза озерных отложений плейстоцена, находящегося в окрестностях г. Ленинанкана. Состав пыльцы и диатомовых в слоях ленинанканского разреза свидетельствует о чередовании лесных и степных условий [6].

Итак, представление о плювиальных условиях предложено сначала для субтропиков (см. выше). Его распространили затем и на тропики, т. е. на весь засушливый пояс. Мы видели, что и в нем сосредоточены не одна, а, возможно, несколько закономерностей, несколько хронологий плювиальных условий.

Посмотрим, многое ли стало известно про изменения увлажнения экваториального пояса. Исходное положение заключалось в «жесткой» хронологической схеме, заимствованной на севере, но лишенной местной фактической и теоретической основы. Эта схема признавала четыре плювиальные эпохи (кагер, камас, канжер и гемблий по Лики [18]) с промежуточными более сухими межплювиальными эпохами. Три вопроса связаны со схемой экваториальных плювиальных эпох и все три пока решены неудовлетворительно.

Во-первых, в экваториальном поясе эпохи увлажнения были установлены только по наблюдениям террас в зоне великого африканского разлома. Между тем нельзя утверждать, что террасы и колебания уровня озер связаны именно с климатическими изменениями, а не были вызваны тектоническими движениями. Тектоническая концепция колебания уровня озер предложена Г. де-Геером еще восемьдесят лет тому назад [12]². Она является основой для изучения истории озер Фенноскандии и Канады. Из теории Г. де-Геера следует, что если озера имеют сток, то уровень таких озер изменяется не по климатическим, а по тектоническим причинам. Поэтому колебания уровня озер Фенноскандии всегда рассматривались как тектонические. Удивителен факт отнесения озерных террас рифтовой зоны к климатическим образованиям вопреки теории, на что уже указал Р. Флинт [15].

Во-вторых, синхронизация центральноафриканских «плювиалов» с европейскими (1) ледниковыми эпохами совершенно необоснованна и беспочвенна. По-видимому, синхронизация предполагаемых центральноафриканских эпох увлажнения с европейскими ледниковыми эпохами представляет собой совершенно умозрительный акт, основанный на допущении: раз «плювиал», значит, время похолодания.

В-третьих, все исследователи считают, что климатические изменения Центральной Африки были крайне незначительными, с колебаниями среднегодовых температур воздуха в пределах 2—4°. Чтобы оценить незначительность указанных правдоподобных оценок, полезно будет указать, что среднегодовые и среднемесячные температуры воздуха Момбассы и Найроби (Республика Кения) отличаются в настоящее время не на 2—4°, а на 10° (при среднемесячной температуре Момбассы от 24 до 28°). Это происходит потому, что Момбасса лежит у уровня моря, в то время как Найроби — на высоте 1670 м (хотя оба города находятся вблизи экватора). Между тем природа в этих районах очень сходная (саванна). Следует высказать удивление, что смене «плювиальных» и межплювиальных условий Центральной Африки придают большое значение, пытаясь объяснить этими сменами появление и развитие человека в Центральной Африке. Но изменение температуры воздуха на 2—4° при общем высоком температурном фоне (16—28°) не могло заметно повлиять на жизнь предков первобытного человека. Центральноафриканская плейстоценовая стратиграфия и палеогеография представляют собой много недоказанных выводов и нуждаются в пересмотре. Такой пересмотр уже начат, он основан на современных методах исследования (колонки грунта со дна больших африканских озер, изученные современными методами). Новые выводы звучат следующим образом: в Кении и Уганде «ледниковые и плювиальные эпизоды не совпали по фазе и по интенсивности, как это часто предполагали. Предварительные данные исследований показывают, что Замбия имеет другую палеолимнологию и, возможно, что палеоклиматология Восточной Африки обусловлена азиатским муссоном». Итак, вопрос заключается в создании заново стратиграфии, хронологии, палеогеографии плейстоцена; в признании весьма скромных изменений климата в плейстоцене Центральной Африки [19].

² См. также: Марков К. К. и др. Колебания уровня водоемов Земли в новейшем геологическом прошлом. Сообщение II. — Океанология, 1966, т. 6, вып. 6. — Ред.

ОБЩАЯ СХЕМА

Плейстоценовые изменения климата и в особенности изменения увлажненности протекали сложнее, чем принято считать, и многие существующие стратиграфические схемы требуют вдумчивого пересмотра с учетом палеогеографических условий.

Новые и более сложные представления ближе к фактам и поэтому достовернее. Они лучше обоснованы, и теория их тоже совершеннее, так как она основана на признании очевидности: географической зональности, пространственного чередования зон избыточного и недостаточного увлажнения. В эпохи похолодания система зон смещалась к экватору, а в эпохи потепления — смещалась к полюсам.

Сочетание очевидности периодичности увлажнения зон и их смещения должно было неизбежно вызвать метахронность увлажнения.

Изменения температуры земной поверхности и ее увлажненности происходили различным образом. По все местным (одного знака) были изменения температуры, иначе говоря, они были всюду синхронны. Местными были изменения увлажненности, протекавшие метахронно. Температура поверхности от экватора к полюсам изменяется направленно, а увлажненность изменяется от экватора к полюсам ритмически. Влажные и сухие зоны чередуются, температура же только убывает.

Итак, изменение увлажненности хотя и сравнительно сложно, но вполне закономерно. Его удалось описать для всех географических поясов обоих полушарий и показать на карте.

Необходимо обратить внимание на неточность понятия «плювиальная эпоха», точнее, «условия». Многие авторы распоряжаются указанным понятием очень свободно. Однако его физическое, иначе говоря его метеорологическое, содержание установлено далеко не строго.

Понятие, выраженное словами «плювиальные условия», определено недостаточно ясно. Само слово, буквально означающее «дождливые», мало удачно. Подразумеваются влажные климатические условия. Однако и последнее выражение также недостаточно точно.

Плювиальные условия климата, установленные на основании изучения озер, отличались от предыдущей и от последующей обстановки понижением температуры воздуха, уменьшением испарения влаги с поверхности озер и рек, увеличением атмосферных осадков. Вероятно, возрастала относительная влажность воздуха и увеличивалась облачность. Одним словом, изменялись различные метеорологические условия, но сочетание изменений могло быть различным. Во многих случаях плювиальные условия устанавливаются также по ископаемым растительным остаткам. Изменение растительности также происходит под влиянием многих условий (увлажненность почвы по сезонам, температурные условия, осадки, радиация, облачность и т. д.). Может быть для характеристики плювиальных и межплювиальных условий будет полезно применить формулу коэффициента сухости по М. И. Будыко [2], которая, как известно, включает как радиационный показатель (в числителе), так и показатель влажности (в знаменателе). Вопрос обращен к метеорологам. Но постановка его со стороны исследователя плейстоцена закономерна.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Широко распространено мнение, что стратиграфия является основой палеогеографии, которая всего лишь «надстройка» над стратиграфией. Это заблуждение. Мы видим, что стратиграфические выводы могут быть ошибочны, если не понята палеогеографическая обстановка. Верное суждение должно состоять в том, что стратиграфия в такой же мере основа палеогеографии, в какой и палеогеография является основой стратиграфии. Исследователю, для которого диалектическое мышление не чуждо, приведенная формулировка должна быть понятной.

Десятилетиями только плейстоцен Европы и Северной Америки изучался детально. Для остальных территорий (например, для Африки) можно было утешать себя мыслью, что там все события протекали как в Европе и Северной Америке. Принцип аналогий

избавил исследователя от разработки методологии экстраполирования и интерполирования стратиграфических данных. Аналогии спасали положение, палеогеография ограничивалась объяснением географических условий прошлого для эпох, установленных заранее стратиграфами. Теперь стало необходимым сопоставлять события, протекавшие во всем мире. Для этого нужна не аналогия, а методология, основанная на знании географии и палеогеографии. География учит о законах географического разнообразия, а не зная этих законов, любая стратиграфическая экстра- и интерполяция становится беспомощной. Конечно, не может быть палеогеографического обобщения без стратиграфической основы. Но точно так же не может быть и стратиграфического обобщения без палеогеографической основы. Примером тому является, в частности, истолкование истории плейстоценовых условий Земли, их пространственно-временная неоднородность.

Заканчивая статью, необходимо остановиться еще на двух сторонах проблемы плейстоценовых условий.

Прежде всего отметим огромное значение этой проблемы, в частности, для территории Советского Союза, которое не менее велико, чем значение проблемы древнего оледенения. Изменения влажности и сухости охватывали огромные территории, соизмеримые с территориями древних оледенений. В плейстоцене (и ранее) происходила миграция географических зон попеременно к экватору и к полюсам. В результате этой миграции обширные сухие районы (зоны) испытывали попеременное увлажнение и усыхание. Как отмечал известный немецкий географ Карл Тролл, для природы низкоширотных географических районов, в достаточной мере обеспеченных теплом, изменения влажности климата имеют еще большее значение, чем изменения температуры. Поэтому так велико значение проблемы плейстоценовых условий. Для территории Советского Союза эти вопросы успешно трактовались применительно к Средней Азии. Теория изменений плейстоценовых условий, предложенная более ста лет тому назад американским ученым Джемисоном (17), имеет счастливую судьбу. Она живет и подтверждается все новыми фактами. Еще в конце прошлого века эта теория с успехом применялась к сухим районам Запада США. Сравнительно недавно она оправдала себя применительно к Мертвому морю, расположенному в африканских субтропиках.

В течение последнего десятилетия географы занимались изучением истории оз. Иссык-Куль [1], расположенного в южной части умеренного пояса Азии. Установлено было, что и бассейн этого озера испытал такие же ритмы увлажнения и усыхания климата, как Запад США или Мертвое море.

При этом установлено одно принципиальное обстоятельство. Поскольку происходил сдвиг зон к полюсам или к экватору, во многих случаях в одних районах могло происходить усыхание климата, в то время как в других районах в то же самое время происходило увлажнение климата. Поэтому ошибка многих исследователей заключается в механическом признании синхронности влажных и сухих эпох в различных районах. Так, исследования на оз. Иссык-Куль и в северо-восточной Сибири показали, что эпохи похолодания в северо-восточной Сибири сопровождались усыханием, а в бассейне оз. Иссык-Куль похолоданию сопутствовало увлажнение [10].

На протяжении своей истории ледниковая теория неизменно расширяла круг своих пространственных интересов. В течение первой половины столетия своего существования теория рассматривала только (и это было естественно) ледниковые явления. Начиная с 40-х годов нашего столетия ученые разных стран стали проявлять интерес не только к ледниковым, но и к приледниковым районам. Было изучено множество явлений и процессов, развивающихся в приледниковых районах под влиянием холода ледниковых районов. Широкое распространение получило название «перигляциал». Особенно большое влияние и на своих русских коллег оказали исследования польских ученых, в особенности лодзинская школа, возглавлявшаяся профессором Яном Дыликом. Нужно иметь в виду, что явления, вызванные холодом, в плейстоцене распространялись еще шире, чем сейчас, и были выражены еще резче в связи с общим похолоданием земной поверхности. Они были широко развиты, но развиты и теперь в районах, где ледников почти не было и нет, т. е. за пределами приледниковых районов. Таковы Восточная Сибирь, Северная Канада и т. д. Таким образом, термин перигляциал

уже, чем вкладываемое в него содержание. Сохраним, однако, в этой статье популярный термин «перигляциал». Изучение перигляциальных явлений на территории СССР, несомненно, является большим достижением. Таким образом, стали изучаться не только ледниковые, но и внеледниковые районы под одним и тем же углом зрения — влияния холода.

Однако как далеко к югу распространялась перигляциальная область? Этот вопрос, естественно, должен возникнуть при изучении такой обширной страны, как наша. К сожалению, этот вопрос не освещался в работах советских исследователей. По-видимому, у советских исследователей господствует представление, что перигляциальные явления распространяются к югу, не сменяясь другой обстановкой, а лишь постепенно ослабевая. Можно предполагать, что советские исследователи не уделили должного внимания зарубежным работам, в которых в течение того же столетия, когда развивалась ледниковая теория и как один из выводов ледниковой теории возникла плювиальная теория.

В классических работах, посвященных истории гигантских древних озер, возникавших в западных районах США (озера Бонвилл, Лахонтан и др.), было доказано, что возникновение этих озер было вызвано увлажнением климата. Увлажнение климата происходило под влиянием холода североамериканского ледникового покрова; распространение к югу холодной волны оттесняло в южном направлении умеренный пояс Северного полушария. Упомянутые озера в настоящее время находятся в субтропическом поясе, для которого характерен более сухой климат, чем климат умеренного пояса. Поэтому сдвиг к югу умеренного пояса вызывал увлажнение климата в районе расположения плювиальных озер Бонвилл и Лахонтан и др. Дополнительно влияло и понижение температуры, вследствие чего испарение влаги с земной поверхности уменьшалось.

Такова была обстановка во внеледниковой области США в ледниковые эпохи. Эта обстановка и получила название плювиальной. Плювиальная область располагалась не только к югу от области оледенения, но и к югу от перигляциальной области, где определяющим был холод.

Повторю, что описанная картина стала вырисовываться в Северной Америке еще около девяноста лет тому назад. Однако уже из общепринятого объяснения возникновения плювиальных условий в США было ясно, что плювиальные условия представляли собой не локальные, а планетарные — зональные — явления. По мере того, как исследования захватывали все новые районы, вывод о том, что плювиальные условия охватывали огромные области, получал все новые подтверждения. Было также доказано, что плювиальные условия чередовались с межплювиальными (более сухими).

Таким образом, в умеренном поясе и к северу от него в плейстоцене природа изменилась главным образом под влиянием изменения температуры, а южнее умеренного пояса изменения природы происходили под влиянием изменения увлажнения земной поверхности.

Стало очевидно, что в плейстоцене природные изменения охватывали не только ледниковые, но и отдаленные внеледниковые районы. Мы в настоящее время уже в состоянии представить себе общие закономерности изменения природы всей земной поверхности.

В самых общих чертах эти изменения в ледниковые эпохи обусловлены были следующими факторами:

- 1) похолоданием всей земной поверхности, которое ослабевало к экватору, но было синхронно;
- 2) сдвигом климатических поясов в ледниковые эпохи от полюсов к экватору.

Так как в меридиональном направлении пояса повышенного увлажнения и пояса пониженного увлажнения чередуются, то сдвиг поясов как к экватору, так и от экватора (к полюсам) имел в различных поясах противоположные последствия: увлажнение и усыхание климата. Как было сказано раньше, в ледниковые эпохи субтропический пояс увлажнялся. Наступала плювиальная обстановка. В то же самое время субтропический и тропический пояса, сдвигаясь к югу, занимали пространство части субэкваториального пояса. Но субэкваториальный пояс в общем лучше увлажнен, чем тропический.

Поэтому в ледниковые эпохи субэкваториальный пояс становился более сухим. Таким образом, в то самое время, когда в субтропическом поясе увеличивалось увлажнение, в субэкваториальном поясе увеличивалось усыхание климата.

В вышеприведенном описании плювиальные и межплювиальные условия рассматривались как з о н а л ь н ы е явления. Однако надо обратить внимание на то, что увлажнение и усыхание суши наступает так же, как межзональные явления, как следствие усиления или ослабления влияния океана на материки и обратно. Этот второй тип смен плювиальной и межплювиальной обстановок выражен в районах муссонных климатов, т. е. у контактов океана и материков. Впрочем, история муссонных климатов почти совершенно не изучена.

Возвращаемся, однако, к южным районам Советского Союза. Находились ли эти южные районы в ледниковые эпохи еще в перигляциальном климате или уже в плювиальном климате?

Последнее доказывает монография об истории оз. Иссык-Куль. Выяснено, что оз. Иссык-Куль находилось уже в области плювиального климата. Озеро испытывало трансгрессии в ледниковые эпохи. Оно явилось «близнецом» озер Бонвилл и Лахонтан на Западе США. Этот вывод представляет собой один из главных результатов монографического изучения истории оз. Иссык-Куль [1].

Таким образом, в плейстоцене на территории СССР возникали ледниковые, перигляциальные и плювиальные обстановки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешинская З. В. Разрез новейших отложений Иссык-Кульской впадины. М.: Изд-во МГУ, 1971. 163 с.
2. Будько М. И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометеоздат, 1971. 171 с.
3. Алисов Б. Л., Полтараус Б. В. Климатология. М.: Изд-во МГУ, 1962, 228 с.
4. Берг Л. С. К вопросу о смещении климатических зон в послеледниковое время.— Почвоведение, 1913, № 4, с. 1—26.
5. Герасимов И. П., Марков К. К. Ледниковый период на территории СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1939, 462 с.
6. Заикина Н. Г., Саядан Ю. В., Соколова Н. С. Данные спорово-пыльцевого и диатомового анализа о древнеозерных отложениях Ленинанканского озера.— В кн.: Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. М.: Изд-во МГУ, 1969, вып. 1, с. 105—114.
7. Калинин Г. П., Марков К. К., Суегова И. А. Закономерности колебания уровней водоемов Земли.— Океанология, 1966, т. 6, вып. 5, с. 737—745; 1966, т. 6, вып. 6, с. 998—1002.
8. Кузнецов Н. Т., Мурзаев Э. М. Озерные стадии развития Центральной Азии в четвертичное время.— В кн.: Озера полуаридной зоны. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 157—173.
9. Марков К. К., Величко А. А. Четвертичный период. Т. III. Плейстоценовая история материков и океанов. М.: Наука, 1967. 445 с.
10. Марков К. К., Величко А. А., Лазуков Г. И., Николаев В. А. Плейстоцен. М.: Высш. шк., 1968. 304 с.
11. Шнитников А. В. Изменчивость общей увлажненности материков Северного полушария. 1957. 337 с. (Зап. ВГО. Н. С.; Т. 16).
12. De Geer G. Om Skandinaviens nivoförändringar un der quartärperioden.— Geol. fören. Stockholm förhandl., 1888, bd 10, N 5, s. 366—379.
13. Drech J. Quelques problèmes du Quaternaire africain.— In: Rep. of VI Intern. Congr. on Quaternary, Warsaw, 1961. Warsaw, 1965, p. 91—111.
14. Faure H. Une importante période humide du Quaternaire Supérieur du Sahara.— Bull. Inst. fondam. Afr. Noire A, 1967, vol. 29, N 2, p. 851.
15. Flint R. F. Pleistocene climates in low latitudes.— Geogr. Rev., 1963, vol. 53, N 1, p. 123—129.
16. Gilbert G. K. Lake Bonneville. Wash. (D. C.), 1890. 438 p. (US Geol. Surv. Monogr.; N 1).
17. Jamieson T. F. On the parallel roads of Glen Roy and their place in the history of Glacial period.— Quatern. J. Geol. Soc. London, 1863, vol. 19, p. 235—259.
18. Leakey L. S. B. Olduvai Gorge. Cambridge: Univ. press, 1951.
19. Livingston D. A. Stratigraphic studies of East African lakes.— In: Abstr. of Pan Intern. symp. on paleolimnology. L., 1964, p. 33—35.
20. Michel P. Les dépôts du Quaternaire récent dans la basse Vallée du Sénégal.— Bull. Inst. fondam. Afr. Noire A, 1967, vol. 29, N 2, p. 859.
21. Penck A. Die Formen der Endoberfläche und die Verschiebungen der Klimagürtel.— S.-Ber. Preuss. Akad. Wiss. Math.-phys. Kl., 1913, S. 77—97.
22. Russell J. C. Geological history of Lake Lahontan, a Quaternary lake of north-western Nevada. Wash. (D. C.), 1885. 288 p. (US Geol. Surv. Monogr.; N 2).

23. *Schneider L. L.* Relation entre le lac Tcad et la nappe Phreatique.— Symp. Garda, 1966, vol. 1, p. 122—191.
24. *Schumm S. A.* Quaternary paleohydrology.— In: The Quaternary of the United States. Wash. (D. C.), 1965, p. 783—794.
25. *Schwartzbach M.* Das Klima der Vorzeit. 3. Aufl., 1974.
26. *Tricart J.* Oscilations et onodifications du caracter de la zone aride en Afrique et en Amerique Latine lors des periodes glaciares des hautes latitudes. 1963, p. 415—419.

МАТЕРИКОВЫЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ И МОРСКИЕ ТРАНСГРЕССИИ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ¹

ЛЕДНИКОВАЯ ТЕОРИЯ

Древние материковые оледенения привлекают внимание исследователей плейстоцена очень давно. Господствует представление, что материковые оледенения являлись наиболее ярким событием плейстоцена. Теоретические представления о материковом оледенении можно кратко назвать ледниковой теорией, о которой, как известно, напечатаны многие тысячи книг и статей. Автор изложил эту теорию более десятилетия тому назад² и дает здесь только краткую оценку ее современного состояния.

Ледниковая теория созрела постепенно. Необходимы были наблюдения (принцип актуализма!). Они были возможны в горах, где легко сопоставима деятельность современных ледников со следами древней ледниковой деятельности. Такого рода сопоставления были осуществлены в 40-х годах XIX в. в легко доступных Альпах. Труднее было доказывать наличие собственно древних материковых оледенений для обширной равнинной суши. Материал для сравнения приходилось искать в далеких полярных районах. Больше всего подходили аналогии с Гренландией и Антарктидой. Берега их стали доступны для наблюдений тоже с середины прошлого века. На Земле были обнаружены существующие в настоящее время обширные ледниковые покровы, установлена их эрозионная и аккумулятивная деятельность. Современные и древние ледниковые отложения и формы рельефа имели известное сходство. Таким образом, развитие наук о Земле в середине XIX в. естественным путем пришло к материковой ледниковой теории.

Наблюдения ограничивались вначале окраиной современных ледниковых покровов. Внутренние районы последних оставались неизвестными (первое пересечение Гренландского ледникового покрова сделано Ф. Нансеном лишь много лет спустя). Плавучие морские льды и материковые ледники, спускающиеся в океан, стали известны науке гораздо раньше: в Северном полушарии — в средние века, в Южном — в XVIII в. Это оказало влияние на работы Ч. Ляйеля и Ч. Дарвина (айсберги Огненной Земли). Понятно, что раньше, чем стала созреть ледниковая материковая теория, возникла теория плавучих льдов, или дрейфовая. Обе теории имели в виду перенесение наблюдений над современными плавучими и материковыми льдами на следы древней деятельности этих льдов на суше.

Ч. Ляйеля считал отцом теории дрейфа, но он признавал и материковое оледенение на северо-западе Европы, «сходное с нынешним состоянием Гренландии». С другой стороны, один из создателей ледниковой теории — Дж. Гейки считал, что древние материковые льды Шотландии спускались в море, где превращались в айсберги. Еще гораздо раньше Дж. Кук, встретив айсберги в Южном океане, счел их свидетелями материкового льда Антарктиды, обломками которого они и являются. Из этих примеров видно, что ледниковая морская теория и ледниковая материковая теория не антагонистичны в своих истоках. Но более молодая, материковая теория теснила морскую. Это очень хорошо видно по изменению взглядов русских исследователей второй половины

¹ Напечатано по: Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1974, № 42, с. 18—27.— *Ред.*

² См.: *Марков К. К.* Ледниковая теория: Ист. очерк.— *Природа*, 1953, № 3.— *Ред.*

XIX в.: В. В. Докучаева, А. А. Иностранцева, Ф. Б. Шмидта, даже П. А. Кропоткина. Их статьи 60-х—90-х годов носили «отпечаток века», отражали эволюцию представлений от морской к материковой ледниковой теории, и в первую половину XX в. ледниковая материковая теория стала господствующей, превратилась в стройное и ортодоксальное учение.

Каковы основные положения ледниковой теории?

Древние ледники покрывали обширные пространства суши. Но какие именно пространства суши? Очевидно, необходимо более точное определение.

В 20-х годах нашего века в США была составлена первая карта древнего оледенения для всех материков земного шара. Эту задачу выполнил известный шведский исследователь Э. Антевс. Позже карты совершенствовались и послужили основой для соответствующих расчетов. Один из самых основательных расчетов опубликован в 1957 г. Р. Ф. Флинтом: 45 млн. км² — 30,1% площади материков. Долго территорию Советского Союза отражали совершенно проблематично, и только в 60-х годах И. А. Суетовой были сделаны расчеты для нашей страны. Общая цифра оказалась несколько меньше (44 или 42,4 млн. км²).

Впрочем, в оценках размеров древнего оледенения нашей страны возникли с самого начала большие и принципиальные расхождения. Одни, (А. И. Воейков, И. Д. Черский) предупреждали против увлечений, указывая, что климат Сибири не благоприятен для развития ледников в отличие от климата Европы. К этому представлению еще в 1933 г. присоединился автор. В 1954 г., совершая поездку по Сибири, он вновь убедился в том, что древние льды Сибири не были обширными. Например, Оймяконская котловина не представляла собой «ледоема», в нее лишь выдвигались из гор небольшие ледники подножия. Но до последнего времени продолжали преувеличивать размеры древнего оледенения, и не только Сибири. Например, стали писать о покровном оледенении о-ва Врангеля. По моим наблюдениям, это неверно и совершенно противоречит хорошо обоснованным данным для Северной Аляски, где льды были невелики и существовали только в горах Брукса.

Наиболее сомнительным «бастионом» является и в настоящее время Средне-Сибирская возвышенность, где изображают древний ледниковый покров, хотя он и неправдоподобен (правдоподобно только оледенение гор Путорана). Представления о минимальном распространении ледникового покрова имели, как сказано выше, научно-климатическое обоснование. Постепенно они становятся господствующими. В 30-х годах размеры оледенения крайне преувеличивали, все еще механически равняясь на Альпы так же, как в равнинной Сибири равнялись на равнинную Западную Европу. Описывали ледники, выходящие из гор на равнины, в виде ледников подножия: в Гиссарском хребте — почти до Самарканда, на Алтае — до Бийска. Предгорные селевые конусы выноса считали моренами ледников подножия в Джунгарском и Зайлиском Алатау. Высокогорные впадины (Каракумскую на Памире и др.) превращали в древние ледоемы (в отношении Алтая — еще недавно).

Теперь всем или почти всем стало ясно, что древние ледники гор были гораздо меньше, чем это представляли себе в 30-х годах советские исследователи.

Победили в конце концов А. И. Воейков и И. Д. Черский. Климат Сибири, Средней Азии, Кавказа не только и теперь другой, но он и был другим в отличие от климата Западной Европы — где суше, а где теплее — и вообще не был благоприятен для большого оледенения. Следует упомянуть об аналогичном изменении представлений о древнем оледенении Южной Америки. Раньше к ледниковым отложениям относили грубообломочную неледниковую толщу тельхуэльхо, что привело к десятикратному преувеличению оценок площади оледенения Южной Америки (1,5 млн. км² вместо 140 тыс. км²). Не изменяются и, возможно, не изменятся существенно только оценки площади оледенения Северной Америки. Устойчивость их зависит от того, что очень свежие, а поэтому и несомненные морены последней и древних эпох оледенения только в Северной Америке почти совпадают. Мы не рассматривали пока древнее оледенение Европы и Западной Сибири, но думается, что традиционные границы для Европы в общем верны. На северо-востоке Европы, в Припечорском районе и на севере Западной Сибири, оценки древнего оледенения Г. И. Лазукова и С. Л. Троицкого, воз-

можно, наиболее вероятные. Но на спорных вопросах, относящихся к этим районам, будет необходимо еще остановиться.

Итак, успех ледниковой теории сопровождался преувеличением размеров древнего оледенения. Ревизия оценки, вполне возможно, приведет к сокращению площади древнего оледенения с 45 млн. км² до 40—38 млн. км², т. е. на 12—15%.

Но допустимо ли предположение, что все указанное пространство было покрыто льдом одновременно? Чтобы ответить на этот вопрос, настоятельно необходимо перейти от оценки пространственной к оценке временной стороны ледниковой теории.

Второе положение ледниковой теории заключается в том, что ледниковые процессы были синхронны. Ледники достигали и наибольшего и наименьшего размера одновременно на всех материках. Синхронность оледенения стала догмой и обеспечила успех огромного труда А. Пенка и Э. Брикнера о ледниковом периоде Альп. Выводы, убедительные для Альп, без всяких на то доказательств превратили в выводы для всей Земли.

Будем называть второе положение ледниковой теории синхронностью оледенения.

Ледники — продукт климата. И чтобы признать изменения ледников синхронным, необходимо допустить, что климат всех ледниковых районов Земли изменялся одинаково, например температура и увлажнение. Следует обратить внимание, что пространственные изменения температуры Земли устанавливаются проще изменений осадков, особенно в среднегодовых показателях. Среднегодовые температуры поверхности только понижаются, а среднегодовые изменения увлажненности (выраженные, например, в коэффициентах сухости М. И. Будыко) от экватора к полюсу изменяются несколько раз в противоположных направлениях. Поэтому географические зоны повышенной и пониженной увлажненности чередуются («закон» периодичности географической зональности). Иначе говоря, изменения температуры по меридиану однонаправленны, а изменения увлажненности — разнонаправленны.

В плейстоцене точно так же, как и теперь, изменения температуры в любой отрезок времени были всюду однонаправленны, а изменения увлажненности в любой отрезок времени были в различных районах разнонаправленны. Более короткая формулировка: изменения температур — повсеместны, изменения увлажненности — местны [1].

Например, за краем оледенения простирался перигляциальный пояс усыхания, за ним — плювиальный пояс увлажнения. Ледники развиваются в определенном климате, а не вне его, но господствующие представления о зависимости оледенения от климата нуждаются в серьезной переоценке.

Преобладает мнение, что изменение ледников следовало за изменением температуры. Изменение же осадков, протекавшее более сложно, считают менее существенным. При этом забывают, что осадки — матерьяльная основа льда, а температура только условие накопления льда. Такая недооценка главного фактора — осадков — станет понятной, если иметь в виду европейское происхождение ледниковой теории, так как Европа хорошо обеспечена атмосферной влагой, но меньше — теплом. Поэтому для объяснения образования ледникового покрова Европы действительно можно манипулировать понижением температуры, особенно летней. Так поступали А. Пенк, Э. Брикнер и многие другие. Однако это рассуждение перестает быть логичным, когда его применяют к областям холодным или малоувлажненным, к которым относится Восточная Сибирь, континентальная Арктика, Антарктида, Патагония. Несмотря на призывы А. И. Воейкова, это обстоятельство игнорировали очень долго поклонники европейской идеи.

Исключением среди теоретиков является Г. Симпсон. Этот крупнейший английский метеоролог (руководитель метеорологической службы Англии) имел возможность лично сравнить климат «туманного Альбиона» и Антарктиды, где он был как участник экспедиции Р. Скотта. Вывод Г. Симпсона совпал с выводом Э. Брикнера и других климатологов, занимавшихся историей оледенения Антарктиды. Свою теорию Г. Симпсон излагает в общей форме, она заключается в том, что не минимальные, не максимальные, а оптимальные промежуточные условия термики — увлажнения — благоприятны для оледенения: в очень холодном воздухе слишком мало влаги, в том числе и твердой. В теплом воздухе осадков много, но жидких. Оптимальные же условия

таковы, что твердых осадков много, хотя температура не слишком высока. Следовательно, если одинаковое похолодание происходит в холодном и в теплом районе, то в первом из них оледенение может сократиться, тогда как во втором площадь льдов станет возрастать. Точно так же при одинаковом потеплении климата в первом районе площадь оледенения может возрасти, тогда как во втором она безусловно сократится. Г. Симпсон допускает и холодные и теплые ледниковые эпохи, и холодные и теплые межледниковые эпохи.

Теория оптимума, предложенная Г. Симпсоном, имеет несомненное логическое преимущество перед теорией минимума-максимума, которая господствует по инерции. Теория оптимума является, иначе говоря, теорией метакронности оледенения, предложенной автором в 1938 г.

Превосходство теории оптимума, или метакронности, оледенения подтверждается не только логически, но и фактически, доказывается различным развитием антарктического и североамериканских-евразийских ледниковых покровов. Развитие первого началось раньше, не прерывалось, оледенение увеличивалось, вероятно, во время потеплений в отличие от оледенений Европы — молодых, прерывистых, с максимумами в эпохи похолоданий. На логических основаниях было предположено метакронное развитие европейского покровного и восточносибирского горного оледенений. В Северной Америке было прямо доказано (в 1965 г.) метакронное развитие Кордильерского ледникового щита и ледников Каскадных гор. Оледенения же приатлантических секторов Северной Америки и Евразии более или менее синхронны, так как принадлежат к одному и тому же климатическому (приатлантическому) району. Таким образом, теория оптимума оледенения является наиболее удовлетворительной и для земной поверхности в целом теорией развития материкового оледенения. Следует избегать повторяющегося, но ошибочного слияния двух различных понятий: похолодание и оледенение. Похолодания были повсеместно синхронны, оледенения, напротив, местно метакронны. Эпохи похолодания, а не оледенения являются геохронологическими планетарными рубежами. Подмена одного понятия другим неправильна. Против неправомочности такой подмены имеются различные доводы. Самые большие оледенения размещались там, где бюджет осадков был благоприятен, а не там, где температура была самая низкая. Самый большой материк (Евразия) имел поэтому самое малое, а самый малый материк (Антарктида) — самое большое оледенение: только 20% территории Евразии, но 60% территории Северной Америки и 110%³ — Антарктиды покрыты или были покрыты льдом. Континентальность климата больших материков сдерживала оледенение.

Итак, похолодания, а не оледенения были планетарно синхронными. Хронология оледенений не есть хронология похолоданий. Общепринятое стремление синхронизировать различные события с ритмикой оледенений Атлантической области (Западной Европы и приатлантической Америки) сохраняет, конечно, значение для этой обширной области. Однако для Атлантической и Антарктической области и континентальных горных областей материков хронология оледенений не одна и та же. Планетарна только хронология похолоданий, а не хронология оледенений.

Выше говорилось, что оледенения — продукт прежде всего изменений увлажнения, которые локальны. В сущности, и эту формулировку надо еще расширить. Наиболее правильно говорить даже не о «зависимости оледенения от климата», а о «взаимодействии оледенения и климата». В основе ее лежит широко распространенное представление о саморазвитии оледенения. Но развитие ледникового района неизбежно местное.

При описании саморазвития («автоосцилляции») ледниковых покровов Л. Либутри [3] считает, что, если образование одного ледникового покрова повлекло за собой образование другого, делается возможным нарушение фазы между оледенениями Европы и Америки или между оледенениями Северного и Южного полушарий. Если принять, как это делает большинство современных авторов, что антарктическое материковое оледенение не изменялось, придется считать, что лаврентийское и скандинавское оледенения существовали одновременно, чтобы объяснить гляциоэвстатическое

³ Материковые шельфовые ледники Антарктиды распространяются на часть акватории Южного океана.

понижение (ур. океана.— К. М.) на 145 м. То, что в известный момент они были одновременны, не означает, что они начались и закончились строго в одно время. Действительно, известно, что лаврентийское материковое оледенение было еще значительным и повторно-активным всего семь тысяч лет назад (стадия кохран), в то время когда в Европе скандинавское материковое оледенение уже исчезло. Эти выводы вполне отвечают моим выводам, публиковавшимся в 1967 г. и ранее.

Одно из следствий метакронного развития оледенения заключалось в том, что одновременное покрытие материков льдом было меньше упомянутых 30—40 млн. км², т. е. меньше оценки, приведенной выше: правда, несущественно меньше, так как главная — Атлантическая — ледниковая область представляла собой сравнительно синхронное существование 25 млн. км² или несколько меньше льда плюс 13 млн. км² льда Антарктиды, всего, следовательно, опять 38 (!) млн. км² льда (или незначительно меньше) плюс еще оледенение высоких гор. «Выигрыш» (сокращение прежней оценки), как видим, очень невелик.

ОКЕАНИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

Плейстоценовая геология и палеогеография океана является передовым разделом науки, изучающей плейстоцен. Это еще недостаточно оценено исследователями плейстоцена материков.

Исключительное значение океана в плейстоцене можно понять, если учесть особенность самого океана и характер науки, изучающей его новейшую историю.

Во-первых, океан один и, следовательно, планетарен в отличие от материков. Во-вторых, уровень океана совпадает с поверхностью геоида и образует элементарно простую поверхность, упрощенно называемую горизонтальной. Вертикальные расстояния между уровнями океана на всей планете одинаковы. Планетарность и горизонтальность уровней океана создают исключительную перспективу для синхронизации древних берегов — признаков древних уровней. Синхронизацию морских уровней можно осуществлять несравненно более уверенно, чем, например, речных террас.

На пути сопоставления древних берегов имеется, однако, серьезное препятствие: древние берега могут быть тектонически и притом локально деформированы. Обо всем этом будет сказано ниже. Уже названные особенности океана (его планетарность и элементарность его уровней) делают изучение истории океана исключительно важным для изучения плейстоценовой истории Земли в целом. Заметим, что речь идет и о всех частных придатках океана — отдельных морях.

Третий, важнейший признак океана проще всего объяснить, противопоставив океан суше. Много было уже сказано о том, что сложно различать последствия изменений температуры и увлажнения суши. По понятным причинам для океана сохраняется смысл только изменение температуры (его водных масс), а, как показано выше, изменения температуры планетарны. Поэтому изучение истории океана позволяет прийти наиболее уверенно к фундаментальным выводам. Таким образом, океан благодаря его природным свойствам является важнейшим объектом изучения в истории плейстоцена.

Кроме того, уровень изучения истории океана выше во многих отношениях, чем для суши. Техника изучения донных отложений океана, в которых фиксирована его история, совершеннее техники изучения отложений суши. Исследования истории океана опираются на новейшую научную технику и на новейшие методы науки, потому что сами исследования океана новы. Следует отметить совершенные геофизические, геохимические, литологические и микропалеонтологические методы. Мы оказались современниками настоящего научного «взрыва» в исследованиях новейшей истории океана, которые в ближайшие годы разъяснят многое и в истории суши.

Исследователи плейстоцена современной суши недооценивают значение общих выводов, полученных при изучении истории океана, ограничиваясь историей морей — небольших придатков океана. Интерес к истории отдельных плейстоценовых шельфовых морей, заливов, эстуариев и т. д., например Печорского или Западно-Сибирского, возрастает, но история небольших придатков океана, общая с историей океана, не должна рассматриваться изолированно.

Общие закономерности (они распространяются и на местные моря) установлены на основании исследований всего океана в его плейстоценовых границах. Здесь можно изложить только главные результаты исследований. Более подробное изложение результатов, а также фактов желающие найдут в третьем томе монографии К. К. Маркова и А. А. Величко «Четвертичный период» [2], где океану (морю) посвящена одна из трех частей тома.

Распространение океана (морей) зависело в плейстоцене от двух процессов: гидрократического и геократического⁴.

Гидрократические процессы протекают в самой водной массе океана, вызывая изменения его уровня. Теоретики рассматривают различные гидрократические процессы. Но до настоящего времени оценено только изменение количества воды в океане. Последнее могло иметь тоже различные причины, хотя известен только один механизм, возможно главнейший: изменения количества воды в океане, связанные с накоплением и растаиванием на материках ледниковых масс. Указанная связь оценена с количественной стороны. Новейшие расчеты, выполненные на кафедре общей физической географии МГУ, приведем ниже.

Уровень океана (и морей) понижался ниже современного уровня до 100 м. Уровень океана (и морей) повышался выше современного уровня не более чем на 10 м. Вторая оценка очень мала по сравнению с предыдущими оценками. В основу ее заложен вывод, что ледниковый щит Антарктиды существовал непрерывно и почти не отдавал своих вод океану.

Из приведенных расчетов видно, что следы гораздо более высоких или очень низких заведомо морских (океанических) уровней имеют не гидрократическое, а геократическое происхождение.

Хорошо известна «Карта новейшей тектоники территории СССР», составленная под редакцией Н. И. Николаева и С. С. Шульца. Преобладание коричневых и красных тонов карты выражает преобладание поднятий «геофизической» суши, включающей и шельфы. Ограниченное распространение зеленых тонов (например, в Западной Сибири) означает преобладание опускания на ограниченной площади. Такие же выводы делают исследователи новейших тектонических движений других материков: преобладало поднятие материков. Вывод, справедливый для поверхности материков, невозможно не распространить на океанический фронт материков, где в пределах затопленного или осушенного шельфа остались древние береговые линии. Древние берега свидетельствуют главным образом о поднятии суши. Этот наиболее распространенный тип берегов предложено называть средиземноморским, где он был впервые систематически описан Ламотом и Депере. Признаки средиземноморского типа берегов: 1) лестница террас; 2) чем терраса выше, тем она древнее. Поскольку площади опускания оказались меньше площадей поднятия, менее распространен другой тип древних берегов — западносибирский (большеземельский, нидерландский, колхидский и т. д.). Он выражен не в террасах, а в покровах отложений, из которых самый высокий (стратиграфически и гипсометрически) является, конечно, самым молодым.

Средиземноморский тип берегов преобладает. Удивительное планетарное преобладание берегов этого типа нельзя объяснить равномерным тектоническим поднятием материков: тектоника последних слишком локальна. Его можно объяснить опусканием океанического дна, что предполагают морские геологи. Значит, емкость мировой океанической впадины увеличивалась и поэтому уровень океана понижался. Опускаясь океаническое дно увлекло за собой уровень океана, объем вод которого в плейстоцене (в целом) оставался постоянным. Не все океаническое дно опускалось. Дно океана тектонически разнообразно, как и поверхность материков. Срединные океанические хребты преимущественно воздымались. Но для океана достаточно оценить преобладающую тенденцию опускания, результат которого выражал планетарный интегратор — океанический уровень.

Преобладающей тенденцией эволюции океанического (морского) уровня была

⁴ См. подробнее в кн.: *Марков К. К.* О механизме колебания уровня водоемов. — Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 8, 1948. — Ред.

планетарная плейстоценовая (но начавшаяся гораздо раньше плейстоцена) регрессия океана — геократическая регрессия. Временами ее усиливали отдельные гидрократические регрессии. Местами регрессии гасили тектонические опускания (Западная Сибирь, Печорская низменность, Нидерланды, Колхида и т. д.). Плейстоценовую геократическую регрессию почти не могли сдерживать гидрократические трансгрессии; амплитуда их, как мы видели, была ничтожной (до 10 м), но довольно значительной (до 110 м) была амплитуда гидрократической регрессии, если считать от наинизшего гидрократического уровня океана в плейстоцене.

В изложении выводов автор довольно близок к Ф. Цейнеру. Мы признаем регрессивный фон движения океанического (морского) уровня в плейстоцене. Но как в таком случае объяснить высокие и очень высокие (возможно, до 1000 м) морские плейстоценовые террасы?

Объяснение дают новейшие тектонические движения. Мы рассмотрели движения, которые вызывали регрессию и были синхронны геократической регрессии океана. Теперь же следует иметь в виду не синхронные, а позднейшие тектонические движения по отношению к любому данному уровню океана и к его береговой линии. Иначе говоря, будем иметь в виду последующие тектонические деформации берегов. Они оказались поднятыми или затопленными, оторванными от уровня океана. В результате позднейших тектонических движений древние берега в одних районах подняты значительно выше «нормы» средиземноморских террас или опущены и затоплены.

Только последующие тектонические движения могут объяснить наличие очень высоких или глубоко затопленных берегов. Позднейшие тектонические движения необходимо отделять от гео- и гидрократического фактора. Во втором случае создавались новые «живые» уровни, в первом случае нарушались «мертвые» уровни океана (моря). Воздействие всех трех процессов можно видеть, например, на положении древних берегов Черного моря.

Следует, наконец, обратиться к новым данным о морских отложениях на Севере нашей страны. В 1926 г. в Геологическом комитете (в Ленинграде) происходил горячий спор между Б. К. Лихаревым и Н. А. Куликом. Первый говорил о прекрасной выраженности в разрезах р. Вага (бассейн Северной Двины) морских межледниковых отложений, залегающих под континентальной мореной; второй настаивал на морском происхождении валунных отложений Большеземельской тундры. В споре Н. А. Кулика и Б. К. Лихарева одна трактовка исключала другую. При продолжении этого спора мы присутствуем в настоящее время. В бассейне Печоры и на севере Западной Сибири изучены новые разрезы, сложные морскими отложениями, хотя раньше в тех же разрезах другие исследователи находили континентальные отложения, например морену, что теперь оспаривается. Основательный и новый характер имеют многие исследования (И. Д. Данилов, Н. Г. Загорская с сотрудниками и др.). Авторы применили наиболее современные минералогические, микропалеонтологические и геохимические методы исследования, свидетельствующие о морском происхождении осадков. Методический уровень исследований высокий, выводы заслуживают доверия.

Вопрос заключается не в признании или непризнании упомянутых фактов. Они должны быть признаны. Вопрос заключается в том, на какие территории можно распространить выводы и каково было соотношение моря и материкового оледенения на Севере в плейстоцене. Итак, насколько широко распространялось море (океан) на пространство современной суши? Экстраполяция неблагоприятна. Сделано много заявлений, утверждающих самое широкое распространение моря, но не приведено доказательств в защиту подобных заявлений. Хорошо изученные разрезы морских отложений находятся на малой абсолютной высоте, из чего пока только следует, что море ингрессировало или трансгрессировало в понижения. Есть факты, относящиеся не только к понижениям рельефа. Но здесь речь уже идет не о хорошо изученных разрезах, а потому факты менее доказательны.

Остановимся на залегании морских отложений на сравнительно больших высотах. Для бассейна Печоры описана, например, лестница морских террас средиземноморского типа — свидетель планетарной регрессии океана или последующего тектонического поднятия. Первое предположение означает, что в плейстоцене морское затопление умень-

шалось, а не увеличивалось, а из второго предположения следует, что гипсометрический прием экстраполяции неприменим. Он много раз выдвигался ранее французскими авторами, но потом был отвергнут: локальность тектонических поднятий несовместима с гипсометрическими экстраполяциями. Предложенные попытки оказались пока лишенными и геологических оснований, так как не сделано сопоставлений новой стратиграфии морских плейстоценовых отложений Севера, Черноморской и Каспийской впадин. Нет гипсометрического, картографического и геологического анализов, без которых обойтись нельзя. Таким образом, нет и основания для анализа морской гипотезы и гипотезы континентального оледенения. Уровень накопления фактов таков, что он вполне допускает сосуществование континентальных оледенений и морей, которое допускалось и раньше, в частности, создателями континентальной ледниковой теории. Например, одинаково основательно в последние годы доказывают и морское затопление Печорской низменности, и континентальное оледенение Среднего Тимана. И одно нисколько не исключает другого. Однако столкновение морской и материковой концепций произошло, и я позволю себе сделать по нему следующие замечания.

Сторонники морской гипотезы, несомненно, накопили известный потенциал, на который они ссылаются в критике материковой ледниковой теории. В ряде разрезов они действительно доказали, что отложения, считавшиеся ледниковыми континентальными, оказались морскими.

Из того факта, что морские отложения вместо моренных найдены в определенных районах, прямолинейно возникла мысль, что моренных отложений нет вообще. Но нельзя обойтись без доказательств — новых разрезов, которых еще нет, и без умения экстраполяции, которое отсутствует. Настойчивость сторонников морской гипотезы, к сожалению, часто раскрывает слабость ее аргументов. Так, например, публикуется фотография, долженствующая изображать очень высокие террасы Кольского полуострова. На фотографии действительно видны какие-то террасовидные площадки. Но морские ли это террасы? В горах Фенноскандии террасы имеют различное происхождение: встречаются террасы структурные, нагорные, солифлюкционные, локальных приледниковых озер, краевых ложбин, морские. Все перечисленные виды террас документированы детальными описаниями и графикой. Ничего подобного не представлено на упомянутой фотографии. Конечно, не приводя фактов, доказать морской генезис террас невозможно. Но допустим, что речь идет действительно о высоких морских террасах Кольского полуострова. Отсюда нисколько не следует экстраполяция обширного морского бассейна по гипсометрическому уровню. Морские террасы в центральных районах Скандинавии подняты на 300 м. Но это локальная тектоническая деформация.

Отсутствие данных вызывает стремление доказать свою точку зрения не позитивно — фактами, а негативно — критикой. Критика, как известно, полезна, когда она компетентна или, как говорят в точных науках, корректна. К сожалению, это слишком часто не так. Один из практических приемов — кавычки. Но от того, что слово «морена» заключают в кавычки, морена не перестает существовать. Есть критические замечания, не относящиеся к делу. Например, констатируют, что бараньи лбы вытянуты не по направлению движения льда. Но ни один серьезный палеогляциолог и не считал, что бараньи лбы вытянуты в направлении движения льда. Другие исследователи, в частности палеоботаники, считают, что слабость ледниковой теории состоит в признании нунатаков. Им и невдомек, что нунатаки реально существуют и документированы многочисленными аэрофотоснимками и картами, причем изучена эндемичная флора нунатаков.

Вообще, наравне с очень хорошими новыми фактами имеется много некомпетентных суждений, выдвигаемых сторонниками идеи больших морских трансгрессий. Крайняя настойчивость, проявляемая в этом направлении, не обнаруживает аргументы, а обнажает отсутствие аргументов, не силу, а слабость.

Критические замечания сделаны были выше и в адрес ледниковой теории. Успех «вскружил ей голову». Крайние ее представители многое преувеличили, перестали исследовать. В результате, например, очень мало известно о литологии континентальных морен. Имеются факты, относящиеся к основным разрезам и тем не менее так и оставшиеся непонятными. В достаточно известном Лихвинском (Чекалинском) разрезе многое

неясно: морена в разрезе трехслойная; средний ее слой тонко слоист (почему?). Морена лежит на безвалунных суглинках, которые она не деформирует (почему?). Могут сказать, что это не морена. Но такое же ненарушенное залегание слоистых отложений под мореной можно видеть у самого конца ледника Федченко на Памире. Факты не объяснены, потому что победоносная ледниковая теория почилла на лаврах. Необходимо отметить, что исследователи, знакомые с современными ледниками, не сомневаются в существовании континентальных морен. Из советских исследователей можно указать на С. А. Евтеева [7], изучавшего морену Антарктиды. Сомневаются те, кто не изучал современных ледников, современных морен, т. е. наименее компетентные лица.

Ледниковая теория продолжает сохранять и умножать неоспоримые доказательства своей жизненности: эрратические валуны, их закономерная ориентировка, гигантские отторженцы, неповторимые формы ледникового рельефа, палеонтологические доказательства.

В статье оценивается современное состояние теории материкового оледенения и океанической (морской) геологии. Автор считает, что ледниковая теория творчески развивается недостаточно. Огромны достижения океанической геологии. Частью ее является геология (и палеогеография) плейстоценовых шельфовых морей. Историю последних нельзя понять в отрыве от истории всего Мирового океана.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Евтеев С. А.* Геологическая деятельность ледникового покрова Восточной Антарктиды. М.: Наука, 1964. 120 с.
2. *Марков К. К., Величко А. А.* Четвертичный период. М.: Изд-во МГУ, 1967. Т. 3. 440 с.
3. *Lliboutry L.* Traite de Glaciologie. Masson, 1964, t. 1, p. 427.

ЗАДАЧИ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЦЕЛЯХ ДОЛГОСРОЧНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ¹

В эпоху научно-технического прогресса давление производственной деятельности человечества на природу становится столь значительным, что оно не может не вызывать озабоченности. Необходимо сразу отметить, что, хотя заинтересованность общественности, науки и практики в географическом прогнозе велика, научная мысль в этом направлении не организована. В системе Академии наук СССР существует не менее десяти комиссий, ученых советов и т. д., призванных заниматься этой проблемой. Однако контакта между этими комиссиями нет почти совсем или он отсутствует как система.

Действительно, вопрос о географическом прогнозе сложен и необходимо выяснить, какие изменения природы мы пытаемся прогнозировать. Следует различать три таких типа изменений.

1. Изменения природы происходили и продолжают происходить без всякого участия человека. Это, так сказать, палеогеографические и географические изменения в чистом виде. Но термин «палеогеография» нас уже не может удовлетворять полностью, так как мы заглядываем в будущее, надеясь, что и в будущем природа будет изменяться в соответствии с закономерностями изменений, установившимися в прошлом, т. е., собственно, в соответствии с палеогеографическими изменениями. Поэтому нам, возможно, желателен новый термин, относящийся к изменениям природы в будущем и созвучный термину «палеогеография». Лет десять тому назад в этих целях был предложен термин «неогеография», который, однако, не привился.

2. Изменения природы происходят благодаря нецеленаправленным действиям человека. Термин «нецеленаправленный» здесь применяется в том смысле, что производ-

¹ Напечатано по: Вестн МГУ. Сер. 5, География, 1974, № 6, с 3—8.

ственная деятельность человечества, конечно, изменяет природу, но не имеет эти изменения в поле своего зрения. К этой категории изменений природы относится их основная группа, наиболее беспокоящая нас: количественные и качественные изменения стока рек, изменение состава атмосферы, изменение органического мира и т. д. В данном случае тревога за состояние и изменение природы вызвана тем, что развитие производства мы, конечно, остановить не можем и не хотим, но оно может привести к крайне нежелательным последствиям (перегрев географической оболочки и т. д.).

3. Целенаправленные изменения природы. Это те изменения, которые сознательно производятся или будут производиться человечеством. Конечно, мы имеем в виду примеры, относящиеся к территории Советского Союза. Следует, однако, учитывать, что локальных изменений природы (внутригосударственных) не существует и что все они в конце концов приобретают планетарный характер. В этой связи остановимся на соображениях об изменении климата Арктики.

Изменение климата Арктики, его отепление («мелиорация») может быть произведено по проекту П. М. Борисова. Основа проекта состоит в том, что через Берингов пролив и сооружаемую поперек него плотину откачиваются воды Ледовитого океана в Берингово море (Тихий океан), за счет чего активизируется приток в Ледовитый океан теплых поверхностных Атлантических вод. Последние, обогревая Ледовитый океан, вызывают таяние ледового покрова океана, в результате чего уменьшается альbedo поверхности океана и отепляется климат самого Ледовитого океана, а материков Северного полушария — в особенности. Конечно, это предложение должно иметь особое значение для территории Советского Союза с его протяженной северной границей. Это соображение имеет непосредственное значение для советского Дальнего Востока, причем как для его территории, так и для акватории Тихого океана.

Проблема эта огромна. Действительно, является ли потепление климата оптимальным для производственной деятельности советских людей, для их здоровья и т. д.? Можно ли оценивать потепление климата одинаково для различных районов такой обширной страны, как наша? Конечно, нет. Эта проблема международная. Никакие выводы не будут иметь конкретного значения, если полученный результат не будет оценен с точки зрения экономики, тем более что изменение природы будет, несомненно, разным в разных районах, а для хозяйства плюсы будут сочетаться с минусами.

Один из путей решения этой проблемы — палеогеографический. Например, Лаборатория охраны и улучшения природной среды Тихоокеанского института географии Дальневосточного научного центра АН СССР занимается в настоящее время реконструкцией географических обстановок для двух временных «срезов»: около 20 тыс. лет назад (наибольшее похолодание) и около 1 тыс. лет назад (потепление в средние века). Это нам нужно для того, чтобы установить закономерности изменения обстановок в Арктике, с одной стороны, и в различных районах нашей страны — с другой. Примером может служить связь обстановок в Арктике и в бассейне Каспийского моря, установленная Л. С. Бергом. Холодная, сильно ледовитая Арктика — высокий уровень Каспия; теплая, мало ледовитая Арктика — низкий уровень Каспия.

Сказанное выше поясняет, почему палеогеографические исследования в целях географического прогноза целесообразны. Они тем более необходимы на Дальнем Востоке, где закономерности развития природы в новейшее время известны гораздо меньше, чем в Европе.

Однако, к сожалению, проблема использования информации о прошлых эпохах для составления географического прогноза разработана плохо. Необходима единая система сбора и анализа материала. Для создания такой системы должны быть решены некоторые ключевые, на наш взгляд, вопросы.

1. Полнота палеогеографической информации. Большинство палеогеографических исследований не дают достаточно добротной и исчерпывающей информации: накапливаются случайные данные, несовершенна методика, даже самые представительные разрезы далеко не полно отражают временные интервалы прошлых эпох. Выход здесь мы видим один — тщательное изучение опорных разрезов новейших отложений с использованием максимального количества частных методик анализа развития компонентов природы и дальнейшее сопоставление данных в их сопряжении.

В Лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета в течение нескольких лет разрабатывается сопряженный метод изучения опорных разрезов. Сотрудниками лаборатории изучены опорные разрезы Исык-Кульской котловины, отложения Мамонтовой горы в центральной Якутии, в Приазовье, центре Русской равнины, на Алтае. При изучении этих районов использовалось более 30 частных методик: литологических, геохимических, абсолютной геохронологии, палеоботанических, палеофаунистических и др. Часть этих методов (геоморфологические, литологические, палеоботанические и т. п.) помогают по отдельности и в сопряжении реконструировать местные особенности природы, хотя вместе с тем они могут быть использованы и для стратиграфической корреляции смежных и более отдаленных друг от друга территорий. Геохронологические и палеонтологические методы служат цели сопоставления между собой сколько угодно отдаленных районов. Одновременно эти методы вносят свой вклад и в изучение местных особенностей природы плейстоцена.

Таким образом, информация поступает по двум направлениям: накапливаются данные по стратиграфии и хронологии отложений конкретных регионов и суммируется материал для сопоставления этих регионов между собой, что в конечном итоге должно дать общую картину развития природы в плейстоцене. Естественно, большой арсенал методов позволяет осуществлять взаимный контроль полученных данных. Исследования по одним направлениям дополняются материалами других, а в случае неблагоприятной обстановки для извлечения информации тем или иным методом (отсутствии находок) целый ряд показателей иного плана восполняет пробел. Важно отметить, что часть признаков развития природы в плейстоцене обуславливается одними и теми же природными условиями (теплолюбивая флора, фауна, определенные коры выветривания и т. п.). другая же группа позволяет получать независимые характеристики.

Обобщением всего материала по опорным разрезам плейстоценовых отложений являются синтетические кривые (изменение неотектонической активности, коэффициента континентальности, показателей температуры и влажности, облесенности и др.), сводные графики, которые показывают тенденцию развития в новейшее время отдельных компонентов, ландшафтов и природы в целом. Именно такие кривые и графики, составленные на основании большого количества взаимоконтролируемых палеогеографических данных, могут быть использованы при составлении географического прогноза.

2. Непрерывность палеогеографической информации. Даже по годовым кольцам деревьев и раковин мы можем судить только о каких-то средних или экстремальных режимах. Для географического прогноза желательно иметь непрерывные данные по изменениям природных условий, что позволило бы уверенно экстраполировать их в будущее. Однако, например, погребенные плейстоценовые почвы несут информацию лишь о некоторых ограниченных временных отрезках плейстоцена. Между ними информация по большей части теряется. Другим примером могут быть реликтовые береговые линии. На многих побережьях мира во время послеледниковой трансгрессии образовывались крупные аккумулятивные формы типа баров, отчленяющих лагуны. По мере развития трансгрессии они частично размывались и захоронялись осадками прибрежной зоны и шельфа. Одновременно на новом уровне возникали новые комплексы аккумулятивных форм и лагун, которые также впоследствии захоронялись под морскими отложениями. Подобный процесс происходил неоднократно, в результате чего в толще осадков шельфа сохранились реликты береговых линий, расположенные на разных глубинах. Процесс образования, роста, а затем размыва и захоронения аккумулятивных береговых комплексов мог происходить при равномерном подъеме уровня океана. Однако информацию о трансгрессии можно получить в основном только по материалу реликтовых береговых форм, которые фиксируют лишь определенную стадию развития побережья. Непрерывной информации о развитии трансгрессии древние береговые линии не дают. Поэтому мы не знаем в деталях, как протекала послеледниковая трансгрессия, и хотя по многим признакам она, видимо, была неравномерной, большинство исследователей рисуют сглаженные кривые, иллюстрирующие характер голоценового подъема уровня океана.

Таким образом, возникает задача выяснения допустимости потери информации,

определения оптимальных условий, при которых частичная потеря информации не может существенно влиять на полноту палеогеографических выводов.

3. Увеличение; нарастание информации вверх по стратиграфической колонке. Недостаточность палеогеографической информации для прогнозирования особенно остро ощущается, когда речь идет о последних периодах развития природы. Возникает необходимость в более подробных данных о голоцене и исторической эпохе. К сожалению, историческая география, суммирующая данные о природных явлениях последних веков, развивается плохо. Иногда мы даже меньше знаем об изменениях ландшафтов в последние 1—2 тыс. лет, чем о событиях позднего плейстоцена. Возникает необходимость в применении принципиально новых методик изучения природных изменений в прошлом.

Особый интерес вызывает изучение палеоклиматических условий по соотношению изотопов кислорода O^{18} и O^{16} в морских карбонатах, пресноводных льдах и иловых водах озер и болот. В Лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена географического факультета МГУ получены интересные данные о колебаниях климата в голоцене по раковинам моллюсков Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов, по иловым водам донных отложений Черного моря, по ледниковому покрову Антарктиды и ледникам Средней Азии. По соотношению изотопов кислорода можно с большой точностью судить об изменениях температуры и влажности в исследуемых регионах. Детальный послойный отбор образцов в непрерывной толще морских осадков или ледниках позволяет выделить очень тонкие детали палеоклиматических изменений, особенно для голоцена и исторического времени.

Много информации о природных изменениях в голоцене и в историческое время можно получить при детальном изучении мощных и непрерывных залежей торфяников. Такие залежи, время образования которых зачастую охватывает всю эпоху голоцена, а иногда и больший период, встречаются в Приморье, на Камчатке, Чукотке и других районах Дальнего Востока и Сибири. При изучении этих залежей торфяников применяется метод послойного карпологического и палинологического анализа в сочетании с радиоуглеродным датированием. При этом основное значение приобретает степень детализации в изучении толщи. Примером использования этого метода является анализ трехметровой толщи торфа на побережье Анадырского залива, из которой отобрано 17 образцов для определения возраста по C^{14} и 50 образцов для спорово-пыльцевых определений².

Весьма перспективны для познания изменения природы наиболее близких к нашему времени эпох исследования лагунных и озерных отложений, которые можно послойно датировать. Конечно, необходимо учитывать, что подобные исследования очень трудоемкие, требуют тщательного и всестороннего анализа.

4. Обратимость и необратимость природных изменений. Вопрос этот самым тесным образом связан с анализом воздействия человека на природу, а также с изменениями в природе, происходящими во время катастрофических ураганов, цунами, извержений вулканов, землетрясений и т. п. В некоторых случаях изменения в природе после стихийных бедствий бывают необратимыми, в других ландшафт восстанавливается полностью. В. В. Никольская [1] на основании изучения спорово-пыльцевых спектров погребенных культурных горизонтов показала, что уже в неолите человек достаточно интенсивно влиял на природу, особенно на леса. Однако в большинстве случаев на месте сведенных лесов возникали растительные ассоциации с прежним составом древесных пород. Подобную картину можно наблюдать на о. Новая Гвинея, где в некоторых районах до сих пор хозяйство ведется подсечно-огневым способом, т. е. выжигаются участки тропического леса, засаживаются культурными растениями, а затем оставляются. На таких участках первичный лес восстанавливается почти полностью за относительно короткий промежуток времени. С другой стороны, на Новой Каледонии в более сухом климате на месте выжженных лесов образуется совершенно иной ландшафт, так называемая антропогенная саванна.

Изучение условий, при которых происходят обратимые или необратимые изменения

² См. кн.: Новейшие отложения и палеогеография плейстоцена Чукотки. М.: Наука, 1980. — *Ред.*

природы, на наш взгляд, должно вестись с привлечением большого палеогеографического материала. Познанные закономерности таких изменений помогут правильно планировать хозяйственную деятельность при необходимых вмешательствах человека в природу.

5. Палеогеографические аналогии. В течение плейстоцена природные условия различных районов неоднократно менялись, происходили смещения географических зон в периоды оледенений и межледниковий. Планируя крупные природные преобразования, такие, как поворот речных систем, обводнение или осушение больших районов, можно предугадать весь комплекс природных изменений, который последует при осуществлении проектов, если подобрать аналогичные изменения ландшафтов, происходившие в плейстоцене. В начале статьи говорилось, что именно таким методом мы пытаемся прогнозировать последствия строительства плотины через Берингов пролив. По нашему мнению, палеогеографические аналогии могут и должны использоваться при осуществлении всех крупных проектов изменения природной среды.

Таким образом, хотя тезис о необходимости использования при составлении долгосрочного географического прогноза палеогеографического материала не вызывает особого сомнения, возникает немало вопросов, главным образом методологического характера: как этим материалом пользоваться и в какой степени ему можно доверять. Решение этих вопросов требует несколько иного подхода к сбору палеогеографического материала, применения новых, более совершенных методик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Никольская В. В., Федоров Р. В. О роли человека в изменении природных ландшафтов.— Науч. докл. высш. шк. Биол. науки, 1971, № 11, с. 66—73.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА (палеогеография плейстоцена сегодня)¹

Состояние проблемы и вопросы методологии. Крупным событием в развитии мировой и отечественной палеогеографии и геологии явился IX Конгресс международной ассоциации по изучению четвертичного периода (INQUA), проходивший в 1973 г. в Новой Зеландии. В преддверии нового конгресса INQUA, который состоится в Бирмингеме (Англия) в 1977 г., представляется целесообразным проанализировать положение, сложившееся в советской палеогеографии и четвертичной геологии в настоящее время. В этой связи небезыntenесен будет анализ статьи И. И. Краснова и К. В. Никифоровой [22], опубликованной в трудах новозеландского конгресса, которая должна отражать основные достижения советской четвертичной геологии за истекшее с 1917 г. время.

Принципиальные положения этой статьи следующие: граница неогена и четвертичного периода «проведена под калабрием (апшероном в СССР) и совпадает с началом палеомагнитного эпизода Гилза 1800 тыс. лет» назад. Далее предлагается деление плейстоцена на «эоплейстоценовый плейстоцен» и «плейстоценовый плейстоцен». Последний начался около 700 тыс. лет назад вместе с началом последней палеомагнитной эпохи Брюнес и со сменой таманского тираспольским фаунистическим комплексом. Авторы предполагают, что граница нижнего и среднего плейстоцена определяется возрастом 375 тыс. лет, а граница среднего и верхнего плейстоцена — возрастом 120—130 тыс. лет.

Основные положения названной статьи не аргументированы в должной мере, а приведенные доказательства в значительной мере формальны. Один из приемов стратиграфических («хроностратиграфических») доказательств состоит в констатации присутствия остатков одних и тех же видов животных в отложениях различных районов.

¹ Напечатано по: Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1977, № 4, с. 18—27.

Идентичность подобных находок, сделанных в различных районах, принимается как доказательство синхронности фауны и синхронности заключающих ее слоев. Это элементарное допущение противоречит принципу неразрывной связи и взаимообусловленности категорий пространства и времени. Поясним, что принцип пространства-времени заключается в том, что одно обуславливает другое, т. е. развитие материальных тел (животных и т. д.) протекает различно, и прежде всего различными темпами, в разных местах (при различном положении в пространстве, где природные условия неизбежно различны). С другой стороны, эти пространственные различия сохраняются всюду в течение одного и того же отрезка времени. Поэтому развитие всех (всеобщность закона) материальных тел в один и тот же отрезок времени, но в разных местах (примат пространства) происходит различно. Развитие происходит различно в одном и том же месте, но в разные отрезки времени (примат времени). В любом случае развитие сохраняет различия в пространстве, а пространство сохраняет различия во времени. Этот принцип взаимообусловленности пространства и времени (иначе, принцип пространства-времени) во многих работах, по существу, игнорируется, и, таким образом, подобные построения лишены методологической основы. Не уделено должного внимания этому принципу и в указанной выше работе И. И. Краснова и К. В. Никифоровой [22].

Принцип пространства-времени для изучения истории четвертичного периода был выдвинут В. Рамсеем (Финляндия) в 1923 г. и К. К. Марковым в 1938 г. (принцип метакронности оледенения). Хорошо известно, что имеются многочисленные доказательства принципа пространства-времени. Приведем некоторые примеры. Как известно, мелкие трагулиды, широко распространенные в олигоцене по всей Евразии, сохранились до настоящего времени, но сегодня обитают лишь в тропических лесах Юго-Восточной Азии. Фауна современной Австралийской зоогеографической области очень напоминает эоценовую фауну Средиземноморья. Аналогом ханровской фауны Русской равнины является, видимо, фауна крупных млекопитающих современной Африканской саванны. Наконец, напомним, что во флорах тропического пояса богато представлены не только третичные, но и мезозойские реликты: древовидные папоротники, цикадовые, гинговые и т. д. Оледенение Антарктиды имеет иную историю, чем оледенение Европы. Первое началось ранее второго и в отличие от второго не кончилось до сих пор, а кроме того, было непрерывным. Очевидно, что игнорирование этих закономерностей лишает исследования правильной научной основы.

Анализ статьи И. И. Краснова и К. В. Никифоровой, которая представляла за рубежом советскую четвертичную геологию, вынуждает констатировать ее недостаточную информативность. Статья основана не на «материале последних лет», как обозначено в заголовке, а лишь на некоторых материалах последних лет, а точнее, на материалах, привлеченных выборочно для подтверждения взглядов авторов. В работе отсутствуют даже ссылки на трехтомную монографию К. К. Маркова и его соавторов, печатание которой было закончено еще в 1967 г. Не упомянуты также результаты фундаментального изучения опорных разрезов новейших отложений территории СССР, которые были опубликованы в виде ряда статей на русском, французском и польском языках с 1969 по 1975 г. В то же время в статье приводятся необоснованные данные без ссылок на соответствующий источник. Так, в палеомагнитной шкале помещено «преднепровское» событие, но что послужило для этого основанием, авторы не объясняют. Больше оснований сейчас для выделения «днепровского» события, имеющего место в период максимального оледенения и известного сейчас в литературе под названием «Чуган» [2, 3, 1].

Палеомагнитные исследования в разных лабораториях СССР показывают, что в период, предшествующий Днепровскому оледенению («преднепровское» время), геомагнитное поле имело прямую полярность. Морена Днепровского оледенения и синхронные ей «днепровские» лёссы, как правило, обнаруживают обратную полярность, связанную с инверсией магнитного поля [7, 14, 15].

Одним из недостатков многих статей по стратиграфии четвертичного периода является терминологическая непоследовательность, которая является следствием более глубоких и важных изъянов в изучении новейшей геологической истории. Цитированная,

например, выше статья И. И. Краснова и К. В. Никифоровой называется «Стратиграфическая схема четвертичного периода...». Это неудачное выражение. Следовало бы сказать не «периода», а слоев или отложений. Стратиграфия в переводе означает описание слоев. Стратиграфией занимаются в целях выяснения условий отложения слоев. Но «условия отложения» — это все природные условия, вся природа со всеми ее компонентами. Последней же занимается география. Поэтому стратиграфия без географии (палеогеографии) только регистрирует, не объясняя, не понимая, т. е. не решая полностью научных проблем. Следовательно, истинное изучение стратиграфии подразумевает по возможности более полное восстановление природных процессов плейстоцена. Но далеко не каждая статья по стратиграфии содержит подобные материалы. Вместо того чтобы комплексно — географически — анализировать объем и периодизацию плейстоцена, авторы чаще используют для обоснования границ показатели не совокупности главных особенностей природы, а ее отдельных компонентов и даже компонента, предпочтение которым отдается более или менее произвольно. В статье И. И. Краснова и К. В. Никифоровой [22] предпочтение, например, отдается фораминиферам и некоторым крупным млекопитающим. Следует заметить, что развитие *Globorotalia truncatulinoides*, на которое ссылаются И. И. Краснов и К. В. Никифорова, также, по-видимому, не было синхронным. Так, исследования, проведенные в Индийском океане, дают основание полагать, что граница фораминифер *Globorotalia truncatulinoides* поднимается до эпохи Брюнеса. Что же касается остатков крупных млекопитающих, то об этом выше уже сказано достаточно ясно.

Отсутствие внимания к целостной характеристике природы привело к тому, что остается до сих пор дискуссионным само понятие «плейстоцен». Неясно, что же такое в конце концов плейстоцен и его подразделение «эоплейстоцен» (греч. «эос» — заря). В желании сохранить эоплейстоцен некоторые ученые очень настойчивы. Однако, как определяют сами авторы этого термина, эоплейстоцен следует понимать как «эоплейстоценовый плейстоцен» (!). Однако ранее, основываясь на цифровых данных, К. К. Марковым было показано, что плиоцен переходит в «эоплейстоцен» постепенно, но от плейстоцена отделен резко. Поэтому «эоплейстоцен» — это, в сущности говоря, еще плиоцен, а именно неоплиоцен, или поздний плиоцен.

Какие же позитивные тенденции и перспективные направления наметились в изучении истории четвертичного периода к настоящему времени? Попробуем ответить на этот вопрос.

Пути решения проблемы, важнейшие направления современной палеогеографии. Очевидно, что любая сводная стратиграфическая схема является не только и не столько схемой последовательности накопления слоев (стратов), сколько схемой палеогеографических этапов развития природы поверхности Земли. Следовательно, основой стратиграфии, как уже указывалось, для больших территорий может быть лишь достоверно восстановленная картина важнейших палеогеографических изменений. Для решения поставленной задачи палеогеография обладает значительным арсеналом методов, количество которых в настоящее время не менее 30. Цели и возможности каждого метода не равнозначны. Ни один из них не является универсальным (подробнее по этому вопросу см.: [8, 9]).

Полные и достоверные данные можно получить лишь с применением комплекса методов. Однако запросы практики требуют выделить наиболее важные и перспективные из них, развитие которых необходимо в первую очередь. Для стратиграфии континентальных отложений плиоцен—плейстоцена таковыми являются: изучение мелких млекопитающих, абсолютное датирование отложений, изучение палеомагнитных характеристик осадков. Сохраняют свое значение литолого-минералогический, палеоботанический и другие методы.

Изучение мелких млекопитающих. Понятие «фауна» и «стратиграфия» связаны неразрывно. Остатки животных (и растительных) организмов всегда были стержнем стратификации геологических толщ. Естественно, что палеогеография и стратиграфия континентальных отложений опирается на изучение наземных животных и растений. В силу исторически сложившихся причин ключом для понимания палеогеографии плиоцен—плейстоцена часто служило изучение остатков крупных млекопитающих, хотя

толкование их вызывало споры. И сегодня основные подразделения стратиграфических схем Палеоарктики основаны на этапах развития фауны крупных млекопитающих. Однако в настоящее время происходит бурное развитие нового направления палеозоологии — изучения мелких млекопитающих. Это объясняется рядом причин.

Биомасса мелких млекопитающих на единицу поверхности в умеренном поясе Земли превышает биомассу крупных млекопитающих. Если же считать «поштучно», что для палеонтологии более важно, то количество мелких млекопитающих, и прежде всего грызунов, на единицу поверхности на несколько порядков больше, чем крупных травоядных (численность хищников в любом сообществе, как известно, всегда на порядок меньше, чем потребителей зеленой массы). Таким образом, уже одно это убедительно говорит о том, что в континентальных отложениях остатков мелких млекопитающих содержится в 10—100 раз больше, чем остатков крупных животных.

Будучи очень мелкими, остатки насекомоядных и грызунов встречаются почти повсеместно и практически во всех генетических типах континентальных отложений. Более того, существуют разрезы, которые содержат по нескольку разновозрастных костеносных горизонтов. Например, такие местонахождения, как Ногайск [13], Аккулаево [12], Новохоперск [1], Коротояк, Владимировка и др. имеют по два-три, а Урыв — до пяти костеносных слоев [5]. Стратиграфическое значение подобных фаун трудно переоценить.

Особенностью местонахождений мелких млекопитающих является их «протяженность». На Русской равнине, например, костеносные горизонты Урыва I и Урыва II, флювиогляциальных песков Лихвинского разреза и др. прослеживаются на сотни метров и более. Это, во-первых, позволяет очень точно устанавливать соотношение костеносных горизонтов и сопряженных с ними геологических тел, а во-вторых, позволяет многократно повторять сборы и, следовательно, дает возможность «контроля в эксперименте». Кроме того, получение костных остатков из таких слоев возможно практически в неограниченном количестве. Уже сегодня лишь для Центра Русской равнины известны десятки местонахождений, каждое из которых дало материал с количеством экземпляров более тысячи.

Такое обилие материала сделало возможным и необходимым использование статистических методов при анализе данных. Сразу же выявился целый ряд деталей, обычно ускользающих от исследователя. Стало возможным улавливать очень тонкие перестройки в составе животных сообществ. Анализ морфологической изменчивости позволяет теперь расчлнить эволюцию отдельных филогенетических линий на мелкие этапы. Как известно, именно на этих принципах и основано использование данных палеозоологии для стратиграфических целей. Сразу заметим, что такие понятия, как эволюционный уровень отдельных филогенетических линий и уровень развития фаун, а также их экологическая характеристика, нетождественны. Развитие отдельных групп может отставать или опережать общий уровень развития конкретных фаун.

Уровень и скорость эволюции отдельных филогенетических линий благодаря применению статистики в настоящее время можно точно фиксировать. Наиболее быстрая трансформация одного вида в другой требует для мелких млекопитающих не менее 150—200 тыс. лет. Эта скорость эволюции и определяет «чувствительность» метода. Различить временные отрезки объемом менее 100 тыс. лет на основании эволюции мелких млекопитающих в настоящее время почти невозможно. Однако напомним, что это в 2—3 раза точнее других фаунистических методов.

Изменения экологического состава фауны определяются несколько иными параметрами. Состав животного населения конкретного района практически мгновенно реагирует на изменения ландшафта. Изменение видового состава сообществ происходит с такой же скоростью, как и изменения окружающей среды, и точно соответствует масштабу природных ритмов. Даже небольшие сдвиги в палеогеографической обстановке, например в пределах одинцовского межледниковья, по нашим наблюдениям, регистрируются составом фауны грызунов (различия видового состава местонахождений Владимировка 1, Владимировка 2, Стрелица 1 и Стрелица 2) [1]. Напомним, что Ж. Шалин [16] по мелким млекопитающим только в пределах среднего и позднего плейстоцена (начиная со второй половины тирасполя) выделил около 18 климатозон.

Преимущества фауны мелких млекопитающих очевидны. В настоящее время они общепризнаны, и изучение ископаемых насекомоядных, зайцеобразных, грызунов проводится повсеместно. Уже разработаны стратиграфические схемы на основе развития мелких млекопитающих для территории Англии [19, 26], Франции [16], отчасти Испании [24, 25], Чехословакии [17, 18], Венгрии [20, 23], Польши [21]. Подобные схемы существуют и для территории Украины, Центра Русской равнины, Башкирии, Западной Сибири, Забайкалья. И все это создано лишь за последние 10—15 лет.

Вместе с тем эти исследования наталкиваются на ряд трудностей и проблем. Одна из них — соответствие фауны мелких млекопитающих и традиционных фаунистических комплексов. Например, заключение о том, что фауна Новохоперск I относится к тираспольскому фаунистическому комплексу, неточно и не представляет информативной ценности. Известно не менее четырех уровней — этапов последовательного развития тираспольских фаун, и в их ряду местонахождение Новохоперск I занимает совершенно определенное место. В рамках хапровского комплекса можно выделить пять-шесть уровней развития фауны. То же относится и к таманскому комплексу. Судя по всему, в настоящее время целесообразно в рамках традиционных комплексов выделить градации более мелкого порядка. Такие понятия, как «древний», «развитый», «поздний», предложенные в свое время И. М. Грозовым, употребляются в палеоэтиологии, но применительно к стратиграфии их уже недостаточно.

Другая трудность проистекает из кажущейся простоты определения грызунов. Эта «доступность» метода приводит к тому, что в печати появляются многочисленные списки фаун, анализ которых был выполнен не вполне классифицированно. Нередко детальное изучение изменчивости подменяется неоправданным выделением новых видов. Описание палеонтологического материала значительно отстает от публикаций фаунистических списков. Такое положение недопустимо, ибо является тормозом для развития стратиграфии. Корреляции фаун, выполненные только на основании латинских названий, не могут быть достоверны, и во всех случаях рано или поздно это приведет к серьезным ошибкам. Важнейшей задачей современной палеозоологии является публикация морфологических описаний конкретных фаун, без чего невозможно дальнейшее развитие стратиграфии и геологического картирования.

Очевидно, что для создания общей схемы палеогеографического развития предварительно необходимо иметь данные по отдельным регионам. Как указано выше, по ряду районов Советского Союза такие данные существуют. Однако для Прибалтики, Белоруссии, Закавказья, Восточной Сибири и т. д. подобную работу еще предстоит сделать, ибо имеющиеся сведения очень отрывочны. А не имея материалов по Закавказью, например, невозможно осуществить корреляцию с четвертичными отложениями Ближнего Востока, отсутствие материалов по Чукотке и Камчатке не позволяет установить корреляцию с Аляской и Канадой и т. д.

Очень большое значение имеют поиски костных остатков в разрезах, содержащих стратотипические толщи. Многое в этой области уже сделано, но еще больше надо сделать.

Кроме перечисленных, перед палеозоологией стоит ряд «внутренних» проблем. Наиболее актуальной из них (см. выше) является поиск ответа на вопрос о степени асинхронности развития фаун в различных регионах. Неоднородность географической обстановки должна была привести к различной скорости эволюции в отдельных филетических линиях и в составе фаун в целом. Однако до сих пор степень указанных различий при сравнении конкретных регионов остается неясной. Вопрос этот может быть уточнен путем изучения поэтапного развития фаун каждой конкретной области и их последующего сопоставления.

Другой важной проблемой является анализ причин наблюдаемых структурных перестроек зубного аппарата и скелета млекопитающих. Палеонтологи, занимающиеся мелкими млекопитающими плиоцен—плейстоцена, регистрируют различные морфологические признаки, наблюдают развитие их во времени, на этом основании делают заключения об эволюционном уровне животных и их возрасте. Но, за редким исключением, не делается даже попытки понять смысл фиксируемых изменений, вскрыть их функциональное значение и причинность. Такое положение можно понять, так как

необходимы специальные силы и средства для исследований по функциональной морфологии, но вряд ли можно мириться в дальнейшем с этой ситуацией, тем более что в настоящее время техника исследований шагнула далеко вперед. Использование окрашенных препаратов, применение сканирующей электронной микроскопии, рентгенокопия и т. д. значительно расширяют возможности изучения ископаемого материала.

Наконец, требуют дальнейшей разработки вопросы филогении. Наиболее актуальным из них в настоящее время, вероятно, является вопрос взаимообусловленности морфологических признаков (структуры зубов, особенностей посткраниального скелета и т. д.) с деталями строения хромосомного аппарата. Для современных видов эта проблема решается довольно легко путем наблюдений и эксперимента. К сожалению, для вымерших видов прямого подхода к решению задачи не существует. Однако можно надеяться, что детальный анализ современных видов позволит установить соответствие между изменчивостью внешних признаков и границами таксонов, которые определяет кариотип. В дальнейшем это позволило бы точнее уяснить объем и границы «палеонтологических» видов. Во всех случаях невозможно игнорировать результаты кариологических исследований, так как без этого нельзя понять реальную таксономическую значимость ископаемых групп. А без этого будет сохраняться иллюзорность наших представлений об объективном процессе эволюции.

Методы абсолютной геохронологии. При изучении этих и других проблем плейстоцена трудно переоценить значение «внепространственных» методов, вследствие того что в основе их лежат физические, физико-химические и геофизические явления, которые не зависят от изменения географических условий. Имеются в виду изотопные методы, термолюминесцентный и палеомагнитный методы. Все три метода (изотопные методы являются группой методов) имеют применение в Советском Союзе. Среди них в настоящее время наиболее безупречным можно считать радиоуглеродный метод определения абсолютного возраста и палеомагнитный метод, позволяющий проводить межрегиональную (планетарную) корреляцию отложений и косвенно определять их абсолютный возраст для определенных хронологических условий.

Несколько лет назад большие надежды возлагались на термолюминесцентный метод определения абсолютного возраста плиоцен-плейстоценовых отложений, тогда в основном разработанный в Киеве. Возможность датирования отложений в интервале до 1,5 млн. лет, позволяющая заполнить разрыв между очень «частными» радиоуглеродными датами и очень «общими» палеомагнитными датировками, относительная простота метода (в киевском варианте) и большой класс отложений, пригодных для датирования, — все что вызвало «термолюминесцентную лихорадку», обусловившую публикацию серии статей и стратиграфических схем с геохронологическим содержанием. Однако применявшаяся методика, как оказалось, не имела достаточного физико-химического обоснования, вследствие чего термолюминесцентные датировки и сам метод вызвали к себе скептическое отношение. Однако к началу 1977 г. термолюминесцентный метод обнаружил явные симптомы «выздоровления» благодаря тому, что к разработке основ метода и методики датирования подключилась большая группа физиков, радиохимиков химического и географического факультетов МГУ, Института электрохимии АН СССР и Института геологии Эстонской АН СССР.

Таким образом, четвертичная геология в скором времени будет вооружена (а отчасти вооружена и сейчас) методами абсолютного датирования и корреляции отложений. Неудовлетворительно только их применение. Дело в том, что эти методы надо прежде всего применять к тем горизонтам отложений, к тем опорным разрезам, которые запечатлели основные изменения географической среды, подчеркнем снова — всей географической среды, совокупности, комплекса ее компонентов, а не отдельных видов животных (например, фораминифер) и растений, как это рекомендуется, в частности, в цитированной статье И. И. Краснова и К. В. Никифоровой [22]. Иначе, мы были вооружены датировками, отнесенными к событиям неустановленного значения, «повисающими в воздухе».

Палеомагнитный метод. Несколько подробнее остановимся на задачах и перспективах развития палеомагнитного метода. Для палеомагнетизма особенно важно исследование на разрезах с возможно большей полнотой данных по двум причинам. Первая

причина имеет отношение к недостатку палеомагнитного метода. Физические и геофизические основы метода сейчас разработаны и имеют надежное обоснование. Палеомагнитология обладает комплексом полевых и лабораторных методов, позволяющих уверенно и с достаточной точностью выделять первичную намагниченность, необходимую для палеомагнитных построений. И в этом заключается «безупречность» палеомагнитного метода.

В то же время палеомагнитный метод имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что палеомагнитные зоны, выделяемые в разрезах, не имеют достаточно четких индивидуальных характеристик, что вызывает затруднение при корреляции отложений только по палеомагнитным данным. Так, прямая полярность отложений зоны Брюнеса неотличима от прямой полярности отложений любой другой зоны. Именно поэтому корреляция отложений на основе палеомагнитных данных наиболее эффективна и точна в системе сопряженного палеогеографического анализа с привлечением данных других методов (фаунистических, палеоклиматических, палеопедологических и т. д.), помогающих «опознать» в разрезе выделенные палеомагнитные зоны.

Вторая причина необходимости палеомагнитных исследований в сопряжении с другими «палеогеографическими» методами состоит в том, что объект изучения палеомагнитного метода — геомагнитное поле прошлого — имеет тесную связь с палеогеографией. Сейчас уже очевидно, что магнитосфера Земли следует рассматривать как часть, один из компонентов географической оболочки. Изменение магнитосферы должно сказываться на изменении других компонентов географической среды. Так, например, в настоящее время экспериментально доказана экологическая значимость магнитного поля. В экспериментах с магнитными полями, по напряженности близкими к земному, показано, что при прочих равных условиях только изменение магнитного поля (его уменьшение или увеличение) даже в лабораторных масштабах времени влияет определенным образом на развитие организмов. Изменяясь во времени и особенно значительно в так называемый переходный период при смене полярности, продолжающийся 10—15 тыс. лет, геомагнитное поле может, по-видимому, оказывать влияние на ход эволюции организмов и тем самым на палеонтологическую летопись. Ряд исследователей указывают на изменение хода эволюции в плиоцен-плейстоценовое время различных групп организмов (от простейших до млекопитающих), совпадающее во времени со сменой эпох геомагнитной полярности.

Некоторые исследователи высказываются также о влиянии изменения напряженности геомагнитного поля на климат благодаря более сильному воздействию на атмосферу Земли (ее верхних слоев) космических лучей и солнечного ветра вследствие уменьшения экранирующей роли геомагнитного поля при уменьшении его напряженности.

Палеомагнитологи изучают сейчас преимущественно один параметр древнего геомагнитного поля — его направление. Изучение палеонапряженности — одна из важнейших в настоящее время задач, разрешение которой позволит расширить возможности палеомагнитного метода и восстановить некоторые связи в географической оболочке.

Перечисленные задачи очень разнородны. Для их решения требуются совместные усилия геологов, палеогеографов, палеонтологов, экологов, гистологов, каросистематиков и других специалистов. Разумеется, это очень сложно как в научном, так и в организационном плане. Но объединение усилий необходимо для дальнейшего развития исследований. Последнее, в свою очередь, является важным условием развития палеогеографии, стратиграфии и геологического картирования.

Организационные задачи. Значение затронутых вопросов станет ясным, если вспомнить, что они возникли на «перекрестке» различных наук: географии, геологии, биологии, археологии и их многочисленных разделов. Эти проблемы находятся в центре внимания как системы естественных, так и системы общественных наук, ибо они отвечают на вопрос, какова история развития целостной системы природа—человек—человеческое общество, каковы эволюционные перспективы этой сложнейшей системы. Как никогда эти вопросы актуальны сегодня. Не напрасно еще полвека тому назад Академия наук СССР организовала Комиссию по изучению четвертичного периода. У ее основания стоял академик В. И. Вернадский, первым председателем был избран

А. П. Павлов, заместителем председателя одно время был Л. С. Берг. Вклад комиссии в изучение четвертичного периода трудно переоценить. На протяжении многих лет она успешно выполняла роль координирующего и направляющего центра, в котором плодотворно сотрудничали специалисты различных направлений и различных ведомств.

По мере развития науки «на местах» в четвертичной геологии значительно усилились центростремительные тенденции, что само по себе чрезвычайно отрадно. Однако это поставило ряд новых организационных проблем перед комиссией. В настоящее время почти в каждом научном центре Советского Союза существуют свои специфические направления в изучении плейстоцена, и лишь самая их незначительная часть находит теперь свое отражение в работе комиссии. Практически в работе последней принимают участие сотрудники двух-трех, преимущественно московских, учреждений. Подобное положение имеет ряд объективных причин, одна из которых указана выше. Но необходимость в координации усилий по изучению плиоцен—плейстоцена остается. И это ставит на повестку дня вопрос о совершенствовании работы Комиссии по изучению четвертичного периода АН СССР.

Необходимо прежде всего наметить несколько (но немного) главных проблем, которые, очевидно, можно разделить на три группы.

К первой группе проблем относится методика изучения новейших отложений и четвертичного периода в целом. Неудовлетворительное в некоторых отношениях состояние методики затрудняет решение многих проблем. В настоящее время препятствием является слабое применение методов абсолютной геохронологии. С одной стороны, имеются надежные, но крупномасштабные и «обезличенные» датировки палеомагнетизма, с другой — радиоуглеродная методика, которая дает датировки, не всегда достоверные и лишь в пределах второй половины верхнего плейстоцена. Положение ухудшилось с 1974 г., когда «пошатнулся» термолюминесцентный метод, до того широко разрекламированный. Это отставание «внепространственных» методов особенно затрудняет развитие палеогеографии в столь обширной стране, как наша, уменьшая достоверность синхронизаций разорванных в пространстве регионов. И даже такому универсальному методу, как палеонтологический, не под силу «в одиночку» решить эту проблему. Следовательно, важнейшей задачей дня является усовершенствование отдельных методик и их совместное применение в целях взаимного контроля и получения разносторонней и комплексной информации.

Во-вторых, необходима широкая и объективная информация о достигнутых результатах как в Советском Союзе, так и за его пределами.

В-третьих, необходима в качестве основы методология «пространства-времени», но не на словах, а на деле.

И наконец, в-четвертых, необходимо широкое и дружественное объединение исследователей плейстоцена на правильной научной основе вне зависимости от их ведомственной принадлежности и подчиненности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян А. К. Раннеплейстоценовые грызуны Приазовья и Дона.— В кн.: Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. М.: Изд-во МГУ, 1972, вып. 3, с. 162—173.
2. Гамов Л. Н., Пеньков А. В. О геомагнитных эпизодах в эпоху Брюнеса.— В кн.: Главное геомагнитное поле и проблемы палеомагнетизма. М., 1976, ч. 3.
3. Зубаков В. А., Кочеруга В. В. Магнитохронологическая шкала новейшего этапа (5 млн. лет).— В кн.: Геомагнитные исследования. М.: Наука, 1976, № 17.
4. Ильичев В. В., Куликов О. А., Фаустов С. С. Новые данные палеомагнитных и термолюминесцентных исследований отложений разреза Чаган.— В кн.: Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. Л.: Геогр. о-во СССР. Л., 1973, с. 252—257.
5. Красненков Р. В., Агаджанян А. К. Плиоценовые мелкие млекопитающие Урва на Дону.— Докл. АН СССР, 1976, т. 226, № 2, с. 413—416.
6. Куликов О. А., Трухин В. И., Фаустов С. С. О новой инверсии геомагнитного поля в эпоху максимального оледенения.— В кн.: Постоянное магнитное поле Земли, палеомагнетизм и магнетизм горных пород. Киев, 1973.
7. Куликов О. А. Об обратной полярности днепровской морены донского ледникового языка.— М., 1975.
8. Марков К. К. Общий взгляд на географию.— Вестн. АН СССР, 1976, № 7, с. 3—11.

9. Марков К. К., Добродеев О. П., Симонов Ю. Г., Сутова А. И. Введение в физическую географию. М.: Высш. шк., 1973. 181 с.
10. Марков К. К., Лазуков Г. И., Николаев В. А. Четвертичный период. М.: Изд-во МГУ, 1965. Т. 1. 371 с.; Т. 2. 435 с.
11. Марков К. К., Величко А. А. Четвертичный период. М.: Недра, 1967. Т. 3. 445 с.
12. Сухов В. П. Позднеплиоценовые мелкие млекопитающие Аккулаевского местонахождения в Башкирии. М.: Наука, 1970. 93 с.
13. Топачевский В. А. Насекомоядные и грызуны ногайской позднеплиоценовой фауны. Киев: Наук. думка, 1965. 164 с.
14. Третяк А. Н., Волок З. Е. Региональная палеомагнитная шкала плиоцен-четвертичных отложений Украинской ССР и сопредельных территорий. Киев: Наук. думка, 1976. 82 с.
15. Фаустов С. С., Ильичев В. А., Большаков В. А. Результаты палеомагнитных и термомюнесцентных исследований Лихвинского разреза.— Докл. АН СССР, 1974, т. 214, № 5, с. 1160—1162.
16. Chalain J. Les rongeurs du pleistocene moyen et superieur de France. P., 1972.
17. Rejfar O. Vyzkum fosilnich obrarlovcu na uzemi CSSR.— In: Zpravy o geol. vyzk. roce 1961. Pr., 1962, s. 109—118.
18. Fejfar O. The lower-villafranchian vertebrates from Hajnacka near Filakova in Southern Slovakia.— Rozpr. ústřed. ústavu geol., 1964, s. 30.
19. Hinton M. A. C. Monograph of the voles and lemmings (Microtinae) living and extinct. L.: Brit. Mus. Natur. Hist., 1926. Vol. 1. 488 p.
20. Janossy D. Stratigraphische Auswertung der europäischen mittelpleistozänen Wirbeltier-faune. T. 1.— Ber. Dt. Ges. geol. Wiss., 1969, Bd. 14, H. 4.
21. Kowalski K. Stratigraphic importance of rodents in the studies on European Quaternary.— Folia quatern., 1966, vol. 22, p. 1—16.
22. Krasnov I. I., Nikiforova K. V. Stratigraphic scheme of the Quaternary (anthropogene) based on the materials of the last years. Willington, 1975. (Quatern. Stud. Bull.; N 13).
23. Kretzoi M. Die altpleistozänen Wirbeltierfaunen des Villanyer Gebirges.— Geol. hung. Ser. palaeontol., 1956, füz. 27, old. 1—264.
24. Michaux J. Arvicolinae (Rodentia) du Pliocene terminal et du Quaternaire ancien de France.— Palaeovertebrata, 1971, vol. 4, fasc. 5.
25. Michaux J. Les rongeurs du Languedoc et de l'Espagne, dans leurs rapports avec la faune et climat de l'Europe, de l' "Astien" au debut de Pléistocene moyen.— Bull. Assoc. fr. étude Quatern., 1973, N 36.
26. Sutcliffe A. J., Kowalski K. Pleistocene rodents of the British Isles.— Bull. Brit. Mus. (Natur. Hist.), 1976, vol. 27, N 2, p. 1—147.

НОВЕЙШИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ЛЕНТОЧНЫХ ГЛИН С ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ¹

Мечта каждого геолога не только определить ту или иную последовательность и относительную продолжительность геологических событий, но и абсолютную продолжительность их. Однако до сих пор положительно разрешить эту проблему в целом не удается.

Одним из наиболее удачных методов частичного решения проблемы определения абсолютной продолжительности геологических периодов следует признать так называемый геохронологический метод де-Геера. Он основан на изучении ленточной глины, породы, отлагавшейся в ледниковый период в приледниковых озерах. Метод этот за последние годы получил широкое распространение и успел дать весьма ценные результаты².

ЛЕНТОЧНЫЕ ГЛИНЫ И УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

Характерная особенность ленточной глины — ее правильная слоистость. В обнажениях ленточной глины наблюдается чередование слоев двух родов: глинистых, сравнительно тонких и окрашенных в темные тона, и более песчаных, мощных и светлоокрашенных (рис. 1). Первые называются зимними, вторые — летними слоями³. Оказывается, что почти всегда каждый летний слой по окраске, механическому составу и другим свойствам переходит в вышележащий зимний слой очень постепенно. Это означает, что также постепенно при переходе от летнего к вышележащему зимнему слою изменялись и условия образования слоев. Это дает основание объединять два таких смежных слоя в одну, более крупную единицу — ленту. Считают, что время отложения каждой ленты равно одному году — предположение, являющееся отправной точкой для дальнейших геохронологических построений.

Границы между зимними и вышележащими летними слоями, напротив, резки и принимаются за границы между отдельными лентами. Таким образом, сосчитав, из скольких лент состоит данная толща ленточной глины, мы определим, за сколько лет она отложилась.

Теория образования ленточной глины была первоначально разработана де-Геером [6—8] и в последние годы несколько видоизменена и дополнена М. Саурамо [10—13] и Е. Антевом [1—3].

Ленточные глины образовывались из ледниковой мути — продукта перемывания морены, приносившейся ледниковыми потоками в приледниковые озера. Приледниковые озера в термическом отношении являлись озерами полярного типа. В них круглый год господствовала постоянная придонная температура $+4^{\circ}\text{C}$ и более низкие температуры в поверхностных слоях воды, где они в течение года подвергались незначительным колебаниям, вероятно в пределах между 0 и $+3^{\circ}$. В связи с таким распределением температур стояло и определенное распределение плотностей — господство круглый год в придонных частях озер тяжелой и плотной воды (при 4°C вода, как известно, обладает наибольшей плотностью), над которой располагались более холодные и легкие слои.

¹ Напечатано по журналу «Природа» (1927, № 9, с. 679—696). — *Ред.*

² См. также: Марков К. К. Геохронологические исследования в Карельской АССР и Ленинградской области. — *Природа*, 1931, № 4. — *Ред.*

³ Сейчас известно, что летние слои часто имеют более тонкую слоистость, отвечающую месячной, недельной и суточной ритмике. — *Ред.*

Рис. 1. Обнажение ленточной глины. На вытянутой полосе бумаги нанесены границы лент (прямыми линиями) и слоев внутри каждой ленты (Сев. Америка) [3]

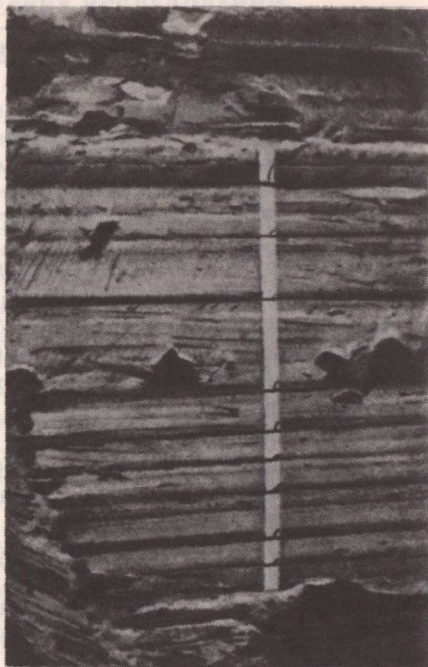
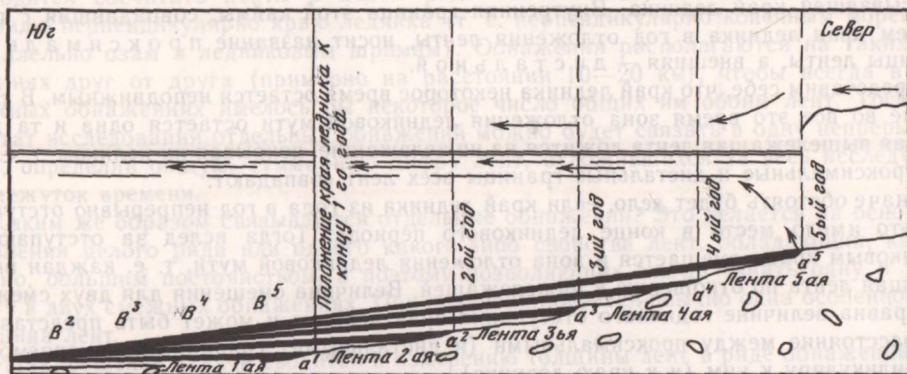


Рис. 2. Направление ветров, распространение ледниковой мути, последовательные положения отступающего ледникового края и черепитчатое залегание лент.

a^1, a^2, a^3, a^4, a^5 — проксимальные концы лент, b^2, b^3, b^4 — дистальные концы лент. Проксимальные концы лент совпадают с положением края ледника в соответствующие годы



Ледниковые потоки текли главным образом в подледниковых туннелях. Устья их поэтому лежали у дна приледникового озера на более или менее значительной глубине под его поверхностью. Здесь, у ледниковых ворот, нагромождался крупный материал, приносимый потоками, — валуны, щебень и гравий. Конусы выноса потоков, по де-Гееру, образовывали со временем флювиогляциальные гряды — озы. Мелкий материал уносился дальше в озеро. Талые ледниковые воды с температурой близкой к 0° , обладая меньшим удельным весом, чем придонные слои озерной воды, поднимались со дна к верхним слоям бассейна и широко расплывались по его поверхности вместе со взвешенной в них мутью под влиянием антициклональных ветров, дувших с ледника. Под действием силы тяжести ледниковая муть начинала осаждаться. Осаждение шло чрезвычайно медленно, во-первых, благодаря низкой температуре и большой плотности воды и, во-вторых, в связи с наибольшим содержанием взвешенных частиц именно в верхних слоях воды, вследствие чего в процессе отложения на дно они были вынуждены пройти всю, иногда довольно значительную, толщу холодной и плотной воды приледникового озера. Медленным осаждением обуславливалась весьма совершенная сортировка осадка, в каждом отдельном пункте состоявшего из частиц приблизительно

Таблица 1

Расстояние от края ледника, км	Мощность ленты, см	Механический состав ленты
0,5—1,5	30	Песок
4	1	Ил
22	0,7	Илистая глина
50	0,4	То же, гигроскопическая = 6,36 ⁴
67	0,2	Глина гигроскопическая = 7,3

одинаковой крупности и менявшегося по механическому составу в горизонтальном направлении постепенно и закономерно, так что, чем дальше от края ледника, тем осадок делался глинистее. Одновременно с удалением от края ледника каждая лента делается все тоньше и тоньше и, наконец, выклинивается совсем.

М. Саурамо проследил одну и ту же ленту в Южной Финляндии в направлении перпендикулярном краю ледника и приводит следующие данные, иллюстрирующие только что сказанное: (табл. 1).

Летом, когда таяние ледника протекало весьма энергично, соответственно увеличивались мощность потоков и количество мути, вносившейся в озеро. За лето отлагался поэтому довольно мощный слой песчанистого осадка — летний слой. Зимой главным образом отстаивалась тонкая муť, не успевшая осесть за лето, — отлагался зимний слой ленты. Каждую весну происходило быстрое увеличение силы потоков, отмечавшееся разкой границей между смежными лентами.

Итак, с удалением от края ледника, на известном расстоянии от него, равном 120—150 км, каждая лента в конце кондов выклинивается, так как уже внутри этой границы вся муť успела отложиться. Таким образом, край ледника окаймлялся лишь неширокой зоной отложения ледниковой муť, а каждая лента имеет вид каймы, опоясывавшей край ледника. Внутренняя граница этой каймы, совпадавшая с положением края ледника в год отложения ленты, носит название проксимальной границы ленты, а внешняя — дистальной.

Представим себе, что край ледника некоторое время остается неподвижным. В таком случае во все это время зона отложения ледниковой муť остается одна и та же и каждая вышележащая лента ложится на нижележащие, покрывая их целиком, т. е. так, что проксимальные и дистальные границы всех лент совпадают.

Иначе обстоять будет дело, если край ледника из года в год непрерывно отступает, как это имело место в конце ледникового периода. Тогда вслед за отступающим ледниковым краем смещается и зона отложения ледниковой муť, т. е. каждая вышележащая лента по отношению к нижележащей. Величина смещения для двух смежных лент равна величине годичного отступления края ледника и может быть представлена как расстояние между проксимальными (и дистальными) границами, измеряемое по перпендикуляру к ним (и к краю ледника).

Залегание серии таких частично смещенных лент весьма напоминает залегание черепиц на крыше дома и носит название черепитчатого залегания лент.

Только что изложенное поясним следующей схемой:

Черепитчатое залегание лент имеет своим следствием то обстоятельство, что в области распространения ленточных глин, если только ширина ее в направлении отступления ледника больше 120—150 км (т. е. больше средней ширины каждой ленты), мы ни в одном обнажении не можем рассчитывать встретить всей серии лент, отложившихся в данной области (рис. 2). По мере движения в направлении отступления ледника в обнажениях будет систематически наблюдаться: в нижней части обнажения — выпадение лент, отложившихся раньше, в верхней же части — появление новых лент, отложившихся сравнительно позднее.

Таковы стратиграфические особенности ленточных глин, знакомство с которыми необходимо для понимания метода де-Геера.

⁴ Гигроскопичность породы обратно пропорциональна величине частиц, слагающих породу.

ЦЕЛИ И МЕТОДЫ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Непосредственная цель геохронологических исследований — определить продолжительность различных явлений жизни самого ледника, с которым ленточные глины генетически так тесно связаны, т. е. продолжительность отступления края ледника между какими-либо двумя точками на местности, длительность остановок и скорость годичного отступления ледникового края. Выработанную таким образом хронологию часто удается связать с различными палеогеографическими событиями и, таким образом, определить, также в абсолютных цифрах, продолжительность различных палеоботанических периодов, трансгрессий и регрессий моря, климатических, археологических периодов и т. д.

Как же подойти к решению только что указанных задач?

Прежде всего следует помнить следующее: определить время, потраченное краем ледника (уже давно исчезнувшим) на отступление между двумя данными точками — значит, другими словами, сосчитать, сколько лент успело отложиться в промежутке между отложением таких двух лент, проксимальная линия одной из которых (нижней) проходит через более южную из двух данных точек, а проксимальная линия другой (верхней) — через более северную точку. Итак, мы должны прежде всего найти две такие ленты, проксимальные линии которых проходят через наши две точки. Сделать это не представляет никакого труда. В обнажении, расположенному в данной точке, указанному требованию будет удовлетворять самая нижняя лента, залегающая непосредственно на морене⁵. Таким образом мы найдем обе необходимые нам ленты и нижнюю из них возьмем за основу — условный нуль нашей хронологии.

Теперь остается сосчитать, сколько лент отложилось в промежутке между двумя крайними лентами. Эта операция сложнее, так как ни в одном обнажении нельзя найти полной серии лент, представляющих весь нужный промежуток времени. Поэтому приходится сосчитать ленты в целом ряде обнажений, расположенных по одному профилю перпендикулярно краю ледника (т. е. перпендикулярно конечным моренам и параллельно озам и ледниковым шрамам). Обнажения располагаются на таких расстояниях друг от друга (примерно на расстоянии 10—20 км), чтобы всегда в двух смежных обнажениях имелось бы некоторое число общих им обоим лент. Тогда результат исследования отдельных обнажений можно будет связать в одну непрерывную цепь, определив общую, суммарную цифру лент, отложившихся за весь исследуемый промежуток времени.

Каким же образом связываются отдельные обнажения? Это делается на основании сравнения целого ряда или одного какого-либо свойства лент, обладающих, как известно, большим постоянством, а поэтому позволяющих всегда узнать одну и ту же ленту в двух смежных обнажениях. При сравнении берется обычно одна особенность — толщина лент.

Итак, решение задачи сводится к измерению толщины лент в ряде обнажений, расположенных по одному профилю, и сравнению всех отдельных замеров, позволяющему связать их в одно.

Практические приемы исследования.

В каждом обнажении на вертикальной стенке его с отчетливо видными лентами натягивается вертикальная узкая полоса бумаги, на которой отмечаются карандашом границы между лентами и слоями внутри каждой ленты (особым значком, рис. 3)⁶. Затем строится диаграмма, или кривая мощности лент. К отрезку горизонтальной прямой на равных друг от друга расстояниях восстанавливаются перпендикуляры, на которых, начиная справа или слева от их основания откладываются мощности лент в известном масштабе ($1/2$ — $1/5$ нормальной толщины лент) и в строгой последовательности, начиная от нижней ленты, залегающей на морене. Точки соединяют-

⁵ Действительно, проксимальные линии всех остальных, т. е. вышележащих, лент расположены все дальше внутрь, в направлении отступления ледника, на все увеличивающемся расстоянии от нашей точки.

⁶ Замер должен обязательно вестись от основания толщи ленточных глин, т. е. от морены.

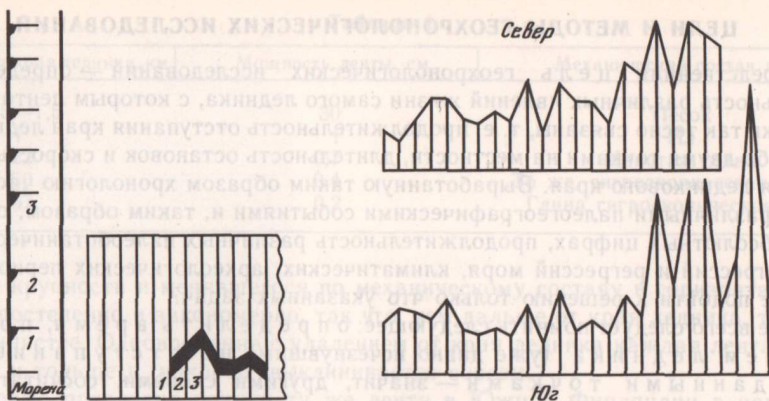


Рис. 3. Схема полевого изучения ледниковых лент

Рис. 4. Коннекция между двумя диаграммами мощности лент

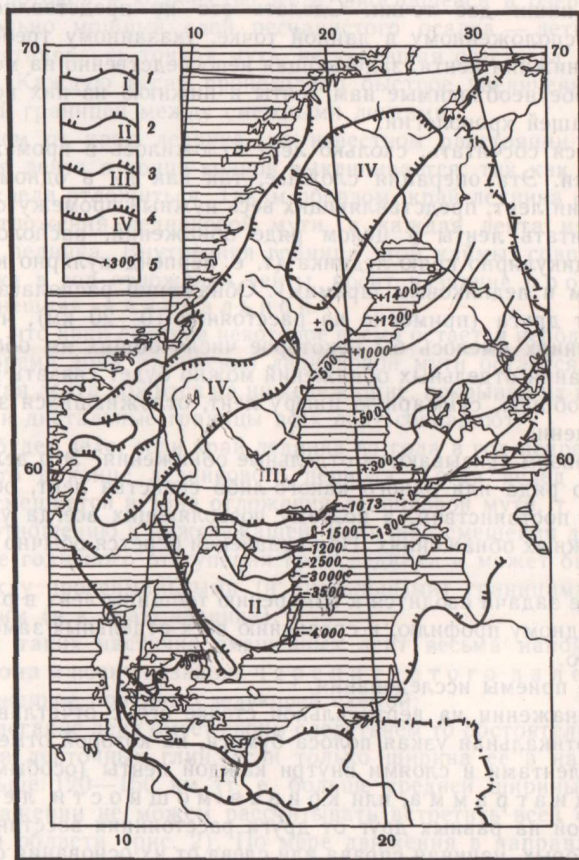


Рис. 5. Последовательные стадии (I—IV) отступления ледника в Фенноскандии
 Периоды: 1 — данигляциальный; 2 — готигляциальный; 3 — финигляциальный; 4 — последниглювый;
 5 — эквипессы. Цифры означают соответствующие годы по хронологии де-Геера (для Швеции) и Саурамо
 (для Финляндии)

ся и получается ломаная линия — д и а г р а м м а м о щ н о с т и л е н т, очень наглядно передающая все изменения их мощности (рис. 4).

Построенные таким образом для отдельных обнажений диаграммы сравниваются. Если оказывается, что изломы диаграмм сходны, то это должно означать, что в сходных частях сравниваемых диаграмм содержатся одни и те же ленты. Тогда говорится, что так называемая к о н н е к с и я достигнута, т. е. что сравниваемые замеры увязаны друг с другом. Остается сложить число различных лент, измеренных во всех отдельных обнажениях. В сумме получим продолжительность исследуемого периода, выраженную в годах. Эта часть задачи, таким образом, решена.

После того как определена продолжительность отступления между данными точками, не представляет уже никакого труда определить годовую скорость отступления края ледника. Для этого достаточно разделить данное расстояние на время, потраченное на отступление. Если слоистость ленточной глины в сыром состоянии неясная, берутся монолиты ленточной глины (для чего употребляются ящики из оцинкованного железа размером в 50×5 на 2 или 3 см) и замер производится по взятым монолитам после их высыхания. До сих пор мы говорили, что обнажения располагаются по одному профилю. Еще более интересные результаты дают геохронологические исследования, если точки замеров располагаются не линейно, а более или менее равномерно по всей данной площади. Тогда удается найти целый ряд таких точек, через которые край ледника проходил одновременно, и, соединив их, получить линии одновременного положения края ледника в определенные моменты, например через каждые 100 лет. Эти линии очень наглядно передают изгибы ледникового края и носят название э к в и р е с с или э к в и ц е с с (рис. 5).

Диаграммный метод — основной метод геохронологических исследований. При установлении коннексий он принимает во внимание только одно свойство ленточной глины — постоянство толщины лент. Однако, как правильно отметил финляндский геолог М. Саурамо, целесообразно сравнивать и другие свойства лент — механический состав, цвет и т. д., так как в этом случае коннексия получила бы разностороннее и многократное подтверждение. Так и поступил М. Саурамо при своих исследованиях ленточных глин Финляндии.

КРАТКАЯ СВОДКА РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ

Изучение ленточных глин с геохронологической точки зрения было начато де-Геером в Швеции в 80-х годах прошлого столетия. Де-Гееру удалось определить абсолютную продолжительность последней фазы ледникового периода, начиная с момента, когда край ледника проходил через южную оконечность Швеции, и до наших дней. Ему удалось также, на основании исследования ленточных глин, отлагавшихся вплоть до исторического времени, связать свою хронологию с нашим временем, т. е. сосчитать, сколько лет назад исследованные им события происходили.

Де-Геер делит геологическую историю Швеции за указанный период на две эпохи — п о з д н е л е д н и к о в у ю и п о с л е д н и к о в у ю. Первую, кроме того, он подразделяет еще на три субэпохи или периода — д а н и г л я ц и а л ь н ы й (по имени Дании), г о т и г л я ц и а л ь н ы й (по имени Готии, старого названия южной Швеции) и ф и н и г л я ц и а л ь н ы й (конечно, ледниковый). Положение края ледника в Швеции в каждый из этих периодов видно на приложенной карточке (см. рис. 5), где также нанесены и эквицессы, показывающие положение края ледника через определенное число лет (для Швеции — через 500).

Продолжительность каждого этапа отступления указана в табл. 2, составленной учениками де-Геера — Альманом, Кальденнусом и Сандегреном, из которой видна также связь хронологии де-Геера с главнейшими палеогеографическими событиями этого времени.

С того момента, когда край ледника проходил через южную оконечность Швеции,

Таблица 2

Бассейн в Балтике	Климат	Археология	Геохронология по де-Гееру и история оз. Рагунда			Стадия отступления ледника
Спуск оз. Рагунда						
Время Муа	Субатлантическое время	Историческое время	1000			Послеледниковый период
		Железный век	Р. X.		Послеледниковое ухудшение климата	
Время Липпаеа	Суббореальное время	Бронзовый век	1000			Послеледниковый период
			2000			
			3000	3700 — оз. Рагунда заполнено осадками		
Литориновое время	Атлантическое время	Каменный век	4000	3000		Послеледниковый период
			5000	2000		
				1000		
Анциловое время	Бореальное время		6000	0	Разделение ледника на две части	Финигляциальный период
			7000	1000		
			8000			
			9000	2000	Край ледника у серд. — шведских морен	Готигляциальный период
				3000		
Время балт. ледн. озера	Арктическое время		10000	4000		Данигляциальный период
			11000	5000	Край ледника в южной Швеции	
			12000	6000		
			13000			

прошло около 13 500 лет, из которых около 4000 лет приходится на готигляциальный, 1073 года — на финигляциальный и около 8500 лет на послеледниковый период.

Что же касается до годичной скорости отступления края ледника, то последняя вначале была очень мала — всего около 50 м в год, под конец же, в финигляциальном периоде, достигала величины 300 и даже 400 м в год, по мнению де-Геера, под влиянием быстрого улучшения климата.

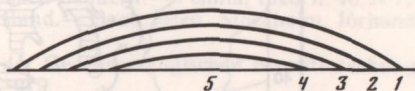
В Финляндии геохронологические исследования были начаты М. Саурамо в 1916 г. Его исследования охватили промежуток времени в 2700 лет, причем с нашим временем связать свою хронологию М. Саурамо не удалось и счет лет он ведет от условно взятого нуля времени. Саурамо удалось весьма точно определить продолжительность двух остановок края ледника по линии конечных морен, внешней и внутренней, Салпауселька, соответственно равных 225 и 183 годам. По некоторым вопросам он пришел к выводам, отличным от выводов де-Геера. В противоположность де-Гееру М. Саурамо считает, что исследования ленточных глин не дают оснований говорить о прогрессивном улучшении климата, будто бы вызывавшем ускорение отступления ледника. Он отмечает тесную зависимость между рельефом местности и ходом отступления ледника. Саурамо указывает, что эквидессы и край ледника в южной Финляндии образуют выпуклости на повышениях доледникового рельефа и вогнутости в понижениях его. Он объясняет это тем, что все отступление ледника в Финляндии вызывалось усиленным расходом льда под влиянием откалывания айсбергов. Откалывание же айсбергов происходило от того, что удельный вес льда меньше удельного веса воды, вследствие этого при глубине бассейна большей примерно $\frac{6}{7}$ мощности края ледника

ледниковый покров должен всплывать и происходит усиленное образование айсбергов. А так как этот процесс начинался раньше в более глубоких местах, то в понижениях доледникового рельефа и образовывались ледниковые заливы. Чем глубже был бассейн, тем скорее и чем мельче, тем медленнее отступал край ледника.

Чтобы объяснить все увеличивающуюся годовую скорость отступления ледника к северу, установленную де-Геером и им самим, М. Саурамо предлагает следующее остроумное построение.

Представим себе вертикальный разрез ледникового покрова в виде слабовыпуклого сегмента. При неизменных климатических условиях и, следовательно, неизменной величине поверхности таяния ледниковый покров ежегодно будет утоняться на одну и ту же величину, т. е. наш сегмент как бы сбрасывает с себя скорлупы постоянной

Рис. 6. Схематический разрез гипотетического ледникового покрова



мощности. Эти скорлупы в проекции на земную поверхность (основание сегмента) дадут концентрические кольца (рис. 6), ширина которых, равная годичной скорости отступления (на чертеже отрезки 1—2, 2—3, 3—4 и 4—5), будет, однако, из года в год увеличиваться. Таким образом, при неизменном климате край ледника должен отступать, и чем дальше, тем скорее.

Следует еще отметить как заслугу работ М. Саурамо то внимание, которое он уделяет петрографическим особенностям ленточных глин. Саурамо различает: 1) о з е р н у ю ф а ц и ю ленточной глины, к которой относится типичная яснослоистая ленточная глина, и 2) м о р с к у ю ф а ц и ю. К ней принадлежат неяснослоистые ленточные глины, отложившиеся в соленой воде. Здесь глинистые частицы коагулируют, образуя более крупные вторичные частицы, отлагающиеся скорее, т. е. одновременно, и в смеси с крупными первичными частицами. Отсюда плохая сортировка материала и неясная слоистость. М. Саурамо посетил с геохронологическими целями также и Прибалтийские страны (в 1924 г.) и, что для нас особенно интересно, окрестности Ленинграда (в 1925 г.), где он считает геохронологические исследования вполне возможными.

Отметим далее работы шведа Е. Антевса в восточной части Соединенных Штатов, в долине р. Коннектикут, где им построена хронология для периода в 4400 лет, и его же исследования Восточной Канады в ряде отдаленных, еще не связанных хронологически районов, охватившие в целом период около 7000 лет. Наконец, в последние годы геохронологические исследования производились: в окрестностях Нью-Йорка (американским исследователем Радсом), в Гималаях (учеником де-Геера — Кальдениусом) и в Новой Зеландии (Спрейтом). Мы видим, таким образом, интереснейший факт поразительно быстрого распространения геохронологических исследований, почти одновременно предпринятых в самых различных и отдаленнейших уголках земного шара.

В 1925 г. в Стокгольме основан специальный Геохронологический институт, возглавляемый де-Геером. Цель его — дальнейшая организация и координация геохронологических исследований, уже сейчас развернувшихся в международном масштабе.

ДАЛЬНИЕ КОННЕКСИИ И УСТАНОВЛЕНИЕ ЕДИНОЙ ХРОНОЛОГИИ ПОСЛЕДНИХ СТАДИЙ ЛЕДНИКОВОГО ПЕРИОДА

Возникает вопрос: нельзя ли связать все местные хронологии, построенные для таких удаленных друг от друга районов, как Европа и Америка, Европа и Гималаи, Европа и Аргентина, воедино? Мы знаем, что между диаграммами пунктов, удаленных на десятки километров, получаются хорошие коннексии. Нельзя ли получить такие же коннексии на расстоянии нескольких тысяч километров?

На поставленный таким образом вопрос де-Геер отвечает положительно. Он считает, что уже сейчас им установлены коннексии для Скандинавии, с одной стороны, и Северной Америки, Гималаев и Аргентины — с другой. Это дает ему возможность наметить

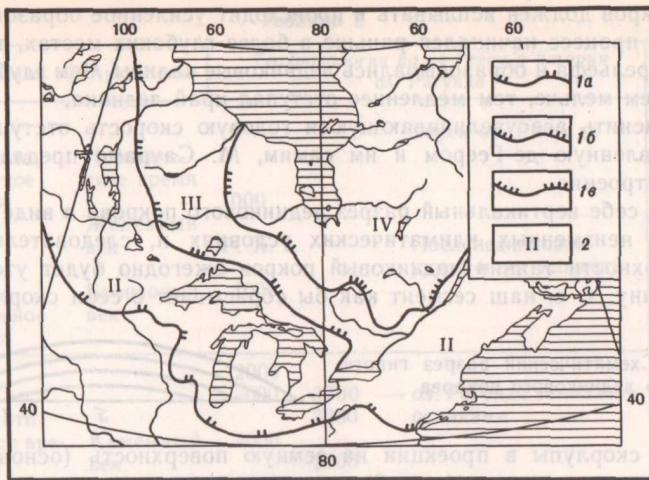


Рис. 7. Последовательность отступления ледника в Северной Америке
1 — стадии отступления; 2 — периоды (II — готтигляциальный, III — финнигляциальный, IV — послеледниковый)

в трех последних местностях те же стадии отступления ледника, что и в Скандинавии (рис. 7).

Однако вопрос этот представляется ряду ученых еще далеким от положительного разрешения. Действительно, мы должны помнить, что та или иная мощность лент, от которой зависит характер диаграмм, является функцией целого ряда условий. Условия эти двух родов — одни чисто местные и в каждом отдельном пункте различные (рельеф местности, глубина бассейна), другие, напротив, сохраняют постоянство и на довольно больших расстояниях — метеорологические. Чем сильнее зависимость характера диаграмм от этой второй группы условий, тем скорее могут получиться дальние коннексии. Де-Геер считает, что именно так и обстоит в действительности дело, что мощность лент в конце концов функция климатических условий, преимущественно температуры, что каждая диаграмма является как бы записью огромного естественного самописца-термографа. Если же на характер диаграмм и влияют затемняюще местные факторы, то влияние их может быть при помощи известных приемов устранено и тогда «исправленная» таким образом диаграмма будет уже отражать исключительно изменения температуры. Такие исправленные диаграммы (кривые) де-Геер называет нормальными или солярными кривыми.

Как явствует из сказанного, для существования дальних коннексий между двумя данными местностями должна существовать коннексия, по крайней мере, в ходе изменения метеорологических элементов, и прежде всего температуры. Однако в этом отношении достаточного параллелизма нет даже между Европой и Северной Америкой, а тем более между Европой и, например, Гималаями, которые лежат в другой климатической зоне. Вполне понятны поэтому возражения, которые делают де-Гееру крупнейшие палеоклиматологи Э. Брикнер и В. Кеппен. Точно так же М. Саурамо и Е. Антевс не вполне разделяют взгляды де-Геера на этот вопрос.

Из всего изложенного, нам кажется, однако, достаточно очевидным большой научный интерес метода геохронологического изучения ленточных глин. Хотелось бы надеяться, что и у нас, в европейской части СССР, где ленточные глины пользуются большим распространением, такого рода исследования будут, наконец, предприняты.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Antevs E.* The Recession of the last ice sheet in New England. N. Y., 1922. XI, 120 p. (Amer. Geogr. Soc. Res. Ser.; 1922, N 11).
2. *Antevs E.* Swedish Late Quaternary geochronology.— *Geogr. Rev.*, 1925, vol. 15, p. 280—284.
3. *Antevs E.* Retreat of the last ice-sheet in Eastern Canada.— *Canad. Geol. Surv. Mem.*, 1925, N 146, p. 111—142.

4. *Brückner E.* Geochronologische Untersuchungen über die Dauer der Postglazialzeit in Schweden, in Finnland und in Nordamerika.— Ztschr. Gletscherk., 1921, Bd. 12, S. 39—56.
5. *De Geer G.* A geochronology of the last 12 000 years.— In: C. r. Congr. Géol. Intern., Stockholm, 1910. Sthockholm, 1912, p. 241—253.
6. *De Geer G.* Correlation of late glacial clay varves in North America with the Swedish time scale.— Geol. fören. Stockholm förhandl., 1921, bd 43, s. 70—73.
7. *De Geer G.* On the solar curve.— Geogr. ann., 1926, vol. 8, p. 253—283.
8. *De Geer G.* Late glacial clay varves in Argentina.— Geogr. ann., 1927, vol. 9, p. 1—8.
9. *Reeds C. A.* Seasonal records of Geologic time.— Natur. Hist., 1924, vol. 23, p. 370—380.
10. *Sauramo M.* Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland.— Bull. Commis. geol. Finl., 1918, N 50, p. 5—44; Fennia, 1920, n. 41, N 1, s. 5—44.
11. *Sauramo M.* Studies on the Quaternary varve sediments in Southern Finland.— Bull. Commis. geol. Finl., 1923, N 60, p. 5—164; Fennia, 1924, n. 44, N 1, s. 5—164.
12. *Sauramo M.* Über die Bändertone in den ostbaltischen Ländern.— Fennia, 1925, n. 45, N 7, s. 3—9.
13. *Sauramo M.* Geochronologische Studien in Russland.— Geol. fören. Stockholm, förhandl., 1925 (1926), bd 47, h. 4, s. 521—523.
14. *Troll K.* Methoden, Ergebnissen und Ausblicke der Geochronologischen Eiszeitforschung.— Naturwissenschaften, 1925, Bd. 13, H. 45, S. 909—919.

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В КАРЕЛЬСКОЙ АССР И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ¹

Геохронологические исследования ленточных отложений были начаты мною совместно с И. И. Красновым в 1928 г. на территории Ленинградской области и затем продолжены в южной части Карелии. Район Онежского озера, казалось, должен был дать в этом отношении особенно много интересного. Сведения о четвертичных отложениях Карелии несколько подробнее были впервые даны В. М. Тимофеевым в 1920 г. [8] и затем описаны Е. Н. Дьяконовой-Соловьевой [1]. С. А. Яковлев [9] отметил ленточные отложения на южном берегу Онежского озера. На последние годы М. Саурамо распространил геохронологические исследования, производившиеся им в западной части Финляндии, на бассейн озер Пиелисъярви и Хейтиянен, лежащих близ границы республики, прямо на запад от северной части Онежского озера ². Таким образом, в случае полной удачи результатов наших работ можно было рассчитывать связать их с результатами работ М. Саурамо. По опыту работы 1928 г. было ясно, что геохронологические исследования значительно облегчаются в населенных районах благодаря обилию кирпичных ям. И в этом отношении район Онежского озера представлял очевидные удобства.

Геохронологические исследования производились в течение лета 1929 г. (мною и И. И. Красновым) и летом 1930 г. (мною и А. П. Пуминовым). За это время был посещен район северной половины Онежского озера, водораздел между Онежским озером и Сегозером [рис. 1], южное и восточное побережья Онежского озера на отрезке Вознесенье—Вытегра—Андома—Муромское—Пудож—Авдеевское—Песчаное и восточное побережье Ладожского озера (Лодейное Поле—Свирица—Олонец—Видлицы) ³.

В указанном районе ленточные отложения приобретают некоторые важные отличия при движении с севера на юг. Границей двух намекающихся районов ориентировочно можно считать линию от устья р. Свири на с. Авдеевское (к северу от Пудожа).

Севернее этой линии мы имеем типичные ленточные отложения скандинавского типа с отчетливо дифференцированными отдельными лентами и зимним и летним слоем внутри каждой ленты. Ленточные отложения пользуются почти повсеместным распространением и в особенности в пониженной части района залегают в каждом незначительном понижении характерного мелкохолмистого рельефа.

При общей типичности ленточных отложений особенностью их является необычай-

¹ Налечтано по кн.: Очерки по географии четвертичного периода. М.: Географгиз, 1955, с. 163—174. Впервые опубликовано в журнале «Природа» 1931, № 4.

² Территория Карельской АССР.— *Ред.*

³ Вместе с В. С. Порецким и В. И. Полянским.

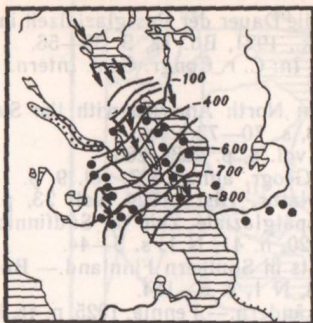
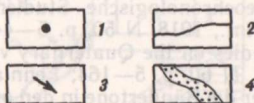


Рис. 1. Отступление края ледника в Южной Карелии

1 — исследованные районы; 2 — положение края ледника каждые 100 лет; 3 — направление ледниковых шравов; 4 — озы



ная тонизна лент. Ленты в среднем имеют мощность по несколько миллиметров, но кверху утоняются до одного и менее миллиметра. Лишь небольшое число лент, залегающих непосредственно на морене, в основании разрезов, достигает толщины нескольких сантиметров. Техника геохронологических исследований, состоящая преимущественно в регистрации границ отдельных лент на натянутой вертикально полосе бумаги, оказалась чрезмерно грубой. Пришлось большую часть разрезов «взять» полностью в виде монолитов, которые затем были доставлены в Ленинград. С другой стороны, толща ленточных отложений довольно однородна, что также значительно затрудняет параллелизацию отдельных разрезов.

При движении в северо-западном направлении вследствие черепитчатого залегания лент в верхних частях разрезов появляются новые ленты, в то время как в нижних частях разрезов последовательно и систематически выпадают ленты более низкого стратиграфического положения.

Таким образом, общее число лент в отдельных разрезах остается довольно постоянным, если исключить, конечно, случаи размыва верхних горизонтов ленточных отложений. Сводный стратиграфический разрез ленточной толщи района северной части Онежского озера имеет следующий вид (сверху вниз):

а) толстые песчаные ленты (до 10 см). Летний слой — мелкозернистый песок — занимает почти всю толщу отдельных лент. Зимний слой — в виде тончайшего глинистого налета. На диаграммах (рис. 2) — годы (ленты) — 295—356. По нашей хронологической шкале (см. ниже) — от +83 до 144 года. Дистальная граница распространения горизонта проходит приблизительно по линии от с. Федотово (см. рис. 1) на запад. Этот горизонт в дистальном направлении прослеживается до разрезов у с. Федорово и пункта в 20 км южнее Медвежьей Горы. В двух отмеченных пунктах горизонт «а» чрезвычайно утоняется, делается глинистее (что вообще характерно для дистальных концов лент любого горизонта) и далее к югу и юго-востоку, т. е. в дистальном направлении от этих пунктов, по-видимому, совсем выклинивается. Типично выражен он только в разрезах у северного конца Повенецкого залива, причем, по-видимому, в направлении к северу прослеживается до Сегозера, где у с. Карельская Месельга ленточные отложения имеют такой же характер;

б) ниже следует горизонт тонких (в несколько миллиметров) и более глинистых лент серого цвета. Отношение толщины зимнего и летнего слоев в среднем 1:3. Толщина лент в общем равномерно увеличивается книзу. В верхней части горизонта она особенно мала (иногда менее миллиметра).

Горизонт насчитывает 168 лет, причем делится на две равные части толстым (несколько сантиметров) песчаным «дренажным» летним слоем (см. рис. 2). Дренажный слой очень отчетливо выделяется в разрезе. Соответствующая лента принята поэтому за условный нуль хронологической шкалы Онежского района, ленты, залегающие стратиграфически выше, несут положительный знак, а лежащие ниже — знак отрицательный. На карте (см. рис. 1) положение нулевой эквицессы отмечает положение края ледника в год отложения дренажной ленты. Таким образом, отступление края ледника в исследованном районе происходило полностью в предшествовавшее отложению дренажного слоя время. По отношению к дренажной ленте — нулю хронологии — отложение го-

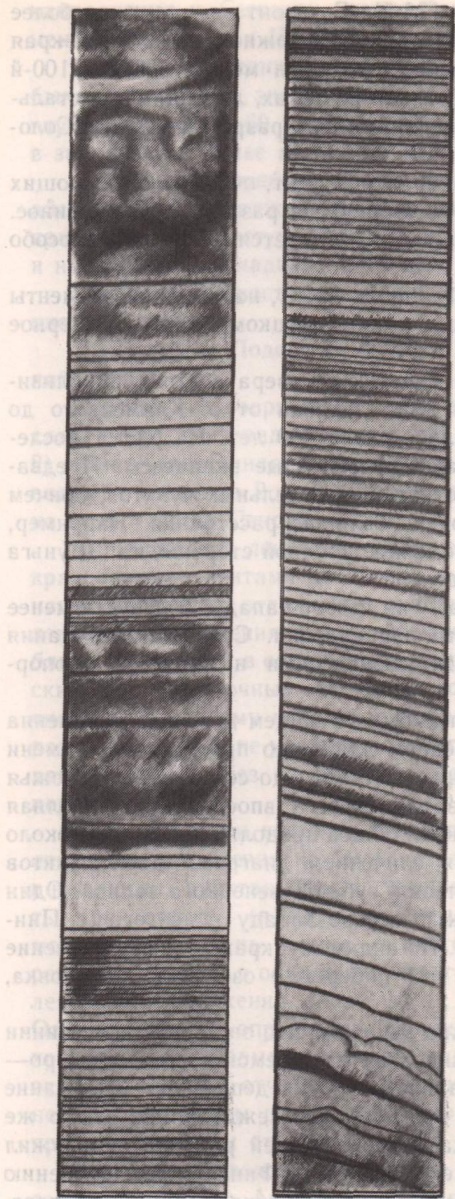


Рис. 2. Разрез ленточных отложений у с. Пиндуши. Горизонты «а» и «б» и «в», дренажный слой в средней части разреза (левый монолит)

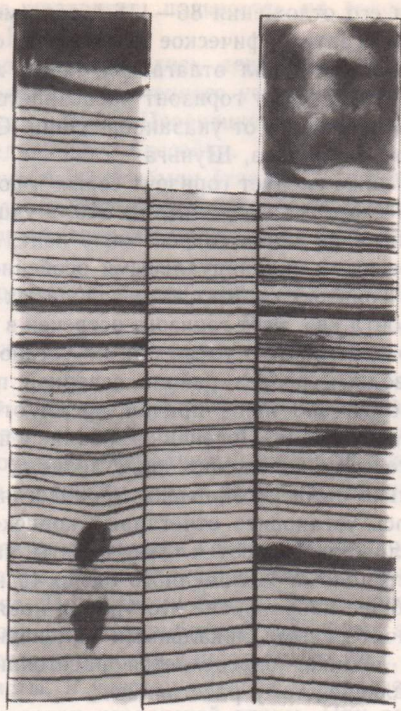


Рис. 3. Коннексию между разрезами у с. Пиндуши и Пергуба. Ленты горизонта «а»

ризонта «б» занимает отрезок времени от -85 до $+82$ лет. Проксимальная граница распространения горизонта проходит через северный конец Повенецкого залива. В дистальном направлении, хотя и сильно утоняясь, этот горизонт прослеживается очень далеко и узнается в таких пунктах, как Лижма, Кондопога и Шуя. Таким образом, когда край ледника отступил до северной оконечности Повенецкого залива, ледниковая муть относилась до указанных только что пунктов, т. е. на $80-100$ км от ледникового края;

в) под горизонтом «б» залегает горизонт, характеризующийся 1) большой глинистостью и 2) красновато-коричневой окраской. Число образующих его лент невелико и не совсем постоянно, в среднем $30-40$. Этот горизонт, как и нулевая дренажная лента, легко распознается в обнажениях, поэтому и содействует увязке отдельных разрезов.

Время его отложения 86—116-й год (местами — 126-й). Горизонт «в», занимая более низкое стратиграфическое положение, отложился при более южном положении края ледника. Он начал отлагаться, когда ледниковый край лежал между 200-й и 100-й эквицессами. Этот горизонт распознается во всех почти разрезах, лежащих в дистальном направлении от указанной линии. Самые южные из таких разрезов — у сел Соломенное, Вегорукса, Шуньга;

г) ниже следует горизонт серых и довольно однородных лент, очень напоминающих ленты горизонта «б», числом 540. Лучше всего он выражен в разрезе с. Соломенное. Несмотря на значительное число лент, горизонт «г» не отличается какими-либо особо интересными индивидуальными особенностями;

д) горизонт состоит из красноватых и очень глинистых лент, напоминающих ленты горизонта «в». Этот горизонт встречен в разрезах на о-ве Климецком, причем примерное число лент 120, но точно оно не установлено.

Сводный разрез района северной половины Онежского озера состоит приблизительно из 900 лент, причем время отступления края ледника от о. Климецкого до северного конца Повенецкого залива продолжалось около 800 лет. На рис. 1 последовательное положение края ледника показывают проведенные эквицессы. Предварительно были установлены хронологические соотношения отдельных пунктов, причем удалось установить отчетливые коннекции на очень большие расстояния. Например, отчетливо увязываются такие пункты, как с. Соломенное, с одной стороны, и с. Шуньга (расстояние от Соломенного около 45 км) — с другой.

Общее направление отступления края ледника — на северо-запад с более или менее незначительными локальными изменениями этого направления. Скорость отступления края ледника определяется расстоянием между эквицессами и является пропорциональной этому расстоянию.

Скорость отступления на исследованном участке была в общем довольно неизменна в течение первых 600 лет и определяется в среднем для этого промежутка времени величиной в 160 м в год. За эти годы край ледника отступил до северного побережья Повенецкого залива, где произошло вначале замедление, а впоследствии — полная остановка дальнейшего отступления ледникового края общей продолжительностью около 200 лет. Указанная остановка устанавливается сличением диаграмм двух пунктов (рис. 3), расположенных на северном конце Большой губы Повенецкого залива. Один из них (с. Лумбуши), расположенный лишь в 2 км к северо-западу от другого (с. Пиндуши), оставлен краем ледника на 170 лет ранее. По-видимому, край ледника в течение этого отрезка времени был здесь неподвижен. На побережье озера эта остановка, однако, морфологически не выражена.

Если присмотреться к изгибам эквицесс, можно заметить, что они вогнуты по линии вытянутых депрессий рельефа. Одна из депрессий занята системой озер Логмозеро—Кончозеро—Мутозеро, другая — Повенецким заливом. В этих депрессиях отступление ледникового края происходило быстрее, чем в промежутках между ними. Такую же зависимость быстроты отступления края ледника от неровностей рельефа обнаружил М. Саурамо при исследовании ленточных отложений западной Финляндии. По мнению М. Саурамо, объяснение указанного явления следует видеть в откалывании айсбергов.

На повышенных и мелководных участках дна приледникового бассейна главным фактором, определившим скорость отступления ледникового края, было поверхностное таяние ледникового покрова. В понижениях, т. е. в более глубоководных участках бассейна, поверхностное таяние действовало совокупно с откалыванием айсбергов от края ледника. Последнее начиналось, лишь только прикраевая зона ледника в результате таяния делалась тоньше. Ледниковый покров должен был начинать всплывать, это и являлось могущественным стимулом для откалывания айсбергов. Указанное критическое отношение толщины льда и воды достигалось ранее в глубоких частях бассейна. Здесь именно край ледника должен был отступать скорее.

Если принять такое объяснение, делается понятной и приостановка в отступании края ледника у северного конца Повенецкого залива, где от берега залива начинается резкий уступообразный подъем, образованный кристаллическими породами. Уже в нескольких километрах от залива отметки поверхности достигают 95 м и дальше в

направлении к Сегозеру увеличиваются уже медленнее, подымаясь на водоразделе между Сегозером и Повенецким заливом до 117 м⁴.

Глубина приледникового озера, в котором образовались ленточные отложения, была, естественно, значительно меньше к северу от отмеченного уступа. Эта разность глубин равнялась 60 м и более. Край ледника от конца Повенецкого залива отступал в значительно более мелководной зоне приледникового бассейна.

Соотношение прибыли (поступательное движение) и убыли (таяние + откалывание айсбергов) льда должно было резко измениться в положительную сторону. Это вызвало приостановку в отступании края ледника, теоретически же могло даже быть причиной и некоторого его надвигания к югу.

Южнее и юго-восточнее линии устья Свири—Пудожя ленточные отложения имеют иной характер.

В 20 км ниже Лодейного Поля, в 1,5 км ниже с. Гнильного, на левом берегу р. Свири наблюдаем:

1) песок мелкозернистый; глина ленточная, в верхних 1,5 м слоистая, причем летние слои имеют линзовидный характер; ленты красноватого цвета, в 2—5 см мощности; 2) глина «ленточная» — песчанистый, неслоистый, безвалунный плотный суглинок; видимая мощность 2 м. Такого же типа глины встречены еще в нескольких обнажениях на этом участке Свири.

Выше выходят ленточные отложения, характеризующиеся исключительно толстыми красноватыми лентами до 10—15 см мощностью, резко отличающимися от тонкослоистых ленточных отложений, описанных выше. По южному берегу Онежского озера ленточные отложения были встречены и осмотрены в разработках кирпичных заводов близ г. Вытегры и в обнажениях южнее Вытегры по берегам канала вплоть до с. Анненский Мост. Ленточные отложения толстослоисты. В каждом отдельном разрезе общее число лент поэтому невелико. Попадают прослои неслоистой глины. При сличении разрезов ни разу не удалось получить коннексии. Ленточные отложения имеют красноватую окраску, без сомнения заимствованную от коренных девонской и карбоновой пород.

В южной части восточного берега Онежского озера, между Вытегрой и Пудожем, ленточные отложения не были встречены вовсе. Они выходят близ Пудожа, а также в нескольких пунктах ниже по течению р. Водлы. Ленточные отложения здесь красноваты, тонкослоисты (в среднем ленты от нескольких миллиметров до 2—3 см); общая мощность их очень велика, а поэтому число лент в отдельных разрезах достигает рекордных цифр: в обнажении левого берега р. Водлы в 3 км ниже Пудожа мощность ленточных отложений около 15 м; общее число лент в обнажении — свыше 1000. Однако попытки определить границы между отдельными лентами и произвести геологические замеры не дали ожидаемого результата. В одних горизонтах обнажения отдельные ленты отчетливо дифференцированы, в других — границы между лентами неясны, и в целом ряде случаев просто невозможно решить вопрос: где же следует провести границы отдельных лент?

Ленточные отложения такого же типа, как на р. Водле, встречены в направлении к северу-западу у с. Авдеевского. Лишь на юго-восточном берегу полуострова Заонежье ленточные отложения принимают типичный характер. Впрочем, и в последнем районе, в разрезе у с. Вороний Остров (к востоку от с. Типиницы), обращает на себя внимание малое число типичных лент в разрезе. На морене залегает около 0,7 м глины, состоящей из лент с постоянной мощностью числом несколько более 100; выше следуют ленты с линзовидными летними слоями. Между тем во всех остальных разрезах полуострова Заонежье число лент с постоянной мощностью во много раз больше, обычно до 400—500. Таким образом, при движении от п-ва Заонежье к юго-востоку намечается постепенно усиливающееся изменение типичных ленточных отложений, первые признаки которого заметны в отмеченном только что разрезе у с. Вороний Остров.

Дополним сделанную характеристику еще несколькими штрихами.

Вдоль восточного берега Ладожского озера ленточные отложения встречены лишь

⁴ Если не считать гряды Карельской Масельги (155 м абс. высоты).

в окрестностях г. Олонца, где они очень напоминают ленточные отложения окрестностей Ленинграда.

Исследования Е. Н. Дьяконовой-Савельевой [1], М. А. Лавровой [2], В. И. Рантмана [6] и более ранние работы В. Рамсея [12] указывают на распространенность ленточных отложений и в более северных районах Карелии; судя по данным М. А. Лавровой [2], ленточные отложения в этом районе очень типичные.

Вся совокупность фактов, полученных нами как во время собственных исследований, так и изложенных в литературе, дают, мне кажется, возможность наметить некоторые общие выводы о ленточных отложениях Озерного края. Несомненно, территория Карельской АССР — благодарное поле для геохронологических исследований, особенно в районах, где ленточные отложения пользуются довольно непрерывным распространением (район Онежского озера). Ленточные отложения здесь скандинавского типа. В исследованном районе отступление края ледника было прослежено в течение 800 лет, причем наиболее северной из эквицесс, проведенных на карте (см. рис. 1) своим западным концом лежит всего примерно в 100 км к юго-востоку (т. е. в направлении движения ледника) от самой юго-восточной и эквицессы М. Саурамо (1929), датируемой им 1500 годам (1500 лет до начала отступления края ледника от 2-й Сальпаусельке).

Если принять годовую скорость отступления края ледника ранее 1500 года за 100 м, мы ориентировочно получим, что указанный стокилометровый промежуток был оставлен краем ледника в течение около 1000 лет. В этом случае наша нулевая эквицесса (см. рис. 1) будет соответствовать эквицессе года —2500 по М. Саурамо, а —800 эквицесса должна соответствовать —3300 эквицессе по М. Саурамо. Так как хронология М. Саурамо точно разработана им начиная с —1500 года и позднее, можно ориентировочно принять, что отступление края ледника в Заонежье происходило ранее нижней границы хронологии М. Саурамо на 1000—1800 лет. Но —1500 год М. Саурамо есть —3100 год шкалы де-Геера по параллелизации М. Саурамо, а наш —800 год (оставление краем ледника о. Климецкого), равный —3300 году шкалы М. Саурамо, есть ориентировочно —4900 год шкалы де-Геера, т. е. —13 600 лет назад. Хронологическая же шкала де-Геера захватывает отрезок времени на 4500 лет более ранний, чем шкала М. Саурамо, — около 16 500 лет назад. Поэтому при всей проблематичности настоящих сопоставлений нужно считать, что время отступления края ледника в южной Карелии уместается внутри хронологической шкалы де-Геера, а не наращивает ее книзу.

Западнее ленточные отложения изучались нами с положительными результатами в узкой полосе Ленинградской области, расположенной к северу от уступа глинта [3, 4]. В районе к северу от уступа Балтийско-Ладожского глинта геохронологические исследования дали благоприятные результаты. В окрестностях Ленинграда ленточные отложения пользуются почти сплошным распространением в Невской низменности и достигают мощности свыше 10 м. Нижняя часть этой толщи характеризуется отчетливой и правильной слоистостью. Такого же типа ленточные отложения залегают западнее, в Кингисеппском районе. Как показали наши исследования, край ледника образовывал в предглинтовой зоне несколько языков, вдавшихся во все сколько-нибудь значительные депрессии рельефа. Более значительные языки были: Лужский, Ковашский, Невский и Ладожский. Край ледника отступал с очень большой быстротой, измерявшейся для Невского языка величиной 400 м в год. Таким образом, Лужский и Невский языки, имевшие первоначально длину около 30—35 км, стаяли каждый через 80 лет, причем Невский язык перестал существовать раньше, чем Лужский.

К сожалению, ленточные отложения, типичные к северу от глинта, южнее быстро меняют свой характер; мощность лент делается непостоянной. Ленты, как правило, приобретают большую мощность, а поэтому общее их число в обнажениях невелико (окрестности Новгорода, река Шелонь, Мста, Свирь); в более или менее яснослоистой толще отдельные горизонты совершенно лишены признаков слоистости (окрестности Пскова, Мсты, Старой Руссы), иногда слоистость во всем обнажении едва заметна (в некоторых пунктах Невско-Волховского водораздела и р. Керести).

Таков характер ленточных отложений во всем бассейне Волхова и Ильменя и в районе Псковского озера, хотя ленточные отложения и пользуются широчайшим распростране-

нием и достигают мощности 16 м даже на Невско-Волховском водоразделе, а также и в Волховско-Ильменском котловане [7].

Здесь уместно напомнить, что М. Саурамо, пытавшийся применить геохронологический метод к изучению ленточных отложений Литвы, Латвии и Эстонии, непосредственно примыкающих к изученному нами району, также констатировал большие затруднения в этом отношении. К северо-западу отсюда расположена северная половина Карельского перешейка, где ленточные отложения уже изучены М. Саурамо, но результаты его работы не опубликованы. Основной же район работ М. Саурамо начинается от Выборга, где находится его —1500 эквицесса. Он отделяется от исследованного нами района расстоянием в 100 км. Продолжать шкалу М. Саурамо до окрестностей Ленинграда сейчас можно с помощью недавно вышедшей работы де-Геера [10]. Он воспользовался сообщенными ему в письменной форме замерами, сделанными М. Саурамо в северной половине Карельского перешейка. По мнению де-Геера, окрестности Ленинграда (с. Малые Лаврики) оставлены краем ледника в —3162 году по шведской шкале, около 11 860 лет назад по датировке де-Геера, а по М. Саурамо еще лет на 300 ранее⁵. Так как свою —1500 эквицессу М. Саурамо проводит через Выборг, получается, что от Ленинграда до Выборга край ледника отодвигался в течение около 350 лет. Таким образом, в Ленинградской области, в узкой полосе севернее глинта, край ледника находился значительно позднее (11 850 или 12 160 лет назад), после того как он в Карельской АССР отступил в Заонежье (13 600 лет назад). Можно еще прибавить, что 3162 эквицесса, проводимая де-Геером через Ленинград, проходит в Швеции несколько южнее оз. Веттер. А поскольку время отступления ледника в Заонежье должно лежать внутри хронологической шкалы де-Геера (его готигляциального периода), это тем более справедливо для момента отступления ледника в окрестностях Ленинграда.

Эти попытки ориентировочных сопоставлений наших геохронологических данных со шведскими и финляндскими приводят, таким образом, к выводу, что наши измерения полностью умещаются внутри этой шкалы. Обрисованная здесь картина должна, однако, существенно измениться, если принять во внимание интереснейшие геохронологические исследования, производимые Б. В. Перфильевым [5, 11] над донными отложениями озер южной части Карелии в районе Бородинской пресноводной биологической станции близ с. Кончозеро. Эти исследования, мне кажется, сулят результаты, в некоторых отношениях еще более интересные, чем результаты геохронологических исследований скандинавских ученых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дьяконова-Савельева Е. Н. У вопросу о позднеледниковом Онего-Беломорском соединении.— Тр. Ленингр. о-ва естествоиспытателей. Отд. геологии и минералогии, Л., 1929, т. 59, вып. 4, с. 97—107.
2. Лаврова М. А. Геологические исследования Двинско-Онежской экспедиции.— Осведом. бюл. Комис. экспедицион. исслед. АН СССР, Л., 1927, № 18 (31), с. 35—49.
3. Марков К. К. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области. М.; Л., 1931. Вып. 1. 253 с. (Тр. Гл. геол.-развед. упр. ВСНХ СССР; Вып. 117).
4. Марков К. К., Краснов И. И. О геохронологическом изучении ленточных отложений Северо-Западной области.— Природа, 1929, № 5, с. 462—464.
5. Перфильев Б. В. К методике изучения иловых отложений.— Тр. Бород. пресновод. биол. станции в Карелии, Л., 1927, вып. 5, с. 5—12.
6. Рангман В. Результаты геологоразведочных работ ЦСНХ в Кемско-Ухтинском районе в 1926 г.— В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Карелии. Петрозаводск, 1928, с. 7—18.
7. Соколов Н. Н. Геоморфологический очерк района р. Волхова и оз. Ильмень. Л.: Изд-во ВСНХ, 1926. 360 с. (Материалы по исслед. р. Волхова и его бассейна; Вып. 7).
8. Тимофеев В. М. Предварительный отчет о геологических исследованиях в районе Онежско-Ладожского водораздела летом 1925 г.— Изв. Геол. ком., 1927, т. 45, № 4, с. 187—189.
9. Яковлев С. А. О связи бассейна Балтийского моря с бассейном р. Волги.— ДАН СССР, Сер. А, 1928, № 3, с. 41—46.
10. De Geer G. The Finiglacial subepoch in Sweden, Finland and the New World.— Geogr. ann., 1930, vol. 12, fasc. 2/3.

⁵ По М. Саурамо [13], финигляциальный период был на несколько сот лет продолжительнее, чем это принимает де-Геер. Поэтому —3162 год де-Геера по М. Саурамо должен быть —3560 годом.

11. *Perfiljew B. W.* Zur Mikrobiologie der Bodenblagerungen.— Verh. Intern. Verein. theor. und angew. Limnol., 1929, Bd. 4.
12. *Ramsay W.* Quartärgeologisches aus Onega—Karelien.— Fennia, 1904, n. 22, N 1.
13. *Sauramo M.* Geochronologische Studien in Russland.— Geol. fören. Stockholm förhandl., 1926, bd. 47, h. 4, s. 521—523.
14. *Sauramo M.* The Quaternary geology of Finland.— Bull. Commis. geol. Finl., 1929, N 86.

О МОРСКИХ МОРЕНАХ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ¹

Вопрос о так называемых морских моренах привлекает внимание четвертичной геологии со времени ее становления как научной дисциплины. В работах ранних исследователей четвертичной геологии признается широкое распространение морских морен на периферии областей распространения материковых морен. В течение следующих десятилетий морские морены изучались, однако, мало. Время от времени они вызывали горячие споры, например, о европейском Севере нашей страны.

В последние годы исследователи допускают возможность существования условий, благоприятствовавших отложению морских морен на севере Западной Сибири, где, по их мнению, ледниковые покровы спускались в водный бассейн, занимавший север Западно-Сибирской низменности.

Споры об этом важном вопросе четвертичной гляциальной геологии могли бы прийти к конечному результату в данное время благодаря обширным исследованиям донных океанических отложений.

Задача настоящей статьи заключается в том, чтобы обратить внимание на обширное распространение морских морен в Южном полушарии. Я не предполагаю дать сводку всех полученных результатов, а хочу выделить небольшое число работ, проливающих свет на условия образования и распространения (в пространстве и во времени) фации морских морен. Я имею в виду прежде всего работы А. П. Лисицына и А. В. Живаго [1, 4, 5], выполненные за последние годы (1956—1958), и давнишнюю, но весьма важную работу Ф. Дебенхэма [6], по-видимому неизвестную советским исследователям.

Вслед за А. П. Лисицыным можно признать термин «морская морена» недостаточно точным, родовым и объединяющим три различных вида отложений: морские ледовые, айсберговые и подводные морены. А. П. Лисицын [5] называет отложения, связанные с деятельностью морских льдов, морскими ледовыми. Они распространены в настоящее время шире двух других типов, так как встречаются на дне всех морей, хотя бы частично замерзающих в холодные сезоны года. К последним принадлежат некоторые водоемы южной окраины умеренной зоны, как-то: северные части Черного, Каспийского, Японского морей, но прежде всего Северный Ледовитый океан и значительная часть океанических антарктических вод. В общем эти отложения занимают площадь в десятки миллионов км², превышающую современную площадь материковых льдов с подчиненными им современными материковыми моренами, определяемую в 14 972 тыс. км² [7]. Несомненно, что во время ледниковых эпох в связи с планетарным понижением температуры земной поверхности площадь, занятая морскими льдами (сезонными и постоянными), была значительно больше современной. Следовательно, еще обширнее была та часть площади дна океана, на которой происходило осаждение каменного материала, поступающего с берега при отрыве морского припайного льда или во время образования донного льда. К сожалению, гляциология, а тем более палеогляциология не занимается еще систематически геологической деятельностью морских льдов. На картосхеме, опубликованной в 1957 г., я сделал попытку, не претендующую на точность, показать контуры границ морских льдов времени максимального материкового оледенения. Она представляет, очевидно, также и схему возможного распространения морских ледниковых отложений.

Морские льды — один из типов природных льдов, а современные и четвертичные морские ледовые отложения по площади своего распространения превышают материко-

¹ Напечатано по: Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1960, № 3, с. 75—78.— *Ред.*

вые ледниковые отложения. С этим обстоятельством необходимо считаться четвертичной геологии и палеогеографии. Есть одна особенность в генезисе морских ледовых отложений принципиального характера, на которой необходимо остановиться. Образование морских льдов и их отложений не находится в тесной связи с образованием материковых льдов. В Северном полушарии самые большие пространства многолетних морских льдов приурочены к восточной части Северного Ледовитого океана, окаймленной холодными, но бедными осадками, и поэтому неоледенелыми пространствами материков Азии и Северной Америки с Канадским архипелагом. Можно, конечно, думать, что эта климатическая обусловленность унаследована от четвертичного периода, когда распространение морских льдов вызвалось понижением температуры, а распространение материковых льдов — увеличением количества снежных осадков и понижением температуры. Разнос морских льдин обеспечивался, как и в настоящее время, морскими течениями.

Вторую группу морских морен А. П. Лисицын [5] называет «айсберговыми отложениями». Я предпочел бы название «шельфово-айсберговые отложения» по причинам, указанным ниже. Эти отложения отличаются от морских ледовых отложений. Гранулометрия их очень разнообразна, среди них встречаются крупные валуны, но в них присутствует и мелкая фракция. Крупные обломки слабо окатаны, петрографический состав сравнительно однообразен. Общий характер этих отложений в большей степени соответствует распространенному представлению о материковых моренах, чем это имеет место у ледовых морских отложений. А. В. Живаго и А. П. Лисицын [4] упоминают еще один признак, сближающий шельфово-айсберговые отложения с материковыми моренными отложениями — их рельеф. Каменистый материал, вытаивающий из осевших на мель айсбергов, образует на антарктическом шельфе холмы и даже особый тип аккумулятивного бугристого рельефа с колебаниями высот, превышающими 15 м и типичными для моренного материкового рельефа.

Таким образом, шельфово-айсберговые отложения по литологическому составу и по создаваемому ими аккумулятивному рельефу весьма близко напоминают морену материковых пространств. Карта, опубликованная А. В. Живаго и А. П. Лисицыным, показывает, что айсберговые отложения и бугристый аккумулятивный рельеф распространены на антарктическом шельфе (сектор Индийского океана) в полосе, достигающей в среднем 500 км ширины. Это составляет площадь около 10 млн. км², равную 70% площади современного материкового оледенения Антарктиды. Как известно, отдельные айсберги встречаются и в очень низких широтах, но в виде исключения. Можно думать, что аккумулятивный рельеф, созданный шельфово-айсберговыми отложениями, трудно отличим от моренного рельефа, откладываемого ледниками на дне моря (подводные морены). В Антарктике к последним принадлежат отдельные гряды на шельфе (например, к востоку от шельфового ледника Шеклтона), а возможно, они образуют также основание ледяного острова Дригальского и некоторые другие возвышенности на поверхности антарктического шельфа. Заметим, что если эти морены обозначают максимальное развитие льдов антарктического ледникового покрова (что необязательно), то прирост последнего в эпохи древнего оледенения Южного полушария был очень незначителен. Морские морены изучались в различных секторах антарктического шельфа. Американский исследователь Г. Хьюг [8] приводит сведения о морских моренах в секторе моря Росса. К сожалению, он не расчленяет последние, как это делает А. П. Лисицын. Следовательно, остается неясным, какие именно отложения он имеет в виду, упоминая о 400—1300 км поясе ледниково-морских осадков вокруг Антарктиды. Неясным также остается точное значение отложений, описанных Г. Хьюгом [8] в районе о-ва Скотта (к северу от моря Росса). Он исследовал три колонки грунтов, взятые в этом районе и представляющие переслаивание морских илов с прослоями, обогащенными крупным каменистым материалом. Из его описания невозможно понять, представляют ли собой эти отложения шельфово-айсберговые или ледовые морские осадки, и тем более не представляется возможным судить, о каких изменениях в положении ледникового края антарктического ледникового покрова свидетельствует литология упомянутых колонок грунта. Тем более произвольны выводы Г. Хьюга о синхронности отдельных («ледниковых») фаз накопления грунта в районе о-ва Скотта с ледниковыми и межледниковыми эпохами Северной Америки. Зато сохраняет значение суммарное определение возраста, поскольку в целом

отложения колонок суть «морские морены» в общем понимании этого термина. Согласно данным, полученным Г. Хьюгом, толща, отлагавшаяся в течение 300 000 лет (возможности самого иониевого метода ограничиваются этой цифрой), генетически однородна, а вероятно, однородна и нижележащая толща, для которой путем экстраполяции получена цифра возраста в 1 138 000 лет. Следовательно, хотя край ледникового покрова Антарктиды изменял свое положение, но, возможно, настолько незначительно, что на близком от него расстоянии (о-в Скотта) в течение около миллиона лет все время происходило накопление ледниково-морских осадков — морских морен, к сожалению точнее не расчлененных. Итак, из вышеизложенного вытекает необходимость признания широкого распространения среди четвертичных отложений фауны морских ледовых и айсберговых отложений, в том числе и на современной суше, при условии ее позднейшего относительного поднятия.

Морские айсберговые отложения, конечно, могут заключать в себе остатки фауны и флоры, притом прекрасной сохранности, как это многократно описывалось в морских моренах четвертичного возраста. Среди различных способов включения остатков морских организмов в айсбергово-шельфовые отложения следует напомнить один указанный еще в 1920 г. Ф. Дебенхэмом [6], но, по-видимому, оставшийся неизвестным советским исследователям. Ф. Дебенхэм, занимаясь изучением Земли Виктории, обратил внимание на различный характер приморской и приматериковой частей шельфового ледника Росса.

Уже первая экспедиция Р. Скотта обнаружила в приматериковой части шельфового ледника Росса, к югу от залива Мак-Мердо, на поверхности льда отложения морского ила (raised marine muds) и мирабилита вместе с валунами и остатками морских организмов — губками, раковинами пектенов и баланусами. Из последних некоторые остались прикрепленными к камням. Вообще, обращает на себя внимание хорошая сохранность остатков морских организмов. Они не испытали механических разрушений. Эти организмы обитают в настоящее время в прибрежных водах моря Росса, и притом на довольно значительной глубине (50 м и более). Между тем они обнаружены были на льду на высоте 10—12 м над уровнем моря. Подобных находок сделано много. Кроме упомянутых, обращает на себя внимание находка песчаных отложений с сотнями раковин пектен на коренных отложениях в Сухой долине, в том же районе, севернее ледника Феррар, на высоте 25 м над уровнем моря. На конце плавающего на воде ледника Кёттлиц, представляющего часть шельфового ледника Росса, на льду на высоте около 7 м над уровнем моря был обнаружен хорошо сохранившийся экземпляр рыбы. На о-ве Росса (мыс Родс) на высоте около 80 м нашли ил с обломками лавы и остатками морских организмов (Serpulae polyzoa). Постоянно на поверхности морен обнаруживали также белые выцветы мирабилита ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Указанный выше ил и валуны пользуются таким большим распространением, что поверхность льда шельфового ледника интенсивнейшим образом тает, усеяна озерами и пересекается ручьями, из которых один имел протяжение около 40 км. Вся поверхность этой части ледника стаяет и опускается в среднем на 6 см за год, в то время как поверхность приморской части шельфового ледника Росса не загрязненная, нарастает и подымается.

Каково же происхождение минеральных органических отложений на поверхности шельфового ледника? Ф. Дебенхэм приводит следующее объяснение: верхняя поверхность ледника опускается вследствие таяния, опускание его поверхности за счет таяния компенсируется всплыванием ледника, но нижняя поверхность нарастает. Нарастание льда снизу происходит в результате контакта очень холодного льда шельфового ледника с морской водой (в настоящее время известно, что температура льда шельфового ледника Росса возле Мак-Мердо — $28,9^\circ$). Морской лед намораживается на основании шельфового ледника, в особенности в «затишьях» — заливах, где отсутствуют природные течения. На морском дне имеются отдельные впадины-ячей, которые блокируются основанием шельфового ледника. Вода из них расходуется на намерзание льда, соли остаются, достигают большой концентрации и выпадают из раствора. Образуются прежде всего отложения мирабилита, кристаллизующегося из раствора одним из первых при низких температурах. Н. Н. Зубов [2] указывает, что вода в ячейках морского льда достигает солености 165% и содержит главным образом мирабилит, а также карбонаты.

Лед, намерзающий на шельфовый ледник снизу, содержит минеральные обломки, органические остатки, которые отделяются от морского дна, а также химические осадки мирабилита (и карбонатов?). Так как лед продолжает таять сверху, а нарастать, снизу, то происходит «миграция» всех указанных включений, которые в конце концов аккумулируются на поверхности льда. Если шельфовый ледник лежал на коренных породах берега (Сухая долина, упомянувшейся выше), то, растаяв, он оставлял указанные отложения и на коренных породах. Последнее делается возможным, так как лед шельфовых ледников испытывает горизонтальные движения — поступательное и растекания. Новейшие исследования шельфового ледника Росса подтвердили предположения Ф. Дебенхэма [3]. Мне приходилось видеть и собирать камни и морские организмы с поверхности шельфовых льдов Поляр Рекорд (Берег Ингрид Кристенсен) и около островов Генри (Берег Банзарэ) в Восточной Антарктиде, и объяснение Дебенхэма мне кажется вполне правдоподобным. Но если процесс, описанный выше, имеет место (в частности, в фиордах антарктических оазисов), то не исключено накопление остатков морских организмов на побережье оазисов, даже если последние и не погружались под уровень океана. Нужно только иметь в виду, что нахождение подобных остатков ограничивается высотой шельфовых льдов над уровнем моря и, следовательно, не должно быть очень значительным.

Итак, следует констатировать, что фация морской морены, и в том числе айсберговых отложений, широко распространена среди современных отложений и еще шире — среди четвертичных отложений, правда в значительной мере еще находящихся ниже уровня океана. Шельфово-айсберговые и иные отложения типа морских морен могут быть найдены и выше уровня моря, как это, возможно, имеет место в Западной Сибири. Эти отложения содержат как минеральную, так и органическую составные части.

Процесс отложения органических остатков и минеральных отложений может приводить к их аккумуляции на суше, даже если последняя не поднялась из-под уровня океана. Итак, морские морены имеют не меньшее распространение, чем морены материкового типа, — факт, который необходимо учитывать четвертичной геологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Живаго А. В., Лисицын А. П. Новые данные о рельефе дна и осадках морей Восточной Антарктики. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1957, № 1, с. 19—35.
2. Зубов Н. Н. Льды Арктики. М. 1944. 359 с.
3. Исследования полевых партий США в 1957—1958 гг. — Информ. бюл. о работах, проводимых в Антарктике иностранными государствами, 1958, вып. 4, с. 18—20.
4. Лисицын А. П., Живаго А. В. Рельеф дна и осадки южной части Индийского океана. Сообщ. 1, и 2. — Изв. АН СССР, Сер. геогр., 1958, № 2, с. 9—21; № 3, с. 22—36.
5. Лисицын А. П. О типах морских отложений, связанных с деятельностью льдов. — Докл. АН СССР, 1958, т. 118, № 2, с. 373—376.
6. Debenham F. A new mode of transportation by ice: the raised marine muds of South Victoria land (Antarctica). — Quart. J. Geol. Soc. London, 1920, vol. 75, pt 2, N 298.
7. Flint F. R. Glacial and Pleistocene geology. N. Y., 1957, 553 p.
8. Hough J. L. Pleistocene lithology of Antarctic ocean-bottom sediments. — J. Geol., 1950, vol. 58, N 3, p. 254—260.

НОВЕЙШАЯ ТЕКТОНИКА И ОЛЕДЕНЕНИЕ¹

Теория древнего оледенения существует уже около ста лет, в то время как концепция новейшей тектоники в четыре раза моложе. Не приходится удивляться тому, что первая сложилась, когда вторая еще не получила возможности сказать свое веское слово. Поэтому теория древнего материкового оледенения долгое время игнорировала новейшие тектонические действия; но и в настоящее время она недооценивает влияния новейших тектонических движений на историю оледенения.

В СССР схему о новейших тектонических движениях по их отношению к рельефу (что чрезвычайно важно) предложил в 1937 г. С. С. Шульц [3]². Ю. А. Скворцов [2] поставил в зависимость историю древнего оледенения от новейших тектонических движений. В 1939 г. я предложил рассматривать тектонический фактор древнего оледенения. Однако в 1937 г. А. Пенк, тогда главный европейский авторитет в вопросах древнего оледенения, все еще считал четвертичные Альпы почти неподвижными. Даже американская геоморфологическая школа (последователи В. Дэвиса), придававшая большое значение вертикальным тектоническим движениям, не сделала необходимого шага от них к ледниковым явлениям четвертичного времени.

Следует сказать, что игнорирование новейшей тектоники палеогляциологами не являлось и не является абсолютным. В этом можно убедиться из сделанных выше упоминаний. В дополнение к ним укажем, что еще около полувека тому назад В. Рамсей рассмотрел древнее оледенение Земли как последствие тектонических движений, а в настоящее время эту идею под названием солнечно-орографической гипотезы поддерживает Р. Флинт.

Однако еще не существует концепции, объясняющей процессы древнего оледенения новейшими тектоническими движениями. Попытаюсь изложить такую концепцию³, опираясь на взгляды советских неотектонистов. Важнее всего разделение поверхности Земли по типу новейших тектонических движений: на 1) материковые платформы, 2) орогенные и геосинклинальные области материков и 3) дно океана (тектонически неоднородное).

I. Геоморфологическим эквивалентом материковых платформ являются равнины, плато, вообще внегорные территории. Карта новейших тектонических движений совершенно правильно рисует эти пространства как преимущественно (хотя и слабо) поднимавшиеся. Поднятие (реже опускание) ограничивается сотнями метров.

Изложенное представление подтверждается по крайней мере двумя признаками. Во-первых, следует указать на переуглубленные (часто погребенные) долины. Переуглубленные долины теперь констатированы на огромном пространстве от Эстонии (К. К. Орвику) до Амура (В. Э. Мурзаева) включительно, причем имеются в виду материковые платформы. Дно переуглубленных долин иногда опущено на 100 м и более ниже уровня океана, а глубина вреза достигает нескольких сот метров. Вторым признаком, указывающим на систематическое врезание рек, являются элементы открытых (т. е. непогребенных) долин — речные террасы. Обычное правило: более высокая терраса (до 100 м) является и более древней, что говорит об определенном типе вертикальной группировки — террасовых рядах (С. В. Лютцау). Террасовые ряды, как и переуглубленные долины, позволяют предполагать следующее. В неоген—четвертичное время огромные пространства материковых равнин поднимались; поднятие временно прерывалось погружением (переуглубленные долины). Но во времени поднятие преобладало над погружением. Суммарную амплитуду поднятия платформенных пространств можно оценить в 600 м (500 + 100 м). Современная средняя высота суши составляет 870 м. Следовательно, в неоген—четвертичное время средняя высота суши возросла в два-три раза. Эту оценку следует, с одной стороны, увеличить, с другой — уменьшить. Дело в том, что

¹ Напечатано по кн.: Тектонические движения и новейшие структуры Земной коры. М.: Недра, 1967, с. 51—53.— *Ред.*

² См. также: Марков К. К. Новейший геологический период — антропоген. 1953.— *Ред.*

³ Подробнее см. монографию: Марков К. К., Величко А. А., Лазуков Г. И., Николаев А. В. Четвертичный период. М., 1967, т. 3. *Ред.*

орогенные области поднимались более интенсивно, чем материковые. Однако существовали и опускавшиеся территории, хотя они и занимали более скромное пространство: низменности Западной Сибири, Нидерландов, низовье р. Миссисипи и др. Здесь устойчиво унаследованно возникали аллювиальные покровы наложенных террас («отрицательные» террасовые ряды).

Итак, поднятие платформенных областей преобладало. Оценив его амплитуду в 600 м, мы должны сделать важное палеоклиматологическое заключение. В тропосфере температура понижается с высотой на среднюю величину в $0,6^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м высоты. Следовательно, увеличение средней высоты суши в неоген—четвертичное время на 600 м должно было вызвать охлаждение поверхности суши на $3,6^{\circ}$. Например, что почти такую же величину охлаждения (4°) А. Пенк и Э. Брикнер считали причиной древнего оледенения в целом.

II. До сих пор мы предполагали, что в четвертичное время уровень океана оставался неизменным. Но уровень океана изменялся. Главным процессом была планетарная регрессия уровня океана.

В течение десятков лет развивалось и совершенствовалось представление о средиземноморских террасах («террасах Депере»). В последнее время установилось, по-видимому, правильное представление о лестнице средиземноморских террас, причем самая высокая терраса является одновременно и самой древней. Террасовый ряд средиземноморских террас свидетельствует о регрессии Мирового океана на протяжении четвертичного периода.

Регрессия Мирового океана была эвстатической в понимании Э. Зюсса, который писал: «Земной шар сжимается, море следует за ним». Иначе говоря, регрессия была тектонико-эвстатической. Следуя предложению А. П. Павлова, этот тип движений уровня водоемов нужно называть геократическим [1]. Если уровень океана в четвертичном периоде регрессировал, на дне океана опускания преобладали над поднятием. Уровень океана «интегрировал» разнонаправленные движения океанического дна: суммарное преобладание опусканий над поднятием океанического дна вызвало планетарную регрессию океанического уровня с амплитудой около 100 м (высота сицилийской террасы). Таким образом, существует два сопряженных и однотипных террасовых ряда — речной и океанический.

Регрессия уровня океана на 100 м должна была вызвать планетарное охлаждение климата поверхности Земли еще на $0,6^{\circ}\text{C}$, а всего, следовательно, на $4,2^{\circ}$. Таким образом, мы приходим к выводу, что тектонически обусловленное похолодание Земли было такое же, как охлаждение, считавшееся непосредственно солнечно обусловленным. Вероятно, именно этот тектонический процесс был ведущим процессом преобразования всей природы Земли в течение десятков миллионов лет. Но на границе четвертичного периода он достиг уровня, вызвавшего мировое оледенение суши и океана.

Следует сказать, что солнечно обусловленное охлаждение земной поверхности на 4°C (А. Пенк и Э. Брикнер) — оценка, которую теперь считают минимальной. Для платформ (равнин) Европы предпочитают оценки охлаждения в $8—10^{\circ}$.

На сколько же градусов должна была охладиться поверхность гор? Тектоническое поднятие гор оценивают в Евразии и в Северной и Южной Америке цифрами в 2 км и даже в 5 км за четвертичный период, что означает охлаждение на $12—30^{\circ}\text{C}$ (!). Следовательно, непосредственно солнечно обусловленное охлаждение поверхности гор было меньше, чем тектонически обусловленное их охлаждение.

Итак, дополнительно к планетарному охлаждению всей поверхности Земли в четвертичном периоде по мере роста гор возникали еще местные, хотя и обширные, центры сильнейшего охлаждения климата. Оба процесса тектонически обусловлены.

III. Изложенная выше концепция в ее последней части (горы) требует признания **н а р а с т а н и я** оледенения гор как главного процесса, а не ритма оледенения гор. Однако следует заметить, что ритмика ледниковый и межледниковый (гюнц—миндель—рисс—вюрм и т. д.) доказана значительно слабее, чем это принято думать: 1) разрезы межледниковых отложений — главное доказательство ритмов горного оледенения — находятся в межгорных котловинах, а не в горах; 2) древние генерации морен обнаруживаются с большим трудом или вообще не обнаруживаются.

Но и в горах конкретная история оледенения являлась результатом обоих процессов изменения климата: тектонически обусловленных (тектонический фактор) и непосредственно солнечно обусловленных изменений. Второй фактор в горах стал, по-видимому, главенствующим только в верхнем плейстоцене; тектонический фактор оледенения господствовал в течение большей части плейстоцена.

На равнинах (платформах) ритмика древнего оледенения была главным образом непосредственно солнечно обусловленной.

IV. Поскольку проявление новейших тектонических движений было региональным, региональной была и вся четвертичная история природы поверхности Земли, в частности история древнего оледенения.

Обратимся к новейшему тектоническому районированию поверхности Земли. Земную поверхность следует разделить прежде всего по характеру природных изменений в четвертичном периоде на три обширных типа палеогеографических районов и, следовательно, на три типа страторайонов:

- 1) материковые платформы (преимущественно равнины);
- 2) орогенные области (преимущественно высокие горы);
- 3) Мировой океан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков К. К. О механизме колебания уровня водоемов.— Вестн. МГУ, Сер. 4. Геология 1948, № 7, с. 85—96.
2. Скворцов Ю. А. Молодые неотектонические движения западного Тянь-Шаня и связанные с ними оледенения.— Уч. зап. среднеазиат. науч.-исслед. ин-та геологии и минерал. сырья. Ташкент, 1960, вып. 4, с. 40—48.
3. Шульц С. С. О новейшей тектонике Тянь-Шаня.— Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр., 1937, М., 1939, т., с. 629—636.

СТРАТИГРАФИЯ ОТЛОЖЕНИЙ И ХРОНОЛОГИЯ ПЛЕЙСТОЦЕНА¹

Изучение стратиграфии отложений и хронологии плейстоцена — наиболее важная задача из всех задач, возникших при изучении этого периода, но она не решена удовлетворительно. Нет даже заметных успехов во всеобщем и унифицированном стратиграфическом расчленении плейстоценовых отложений территории СССР.

Несмотря на обилие совещаний, многочисленные публикации и создание специальных организаций, призванных решить эту проблему, приемлемой системы стратиграфического расчленения плейстоценовых отложений до сих пор не создано. Нет даже установившегося мнения о положении стратиграфического уровня, отделяющего плейстоценовую от более древних геологических систем.

Создавшееся положение не случайно, и оно непреодолимо до тех пор, пока не будут устранены препятствия. Таких главных препятствий два: 1) отсутствие или, в лучшем случае, крайняя недостаточность фундаментальных стратиграфических данных; 2) неразработанность методологии корреляции стратиграфических разрезов.

1. Ученые, разрабатывающие вопросы стратиграфии плейстоценовых отложений, в большинстве случаев опираются на различные данные. Они располагают хотя и равноценными, но несравнимыми материалами. Возникают споры, часто неразрешимые. Например, палеозоологические и палеоботанические данные, установленные для различных разрезов отдельно, приводят к различным выводам о числе основных эпох похолодания в плейстоцене. В результате изучения филогении плейстоценовых млекопитающих было предложено проводить нижнюю границу плейстоцена не на уровне начала сильного

¹ Напечатано по кн.: Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. М., Изд-во МГУ, 1969, сб. 1, с. 3—6.— *Ред.*

похолодания климата (перед окским оледенением), а позднее, что в палеоботаническом и палеоклиматическом отношении искусственно. Спор же о преимуществе палеозоологического или палеоботанического и палеоклиматического критериев бесцелен, так как и фауна тоже развивалась в условиях изменившейся среды, ведущим процессом которой было изменение климата.

Выход из подобных затяжных ситуаций следует искать не в продолжении дискуссии, основанной на протиполоставлении данных, а на сравнении их. Для этого прежде всего следует собирать сравнимые данные, и притом разного рода, придерживаясь определенной системы (но, конечно, не шаблона). Или, иначе говоря, необходима сопряженная методика изучения основных разрезов плейстоценовых отложений для достижения согласованных результатов исследования. Только при этом условии ученые начнут говорить на одном языке.

Сопряженность обеспечивает взаимный контроль и взаимное дополнение параллельных методов исследования. Следовательно, геологический разрез получает более полную характеристику и возможность стратиграфических ошибок сокращается.

Лаборатория геологии и палеогеографии плейстоцена Московского университета применяет указанный метод исследования в течение нескольких лет. Мы изучили пока три весьма важных разреза плейстоценовых отложений (Мамонтовой горы в Центральной Якутии, Иссык-Кульской котловины в Тянь-Шане и Приазовья)³. В качестве примера укажем для первого из трех названных разрезов, какие именно частные методы исследования вошли в состав сопряженного метода.

Литология и фашии	Минералогия
Коэффициент сортировки	Соотношение легкой и тяжелой фракции шлихов
Медианный диаметр	Петрографический состав гальки
Характер поверхности зерен	Коэффициент устойчивости минералов
Азимуты и углы падения слоев	Состав глинистых минералов
Типы косослоистых серий	Степень вторичной измененности минералов
Коэффициент окатанности гальки	
Процент окатанности кварцевых зерен	
Мерзлотные текстуры	
Геохимия	Палеоботаника
Отношение R_2O_3/SiO_2	Сводная спорово-пыльцевая диаграмма
Карбонатность	Облесенность
Групповой состав органического вещества	Шишки и древесина
	Отпечатки листьев
	Семена
Фауна	
Крупные млекопитающие	
Грызуны	
Моллюски	

Таким образом было применено 24 частных метода исследования разреза. Все результаты выражены количественно и графически. Кроме того, в сопряженный график введены обобщающие графики: соотношение флористических элементов; тектоническая кривая; коэффициент континентальности; изменение подземного оледенения; климатическая кривая (осадки и среднегодовая температура)³. Сопряженным методом изучаются и другие разрезы.

Само собой разумеется, что при сопряженной методике исследования привлекаются специалисты разных профилей (в том числе для аналитической работы). Обоснованность полученных выводов достигается благодаря большой затрате квалифицированного труда.

Лаборатория геологии и палеогеографии плейстоцена исходит из следующего расчета времени: три года полевых исследований и камеральной обработки, год камеральной

² К настоящему времени также изучены опорные разрезы новейших отложений центральных районов Русской равнины (1977 г.), Алтая (1978 г.), Западной Камчатки (1978 г.), Чукотки (1980 г.), Нижнего Приамурья (1980 г.), Приханкайской низменности (1980 г.). — *Ред.*

³ Работа выполнялась группой специалистов под руководством Т. Д. Боярской.

обработки и написание монографии, год на опубликование монографии — всего, следовательно, пять лет.

2. Не менее важен второй вопрос: как сопоставить отдельные разрезы? Первый вопрос (см. выше) можно назвать методическим. Второй вопрос является по его уровню методологическим.

Элементарный критерий стратиграфических сопоставлений можно выразить словами «сходное синхронно». Вряд ли он основателен вообще и, во всяком случае, он неприемлем для сопоставления разрезов плейстоценовых отложений обширной территории Советского Союза (в чем заключается конечная задача нашей лаборатории). Невозможно сомневаться в огромной пестроте синхронных фаций плейстоценовых отложений и, следовательно, литолого-фациальных характеристик синхронных горизонтов различных разрезов. Следовательно, нередко сходное метахронно, а различное синхронно. Справедливость первого (элементарного) принципа нередко пытаются обосновать, сопоставляя ископаемые флоры и фауны. Но «желаемое выдается за действительное». Карты растительности, составленные для различных «временных срезов», подтверждают пестроту растительного покрова для любого отрезка времени. В плейстоцене пустыни, степи, леса (различные) и тундра сосуществовали друг с другом. Невозможно «населить» синхронное разнообразие растительного покрова синхронным образом фауны, к тому же в значительной мере травоядной (фауна млекопитающих). Факты, подобные синхронному существованию степного и лесного слонов и асинхронному (с интервалом в миллион лет) вымиранию мастодонтов, умножаются. Следовательно, сходные представители органического мира населяли территорию не всегда синхронно, а различные его представители, напротив, были и синхронными.

Таким образом, проблема синхронизации сложна вообще, но особенно для плейстоцена. Это утверждение основано на двух объективных критериях. 1. Синхронизация осуществляется для той же обширной территории (СССР), но при резко укороченном времени (только несколько сот тысяч лет). Соотношение пространственного и временно-го параметров очень неблагоприятно. Просчет в сотню тысяч лет, наносящий малый урон при синхронизации отложений более ранних геологических периодов, вносит хаос в синхронизационную схему плейстоцена. 2. Природа плейстоцена (фации, флора и фауна) была пространственно значительно пестрее природы кайнозойской эры до начала плейстоцена.

Необходимо сформулировать тезис о местных особенностях развития природы Земли (всех ее компонентов) в плейстоцене. Если гипотеза синхронности сходных признаков уже была значительно поколеблена в XIX в. выдвинутой Гексли гипотезой гомотаксиса, то для плейстоцена необходимо ввести дополнительно тезис метахронности, т. е. одновременности сходных событий. А стратиграфия плейстоценовых отложений представляет собой отражение местных особенностей развития природы.

Тем не менее выход из объективных трудностей может быть найден, хотя это и не просто. Для этого следует провести районирование земной поверхности с выделением ее главнейших типов развития. Выбор стратиграфических разрезов должен обеспечить раскрытие истории выделенных районов.

Теоретическое (но основанное на историко-геологических фактах) обоснование такого районирования поверхности Земли было предложено К. К. Марковым и А. А. Величко [1] и с большой подробностью описано. В нашей работе вниманию читателей предлагается схема районирования, составленная для территории СССР на основе указанной теории. Предлагаемое районирование представляет собой синтез выводов новейшей тектоники и палеоклиматологии. Границы первого и второго рода пересекаются, в результате чего поверхность территории СССР разделена на 3 главных и 11 второстепенных районов (из них 6 — для равнин суши территории СССР). Учитывая эти соображения и различную протяженность отдельных территорий и акваторий (высокогорные районы и дно океана рассматриваются каждая как одна территория), мы пришли к практическому выводу — определению минимального количества опорных разрезов и их географического положения. В этом отношении не следует забывать о наличии уже открытых, хотя и недостаточно изученных, разрезов плейстоценовых отложений (Мамонтова гора на Алдане, приазовские разрезы, скважина в с. Синявино Ленинградской области).

Полученное минимальное число разрезов 11. Мы разделяем их на группы, исходя из состояния изученности и практической целесообразности организации дополнительного исследования опорных разрезов.

Первая группа разрезов, которые целесообразно изучить полностью: Мамонтова гора, Иссык-Кульская котловина, Приазовье, юг Западной Сибири, Туранская низменность, Каспийская котловина.

Вторая группа. Разрезы, изученные хорошо, но односторонне (неполно). Необходимо дополнительное изучение, главным образом дополнительная камеральная обработка: ледниковый район Русской равнины, Алтайский, Закавказские разрезы и т. д.

Третья группа. Разрезы донных океанических отложений. Изучены хорошо, с применением сопряженной методики, хотя и несколько отличной от нашей методики: Тихий океан (Берингово море), Северный Ледовитый океан, Северная Атлантика. Необходимы минимальная аналитическая доработка и новые компиляции имеющихся данных.

Число названных разрезов невелико. И тем не менее применение сопряженного изучения обеспечит построение стратиграфической концепции плейстоценовых отложений территории СССР. Во-первых, можно будет осветить местную историю основных районов территории СССР в плейстоцене, а именно:

I — тип страторайонов равнин суши с районами умеренного пояса (1 — атлантическим, 2 — внутриматериковым, 3 — тихоокеанским) и пояса недостаточного увлажнения, преимущественно субтропического (4 — европейского, 5 — туранского, 6 — подгорного — межгорного);

II — тип страторайонов высоких гор (7 — алтайский и 8 — тянь-шаньский);

III — тип страторайонов океана (9 — Берингийский, 10 — северный ледовитый и 11 — североатлантический).

На территории СССР мы различаем 3 главных типа и 11 частных районов развития территорий. Второе число в отличие от первого является условным и может быть в дальнейшем уменьшено или, что вероятнее, увеличено.

Необходимо подчеркнуть, что концепция местных типов развития не противоречит концепции общих закономерностей развития поверхности Земли. Изучение этого вопроса привело к выводу, что наиболее общей закономерностью природы Земли являются ее температурные изменения. Температурные изменения, например, в отличие от изменения увлажненности были повсеместными (планетарными), а не местными.

Следовательно, в опорных разрезах надо выделять стратиграфические уровни, отвечающие эпохам потепления и эпохам похолодания. Сравнение таких уровней в различных разрезах представляет собой теоретически оправданный прием, служащий практической цели стратиграфических корреляций, в том числе дальних. Местные условия влияют на температуру, но изменяется не направление процесса (охлаждение, потепление), а только интенсивность его. Все литологические и палеонтологические компоненты разреза могут служить целям стратиграфических корреляций в той мере, в какой свидетельствуют о температурных изменениях среды осадконакопления. К числу таких основополагающих корреляционных фактов не принадлежат вопреки распространенному мнению ледниковые отложения и ледниковые формы рельефа, поскольку их появление и исчезновение зависело не только от изменения температуры, но и от изменения влажности. Таким образом, температурные изменения зависели ограниченно от местных условий.

Наконец, нельзя не обратить внимание на методы изучения, полностью независимые от местных особенностей земной поверхности, которые теперь вводит наша лаборатория.

1. Изотопные методы: палеотемпературный, применяемый одновременно с методами определения абсолютного возраста осадков. Особенно большое распространение для датировки плейстоценовых отложений должен получить калий-аргоновый метод.

2. Палеомагнитный метод, также применяемый совместно с методами определения абсолютного возраста осадков.

К сожалению, применение указанных методов для наших целей находится в начальной фазе (палеомагнитный метод) или даже в зачаточном состоянии (калий-арго-

новый и палеотемпературный методы). Группу палеомагнитного и изотопного методов следует развивать энергичнее. Но этому препятствуют недостаток оборудования (лабораторий) и малочисленность исследователей.

Наконец, необходимо упорядочить терминологию. Из трех конкурирующих наименований новейшего геологического периода (четвертичный период, антропоген, плейстоцен) наиболее приемлемо последнее наименование — плейстоцен. Плейстоцен следует разделять на ранний, средний, поздний и позднейший. Голоцен только часть плейстоцена, т. е. позднейший плейстоцен [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков К. К., Величко А. А. Четвертичный период. М.: Недра, 1967. 440 с.
2. Марков К. К., Величко А. А., Лазуков Г. И., Николаев В. А. Плейстоцен. М.: Высш. шк., 1968. 304 с.

ИЗУЧЕНИЕ ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ НОВЕЙШИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СССР¹

В начале 60-х годов Лаборатория новейших отложений и палеогеографии кафедры общей физической географии и палеогеографии начала многолетние исследования по изучению опорных разрезов европейской части СССР.

Новейшие отложения вызывают большой интерес у исследователей. Еще в 20-х годах нашего века количество публикаций о них определялось цифрой в 100 тыс. За прошедшие пятьдесят лет эта цифра должна были возрасти во много раз.

Тем не менее споры вокруг даже основных вопросов новейшего периода не утихают. Разногласий между исследователями не меньше, чем полвека тому назад. Сложившееся положение имеет не столько субъективные, сколько объективные причины. Эти причины заключаются в преобладающей во всем мире методологии исследований: почти все исследования основываются на применении одного какого-либо метода и тогда результаты бесконтрольны; по существу, установить правоту взглядов исследователя можно, только располагая по меньшей мере результатами двух параллельных методов, взаимно контролирующих друг друга.

Прежде чем начать наши исследования, мы обдумали их методологию и остановились на методе, названном нами сопряженными², предусматривающим параллельные исследования новейших отложений различными методами. Результаты, полученные этими методами, сравниваются, и только после сравнения и взаимной корректировки выводов последние считаются принятыми.

Количество частных методов может быть различным в зависимости от типа отложений, доступности средств исследования и т. д. Из числа наиболее необходимых назовем палеоботанический, палеозоологический, литологический, абсолютного возраста палеотемпературный, палеомагнитный методы; многие из них, в свою очередь, могут разделяться. Например, литологический метод включает минералогические и морфоскопические исследования, изучение слоистости и т. д. В составе палеоботанического метода ведущее положение заняли спорово-пыльцевые исследования, но не должно быть забыто изучение ископаемых семян, древесины и т. д.

Сопряженный метод требует больших усилий исследователей. Необходимо привлечение и полевых и камеральных исследований различных направлений, нельзя ограничиться только полевыми материалами с последующей минимальной камеральной их обработкой, а необходима большая лаборатория, владеющая различными, в том числе новейшими, методами камеральных исследований. Такая лаборатория организована П. А. Каплиным на кафедре общей физической географии и палеогеографии.

¹ Напечатано по: Вестн. МГУ. Сер. 5, География, 1976, № 3, с. 16—24.— Ред.

² См.: Зорин Л. В., Марков К. К. Опорные разрезы новейших отложений.— Сов. геология, 1967, № 1.— Ред.

Далее необходим весьма обдуманый выбор исследуемых разрезов. Любая ошибка в этом отношении будет дорого стоить, так как, повторяю, исследования, основанные на сопряженном методе, в высшей степени трудоемки. Каждый опорный разрез должен по возможности обеспечить применение к нему значительного числа методов и давать представление об истории какой-нибудь значительной территории.

Мы остановились на выборе пяти разрезов: 1) Центр Русской равнины; 2) Юг Русской равнины (Приазовье); 3) Центрально-Якутская котловина; 4) котловина оз. Иссык-Куль (Тянь-Шань); 5) Горный Алтай и Предалтайская равнина.

Каждый из перечисленных разрезов может осветить различные вопросы истории новейшего геологического периода: 1) количество оледенений и межледниковий Русской равнины; 2) историю лесообразования Русской равнины; 3) особенности новейшей истории ультраконтинентальной территории; 4) особенности истории горных стран.

Прежде всего изученные территории следует разделить на равнинные и горные, что имеет первостепенное значение. История равнинных территорий протекала под влиянием каких-то общепланетарных (но каких именно, мы часто не знаем) изменений климата и других компонентов географической оболочки. История горных стран в значительной мере складывалась под влиянием вертикальных тектонических движений. Эти движения, различные даже в горных районах, могли определять местные изменения природы в большей мере, чем общепланетарные изменения. Поднятие земной поверхности на 1 км должно было определить понижение средней годовой температуры поверхности на 5—6°C. Между тем вертикальное поднятие гор в новейшее геологическое время и даже только в заключительной его фазе — плейстоцене — оценивается величинами, значительно превышающими 1 км. Вытекающие из этих оценок похолодания равнялись или даже превышали похолодания планетарного характера в большей части районов (даже в полярных) земной поверхности. Таким образом, изменение климата, как и всей природы гор и равнин, должно было протекать различно. К этому выводу мы неизбежно придем, если будем основываться на распространенных выводах исследователей новейшей тектоники Земли.

Эта двойственность развития природы земной поверхности логически очевидна. Она была впервые сформулирована мной в 1939 г. применительно к истории ледников. В связи с этим я писал тогда об общеклиматическом и тектоническом факторах оледенения. Эти выражения не совсем точны. В конце концов и в горах и на равнинах происходили климатические изменения. Иначе говоря, факторы оледенения и там и здесь были климатические. Поэтому я сейчас остановился на выражении «планетарные и местные изменения природы». Во втором случае имеются в виду тектонически обусловленные изменения климата, приуроченные к горным районам.

Таким образом, изменения природы поверхности Земли, вызванные изменением климата, обусловлены двумя различными причинами. Из них одна в основе своей экзогенная, а другая — эндогенная. Вот почему при изучении опорных разрезов новейших отложений мы прежде всего разделили их на две группы — равнинные и горные (Тянь-Шань и Алтай). Однако изучение истории двух горных районов, видимо, не подтверждает предположения, что история природы гор, в частности история оледенения гор, была существенно иной, чем история равнин. Так, исследование района оз. Иссык-Куль показывает, что ледники гор увеличивались, как и на равнинах, в холодные эпохи. Здесь необходимо напомнить об историческом фоне и прежде всего о классических работах А. Пенка и Э. Брикнера, касающихся истории оледенения Альп. Печатание их трехтомной монографии закончилось в 1909 г. Тогда считали, что заметных тектонических движений в плейстоцене не происходило, что тектонические движения закончились с окончанием третичного периода. Как известно, А. Пенк и Э. Брикнер пришли к выводу, что Альпы в четвертичном периоде (в плейстоцене) испытали четырехкратное оледенение. Этот вывод о четырехкратном оледенении был подхвачен в равной мере исследователями гор и равнин, что тогда было вполне логично, так как горы считались тектонически неподвижными или мало подвижными в четвертичном периоде.

Другое дело — современное представление о новейших тектонических движениях, оцениваемых цифрой до 10 км вертикальных поднятий гор. Этот вывод делает логически

необходимыми представления о различной истории природы земной поверхности гор и равнин. На это указано выше, и эти соображения заставили нас изучать новейшую историю не только равнин, но и гор. Подтверждения указанного различия мы, однако, не получили, во всяком случае достаточно определенного. Перед нами возникает следующий вопрос: тектоническая жизнь гор очень мозаичная и история котловины оз. Иссык-Куль могла отличаться (погружение), от истории прилегающих к ней гор (поднятие). Между тем только в котловинах отлагаются значительные толщи осадков, необходимых нам для исследования. Очень может быть, что поэтому котловины особенно притягивают внимание исследователя. Исследования межгорных котловин могут заслонить исследования гор. Исследователь котловин может ошибочно распространить полученные выводы на горные поднятия. Это заключение, возможно, объясняет нашу неудачу, когда, изучая историю котловины оз. Иссык-Куль, мы не получили ясного подтверждения значительного поднятия гор Тянь-Шаня. Мы не должны упускать из виду и другое объяснение, которое, однако, считаем преждевременным. Возможно, что оценка поднятия гор на много километров в новейшее геологическое время является преувеличенной.

Нам следует помнить также, что исследование истории межгорных котловин Скалистых гор (Запад США) и Мертвого моря привело к тем же выводам (но значительно ранее), что и исследование истории оз. Иссык-Куль. Эти озера трансгрессировали в холодные эпохи, когда и ледники увеличивались в размерах. Одновременность трансгрессий озер и ледников в США подтверждается многочисленными радиоуглеродными определениями возраста озерных и ледниковых отложений. Трансгрессии Мертвого моря также совпадали во времени с эпохами похолодания климата. Таким образом, история похолодания климата тектонически подвижных районов в самых различных частях земной поверхности протекала одинаково в горах и на равнинах. Свои размышления по поводу этого удивившего меня самого вывода я изложил выше.

Таким образом, наши выводы пока не подтверждают исходную гипотезу, заключающуюся в том, что история природы гор протекала под влиянием похолодания, вызванного новейшим поднятием гор. Поэтому, поскольку масштабы поднятия должны были являться в различных районах Земли различными, история природы гор являлась тоже сходной по направлению, но разной по масштабам похолодания. Однако в результате исследования гор оказалось, что и в самых различных районах Земли ее природа изменилась удивительно сходно, что видно по сходству истории озер и ледников. Это наводит на мысль, что и в горных районах Земли определяющим фактором развития природы оказалось планетарное похолодание Земли в новейшее геологическое время. Правда, последнее предположение не должно вызвать отрицания роли тактонического поднятия гор. Ведь и это поднятие вызывало похолодание, и, таким образом, обе причины похолодания только усиливали последнее. Следует обратить внимание, что наиболее интересные результаты получены в районах с сухим климатом, преимущественно (но не исключительно) в субтропиках Северного и Южного полушарий. Дело в том, что в субтропических поясах Земли сухой климат наиболее распространен, поэтому для субтропиков бессточные озера особенно характерны, а именно: уровень бессточных озер испытывает значительное колебание, так как он не регулируется стоком озер.

Уровень озер колебался не благодаря колебанию стока талых ледниковых вод, как думали долгое время. В Скалистых горах вообще нет больших ледников, а талые воды Лаврентийского ледникового покрова не могли проникнуть в котловины горных озер из-за горных преград и высоты озер. Что касается Мертвого моря, то вокруг него вообще не было горных ледников.

Наиболее крупным бессточным озером Земли (озером-морем) является Каспий, который многократно трансгрессировал и регрессировал в течение плейстоцена. Колебания Каспийского моря изучались в течение столетия. И довольно единодушно признавалось, что причиной колебания уровня Каспия было колебание объема стока талых вод Европейского ледникового покрова по Волге. Однако решение проблемы лежит, вероятно, в той же плоскости, что и для других бессточных озер. В совместной статье Г. П. Калинина, И. А. Суетовой и К. К. Маркова [1, 2] было показано

следующее: последняя трансгрессия Каспия — хвалынская — сопоставляется с последней эпохой оледенения — валдайской, однако в валдайское время в Каспий могли стекать лишь талые воды малой части ледникового покрова, лежавшей к югу от Балтийско-Каспийского водораздела, так как почти весь Валдайский ледниковый покров находился к северу от этого водораздела. Талых вод ледника явно не хватало (имеются ориентировочные подсчеты) для образования самой большой трансгрессии Каспия — хвалынской.

В общем, как и американские исследователи, мы пришли к выводу, что непосредственной причиной колебания уровня бессточных озер в плейстоцене было: 1) уменьшение испарения с поверхности воды, вызванное похолоданием; 2) увеличение количества осадков, выпавших над бассейнами озер. Ясно, что соединение влияния обеих причин вызывало увеличение объема воды в озерах и их трансгрессию в эпохи похолодания. Очевидно также, что противоположная обстановка должна была вызывать регрессии озер в эпохи потепления. Это объяснение применимо как к Каспийскому морю (озеру), так и к оз. Иссык-Куль. Первое из них расположено в южной части умеренного пояса и в северной части субтропического пояса, второе (44° с. ш.) лежит в южной части умеренного пояса. Выше было приведено два объяснения колебания уровня озер. Первое из них (похолодание и его последствия), по всей вероятности, понятно без дополнений, но остается пока неясным, почему же в бассейне озер осадки то увеличивались, то уменьшались.

Колебания количества выпадающих осадков в бассейне бессточных озер нельзя связать с перемещением то к полюсам, то к экватору географических поясов и разделяющих их климатологических фронтов. Общепринято считать, что в эпохи похолодания границы полярных областей (носителей арктического и антарктического воздуха) перемещались к экватору, а в эпохи потеплений их границы перемещались к полюсам. Соответственно и другие климатические пояса, а также разделяющие их фронты попеременно перемещались то в сторону экватора, то в сторону полюсов. Особое для нас значение имеют перемещения климатического фронта, называемого (неудачно) полярным. Полярные фронты разделяют влажные воздушные массы умеренных поясов и сухие воздушные массы субтропических поясов. Поэтому очевидно, что именно в эпохи похолодания многие озера субтропического пояса попадали в умеренный пояс и в эпохи похолодания они трансгрессировали (осадки увеличивались, а испарение уменьшалось). Условия в результате распространения умеренного пояса к югу получили название плювиальных, а обратные условия называют межплювиальными.

Таким образом, в южных районах Советского Союза, в Средней Азии ритмически колебались уровни бессточных озер и, вероятно, вся природа изменялась под влиянием смены плювиальных и межплювиальных обстановок. Строго говоря, на территории Советского Союза (оз. Иссык-Куль) эта смена доказывается впервые на основании исследования опорных разрезов. Таким образом, мы находим общий язык с нашими зарубежными коллегами, изучавшими районы Запада США, Мертвого моря, а в южном полушарии — Австралии. Мне думается, что эти выводы расширяют научный кругозор советских исследователей, которые для эпох похолодания ограничили свои интересы ледниковыми и внеледниковыми — перигляциальными — районами. У нас в последнее время большой интерес вызвали перигляциальные районы, но обстановка, господствовавшая к югу от них, оставалась почти не освещенной. Между тем в плейстоцене внеэкваториального пояса господствовали не два, а три типа районов с различной историей развития: 1) ледниковые, 2) перигляциальные, 3) плювиальные. Перечисленные обстановки характерны для эпох похолодания. Название «пояс», возможно, более уместно, чем название «район». Заканчивая изложение выводов, связанных с изучением горных разрезов (собственно говоря, изучались отложения межгорной котловины и предгорной равнины), мы имели в виду проблему крупнейшую из всех — роль экзогенного и эндогенного факторов в изменении природы. И в данном случае мы далеко не полностью решили эту и иные проблемы. Но при исследованиях всегда остается много неясного и возникают новые вопросы.

Во всяком случае, освещался вопрос об общем характере изменения природы

районов, расположенных южнее перигляциальных, т. е. районов плювиальных и межплювиальных обстановок. Менее ясна проблема влияния поднятия гор на изменение природы, хотя это влияние несомненно (геоморфологические и другие доказательства его). Будем надеяться, что дальнейшие исследования осветят вопрос о роли тектонического фактора, на значение которого мы обратили внимание, в частности о влиянии тектоники на древнее оледенение. Заметим, что исследование Иссык-Кульской котловины указало на двукратное оледенение прилегающих к ней гор, а исследование Горного Алтая — на трехкратное. Различие числа оледенений различных горных районов, а также в горах и на равнинах, может быть, является следствием местного проявления тектонического фактора.

В дальнейшем мы остановимся на выводах, полученных при изучении опорных разрезов равнин, и перейдем к общим результатам изучения разрезов Русской равнины и Восточной Сибири.

РУССКАЯ РАВНИНА

Опорные разрезы Русской равнины имеют большое значение уже по своему географическому положению. Русская равнина лучше изучена в интересующем нас отношении: она лежит ближе всего к Западной Европе, где установлены многие основные закономерности истории плейстоцена. Русская равнина испытала лишь незначительные вертикальные движения, и поэтому изменение природы ее в плейстоцене почти не усложнялось влиянием тектонического фактора. Северная ее половина, согласно мнению подавляющего числа исследователей, неоднократно покрывалась в плейстоцене Европейским ледниковым покровом. И конечно, основной вопрос плейстоценовой истории Русской равнины — ее ледниковая история, а именно: если Русская равнина покрывалась ледниковым покровом, то сколько было ледниковых эпох?

Альпийская схема четырехкратного оледенения не может считаться обязательной для Русской равнины уже потому, что эта схема горная, и Альпы испытывали значительное тектоническое поднятие в отличие от Русской равнины. Разногласия во взглядах на историю плейстоцена, отмеченные в начале статьи и явившиеся мотивом нашего предложения о необходимости применения сопряженного метода изучения разрезов, относятся прежде всего к устранению разногласий о числе оледенений.

С этой целью мы исследовали вновь несколько опорных разрезов Русской равнины: Лихвинский, Верхневолжские и Приазовские. Изучение Лихвинского разреза подтвердило наличие в этом районе следов двух оледенений. При этом лихвинская межледниковая эпоха имела два теплых отрезка, разделенных похолоданием. В Верхневолжском районе (овраг Гремячка, оз. Неро) имеются следы двух ледниковых эпох, таким образом, Валдайская ледниковая эпоха содержала потепления. Они долгое время рассматривались в качестве межстадиальных явлений, но накапливается все больше фактов, заставляющих признавать одно из этих потеплений межледниковьем. Подтверждается, по-видимому, московское оледенение. На основании литературных данных Н. Г. Судакова предполагает, что Русская равнина испытала еще одно наиболее древнее, доокское, оледенение, таким образом, изучение ледниковой половины Русской равнины привело к выводу о ее пятикратном оледенении.

Во внеледниковой части Русской равнины были изучены опорные разрезы в районе Таганрогского залива Азовского моря (О. П. Добродеев и др.). Эти исследования установили, что горизонты лёсса и разделяющих их погребенных почв имеют большое стратиграфическое значение. Лёссы отвечают ледниковым эпохам и стадиям оледенений, ископаемые почвы отвечают эпохам и стадиям сокращения ледникового покрова. Лёсс отлагался в условиях похолодания и иссушения климата, почвы образовывались при потеплении и увлажнении климата, в том числе межстадиальные почвы (веселовознесенская почва — 15—18 тыс. лет назад, брянская почва — 22—46 тыс. лет назад). При изучении опорных разрезов Русской равнины нельзя было пройти мимо общих разногласий относительно генезиса морены и лёсса.

В последнее время некоторые исследователи утверждали, что морена Русской равнины имеет не континентальное, а морское происхождение. Это утверждение заставило исследователей опорных разрезов Русской равнины уделить особое внимание физическим особенностям морены. Исследования подтвердили ее континентальное

происхождение. Происхождение лёсса в советской литературе в течение десятилетий объясняется различным образом. Наши исследования подтвердили эоловое его происхождение при большом участии делювиальных и пролювиальных процессов.

Не может не привлекать внимание вопрос абсолютных датировок морен, лёссов и т. д. Вопрос этот практически очень трудно разрешить для отложений старше нескольких десятков тысяч лет, к которым радиоуглеродный метод не применим. Лаборатория новейших отложений и палеогеографии широко использовала термолюминесцентный метод абсолютного датирования, но он до сих пор не вполне обоснован, и полученные нами даты, возможно, не являются окончательными.

Нами стал широко применяться палеомагнитный метод датирования новейших отложений. Отложения всех оледенений относятся к последней эпохе палеомагнетизма, в упомянутых разрезах палеомагнитная инверсия проводится на уровне 625 тыс. лет назад³.

ВОСТОЧНАЯ СИБИРЬ

Плейстоценовая история Восточной Сибири имеет важное значение для понимания плейстоценовой истории поверхности Земли. Новейшие отложения Восточной Сибири образовались в ультраконтинентальном климате в отличие от новейших отложений Европы, образовавшихся в морском климате. Поэтому уже давно противопоставлены два типа оледенений: европейский и восточно-сибирский. Как известно, в Европе происходило древнее оледенение в обычном понимании этого слова — наземное оледенение; в Восточной Сибири наиболее распространилось подземное оледенение.

Различны не только природные обстановки и отложения Европы и Восточной Сибири, но их история и хронология. Поэтому мы сочли необходимым изучение опорного разреза новейших отложений Восточной Сибири — уникального по своему значению обнажения Мамонтова гора.

Обнажение Мамонтова гора находится к северу от Верхоянского хребта, в Якутско-Вилуйской котловине, в 325 км от впадения р. Алдана в р. Лену, больше 10 км в длину, относительная высота 80 м при абсолютной — около 200 м. К высокой части разреза, сложенной миоплиоценовой толщей отложений, прислонены более молодые террасы. Весь разрез восстанавливает историю Якутско-Вилуйской котловины, она не прерывается мощными вторжениями континентальных льдов, как это было в Европе. Конечно, толща отложений Мамонтовой горы, вероятно, тоже прерывиста⁴, но, во всяком случае, ее изучение позволило установить общий ход изменений природы Восточной Сибири от миоплиоцена до настоящего времени. Этот ход развития событий следует называть направленным, и он прерывался только второстепенными ритмами изменений. В миоплиоцене район Мамонтовой горы был покрыт хвойно-широколиственными лесами с такими теплолюбивыми видами, как американский серый орех и мирт. Образцы из вышележащих отложений основного 85-метрового разреза позволяют установить на основании определения шишек, древесины, спор и пыльцы, как постепенно изменялся климат, а вместе с ним и растительность. Климат становился холоднее и суше. Эти изменения носили бы равномерно направленный характер, если бы не сочетались с ритмическими изменениями условий относительно теплого и влажного климата с условиями климата холодного и сухого. Эти изменения устанавливаются путем изучения отложений не только основного разреза, но и террас. Особенно сильным было похолодание климата во время образования 30-метровой террасы, когда климат был холоднее и суше современного, и в районе Мамонтовой горы тайга сменилась тундростепью. Затем последовало опять некоторое потепление. Таким образом, общие изменения природы можно считать направленными ритмическими.

В настоящее время средняя годовая температура района Мамонтовой горы около -12° , в то время как в миоплиоцене она достигала $+12^{\circ}$. В то время количество осадков составляло 1500 мм, в нижнем плейстоцене уменьшилось до 600 мм, а в наиболее холодной фазе плейстоцена — до 100—200 мм. Направленно-ритмические изменения

³ В настоящее время инверсия на границе Брюнес-Матуяма проводится на рубеже в 900 тыс. лет. назад. — *Ред.*

⁴ Эпохи перерывов охватывают большую часть временного диапазона отложений Мамонтовой горы. См.: *Свиточ А. А.* О неполноте геологической летописи. — *Бюл. МОИП, Сер. геол., 1974, т. 19. Ред.*

климата в плейстоцене были сравнительно невелики. В среднем плейстоцене средняя годовая температура понижалась до -15° , а в позднем плейстоцене — до -16° , т. е. не менее чем на 5° по сравнению с современной. Это относительно небольшая величина. Напомню, что на территории Польши в верхнем плейстоцене было холоднее, чем в настоящее время, на 10° , а на куполе Европейского ледникового щита — на 50° .

В Восточной Сибири похолодание сопровождалось уменьшением влажности климата, а в районе оз. Иссык-Куль, напротив, похолодание сопровождалось увлажнением, а потепление — иссушением климата.

В Восточной Сибири устанавливаются четыре эпохи похолодания, на Алтае — три, на Иссык-Куле — две, на Русской равнине — пять эпох (оледенения). Возможно, что это различие оценок свидетельствует о недостатке данных, но, во всяком случае, условия, вызывавшие оледенения в Восточной Сибири и на Иссык-Куле, были различны.

По всем имеющимся данным эпохи похолодания были синхронными в различных районах Земли, а эпохи увлажнения (усыхания) климата были асинхронными (метахронными). Поэтому как прежде, так и теперь мы не имеем основания считать ледниковые фазы синхронными в различных районах Земли с различными климатическими условиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приступая много лет тому назад к систематическому изучению опорных разрезов новейших отложений территории СССР, мы рассчитывали получить фундаментальные данные, избавляющие нас от многих противоречий, характеризующих современное состояние изучения новейших отложений.

К числу полученных выводов относятся следующие.

1. Количество эпох оледенений Русской равнины, вероятно, равно шести. Самая древняя из них началась уже после последней инверсии геомагнитного поля, около 700 тыс. лет тому назад (по литературным данным). Эта эпоха исследованиями кафедры не устанавливается.

2. Литологическое изучение морены указало на ее континентальное происхождение.

3. Литологическое изучение лёсса привело к выводу об его эоловом происхождении, осложненном делювиальными процессами и процессами выветривания. Лёссы образовывались в более холодные и сухие эпохи, ископаемые почвы — в более теплые эпохи, не только в межледниковые, но и в межстадиальные.

4. Восточная Сибирь — область хорошо выраженного направленного развития природы (не нарушавшегося вторжениями покровного наземного оледенения), прослеженного начиная с миоцена. В этой области систематически изучено и прослежено развитие флоры, растительности и фауны.

5. На территории Средней Азии в холодные эпохи к югу от перигляциального пояса находился плювиальный пояс.

6. Двенадцатилетние полевые и лабораторные исследования опорных разрезов территории СССР подтверждают три закономерности изменения природы поверхности Земли.

7. Опубликованы две и публикуются еще три монографии об опорных разрезах различных регионов: районы оз. Иссык-Куль в Тянь-Шане, Мамонтова гора на р. Алдан в Якутско-Виллюйской котловине, центральные районы Русской равнины, Приазовье на юге Русской равнины, Алтай. В настоящее время наши исследования опорных разрезов новейших отложений продолжают на советском Дальнем Востоке.

Вместе с тем следует отметить, что некоторые вопросы истории плейстоцена не решены окончательно.

Наука никогда не кончается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Г. П., Марков К. К., Суетова И. А. Колебания уровня водоемов Земли в недавнем геологическом прошлом. Сообщ. 1. — Океанология, 1966, т. 6, вып. 5, с. 737—746.
2. Калинин Г. П., Марков К. К., Суетова И. А. Колебания уровня водоемов Земли в новейшем геологическом прошлом. Сообщ. 2. — Океанология, 1966, т. 6, вып. 6, с. 998—1002.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК ТРУДОВ К. К. МАРКОВА

1927

1. Изучение ленточных глин с геохронологической точки зрения.— Природа, № 7, с. 679—696.
2. Краткий геологический и геоморфологический очерк северной части Кингисеппского уезда.— Изв. Центр. гидрометеорол. бюро, вып. 7, с. 91—118.
3. Ленточные глины и связанные с ними проблемы по исследованиям последних лет.— Изв. ГРГО, т. 59, № 1, с. 40—67.

1928

4. Древние материковые дюны Европы.— Природа, № 6, с. 554—574; № 9, с. 787—802.
5. Древние материковые дюны северо-западной части Ленинградской области.— ДАН СССР, № 16/17, с. 327—332.

1929

6. О геоморфологической карте: (Докл., прочитанный в Геоморфол. комис. (ГРГО)).— Геол. вестн., т. 7, № 1/3, с. 34—41.
7. О геохронологическом изучении ленточных глин Северо-Западной области.— Природа, № 5, с. 462—464. Совм. с И. И. Красновым.

1930

8. A geochronological study of varve sediments in the North-Western region of the USSR (with I. I. Krasnov).— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, № 2, с. 27—46. На англ. яз. Совм. с И. И. Красновым.

1931

9. Геохронологические исследования в Карельской АССР и Ленинградской области.— Природа, № 4, с. 377—402.
10. Некоторые вопросы генезиса ледниковых ландшафтов.— Природа, № 5, с. 458—479.
11. Развитие рельефа северо-западной части Ленинградской области. М.; Л. Вып. 1. 253 с. (Тр. Гл. геол.-развед. упр. ВСНХ СССР; Вып. 117).

1932

12. История северо-западной части Ленинградской области в поздне- и послеледниковое время.— Бюл. Информ. бюро Ассоц. для изуч. четвертич. отложений Европы при Всесоюз. геол.-развед. об-нии, Л., № 3/4, с. 73—77.
13. Лужский диатомит.— В кн.: Сырьевые и топливные ресурсы Ленинградской области/Под общ. ред. А. Е. Ферсмана. Л.: Ленхимсектор, с. 20—24.
14. Новая классификация ледниковых форм рельефа.— Природа, № 1, с. 73—74.
15. Поздне- и послеледниковая история северо-западной части Ленинградской области.— В кн.: Тез. к докл. на II конф. Ассоц. по изуч. четвертич. периода Европы. Л.; М.: Госгеолтехиздат, с. 10—12.
16. Физико-географические условия у края Гренландского ледника.— Природа, № 2, с. 168—170.

1933

17. Послеледниковая история Ленинграда.— Природа, № 5/6, с. 99—103. Совм. с В. С. Порецким.

1934

18. Иольдиевое море и проблема позднеледникового Балтийско-Беломорского пролива.— Изв. ГГО, т. 65, № 4, с. 369—384.
19. Главнейшие задачи геоморфологического изучения Памира.— Вестн. АН СССР, вып. 9, с. 14—18.

20. О геоморфологической карте.— В кн.: Тр. 1-го Всесоюз. геогр. съезда. Л.: Гос. геогр. о-во, вып. 3, с. 192—194.
21. О колебаниях уровня Ладожского и Онежского озер в послеледниковое время.— Тр. Комис. по изуч. четвертич. периода, т. 4, вып. 1, с. 71—113. Совм. с В. С. Порецким, Е. В. Шляпиной.
22. О полигональных (ячеистых) образованиях Северного Памира.— Изв. ГГО, т. 66, № 3, с. 402—406.
23. О признаках трансгрессии и регрессии.— В кн.: Тр. 1-го Всесоюз. геогр. съезда. Л.: Гос. геогр. о-во, вып. 3, с. 140—162.
24. Поздне- и послеледниковая история окрестностей Ленинграда на фоне поздне- и послеледниковой истории Балтики.— Тр. Комис. по изуч. четвертич. периода, т. 4, вып. 1, с. 5—70.

1935

25. Геоморфологический очерк Памира.— Тр. Ин-та физ. географии, М.; Л., вып. 17, с. 65.
26. О «третьей» морене на Карельском перешейке.— Изв. Ленингр. геол. гидрогеод. треста, Л.; М., № 1 (6), с. 22—26.
27. Сравнение древнеледниковых ландшафтов Северной Европы и современных ледниковых ландшафтов Северного Памира.— Пробл. физ. географии, № 2, с. 53—71.
28. Иольдиево море и проблема позднеледникового Балтийско-Беломорского пролива (продолжение).— Изв. ГГО, т. 67, № 1, с. 88—89.

1936

29. Геоморфологический очерк Северного Памира и Вахии по наблюдениям 1932—33 гг.— В кн.: Труды ледниковых экспедиций, Л., вып. 1, с. 267—480.

1937

30. Ландшафты северо-запада Европейской части СССР (преимущественно в пределах Ленинградской области) в их эволюции в поздне- и послеледниковое время.— Пробл. физ. географии, № 4, с. 3—67. Совм. с Г. А. Благовещенским.
31. Успехи геоморфологического изучения СССР за двадцать лет Советской власти.— Изв. ГГО, № 5, с. 719—725.

1938

32. Ландшафты северо-запада Европейской части СССР (преимущественно в пределах Ленинградской области) в их эволюции в поздне- и послеледниковое время.— Пробл. физ. географии, № 5, с. 113—148. Совм. с Г. А. Благовещенским.
33. Ледники.— В кн.: БСЭ, 2-е изд., т. 36, с. 205—214.
34. О метахронности оледенений.— Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., № 2/3, с. 285—296.
35. О множественности оледенений.— Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., № 2/3, с. 273—284.
36. Палеогеография ледникового периода на территории СССР.— Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., № 1/3, с. 261—272. Совм. с И. П. Герасимовым.
37. Палеогеография СССР в ледниковую эпоху.— В кн.: Проблема реликтов во флоре СССР: (Тез. совещ.). М.; Л.: Изд-во АН СССР, вып. 1, с. 1—7. Совм. с И. П. Герасимовым.
38. Палеогеография СССР в ледниковую эпоху: (Докл. на совещ. по истории флоры и растительности СССР, Л., 25/1—29/1).— Сов. ботаника, № 2, с. 15—16. Совм. с И. П. Герасимовым.

1939

39. Ледниковый период на территории СССР: Физико-географические условия ледникового периода. Тр. Ин-та географии АН СССР; Вып. 33. Совм. с И. П. Герасимовым.
40. О содержании понятия «ледниковая эпоха» и «межледниковая эпоха».— Изв. ГГО, т. 71, с. 1071—1075.
41. Палеогеография ледникового периода и стратиграфия четвертичных отложений.— Изв. ГГО, т. 71, № 4, с. 490—496. Совм. с И. П. Герасимовым.
42. Совещание по истории флоры СССР при Ботаническом институте АН СССР.— Пробл. физ. географии, № 7, с. 123—127. Совм. с И. П. Герасимовым.
43. Четвертичная геология (палеогеография четвертичного периода): (Пособие для ун-тов и пед. ин-тов). М.: Учпедгиз. 360 с., с ил. и картами. Совм. с И. П. Герасимовым.

1940

44. Материалы к стратиграфии четвертичных отложений бассейна Верхней Волги. Л. 38 с., 12 вкл. ил., черт. и карт. (Тр. Верхне-Волж. экспедиции; Вып. 1).
45. Методика составления геоморфологических карт.— Тр. Ин-та географии АН СССР, вып. 36, с. 66—69.
46. Несколько дат в геоморфологической науке.— Пробл. физ. географии, № 9, с. 105—106.
47. О пленуме советской секции Ассоциации по изучению четвертичных отложений Европы.— Пробл. физ. географии, № 9, с. 90—97. Совм. с И. П. Герасимовым.
48. Основные задачи изучения палеогеографии теории СССР в четвертичном периоде.— Тр. Ин-та географии АН СССР, вып. 36, с. 5—7. Совм. с И. П. Герасимовым.

49. Основные черты палеогеографии четвертичных отложений северо-запада европейской части СССР.— Изв. ГГО, т. 72, № 2, с. 143—151.
50. Остров Врангеля.— Наша страна, № 3, с. 34—35.
51. Положение границы ледникового покрова в европейской части СССР в последнюю (валдайскую) ледниковую эпоху.— Пробл. физ. географии, № 9, с. 99—101.
52. Проблемы взаимоотношения рельефа гор и геотектонических процессов в геоморфологической литературе.— Тр. Ин-та географии АН СССР, вып. 36, с. 39—42.

1941

53. О множественности оледенений.— Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., № 2, с. 203—207.
54. О сходстве холмисто-моренного и камового рельефа.— Пробл. физ. географии, № 10, с. 105—106.
55. Развитие ландшафтов СССР в ледниковый период.— В кн.: Материалы по истории и растительности СССР. М.; Л., т. 1, с. 7—27. Совм. с И. П. Герасимовым.
56. Эрозия ледников и рельеф гор.— Пробл. физ. географии, № 10, с. 75—86.

1942

57. Древняя снеговая граница как показатель новейшего поднятия гор.— Пробл. физ. географии, № 11, с. 131—132.

1943

58. Военная география.— Изв. ВГО, т. 75, № 3, с. 13—26.

1944

59. Первые русские военные географы.— Наука и жизнь, № 6, с. 43—45.

1945

60. В. Дэвис и В. Пенк: (Дискус. у амер. географов).— Изв. ВГО, № 3, с. 178—182.

1946

61. Дополнительные соображения об основных задачах палеогеографии четвертичного периода на основании работ конференции.— Тр. Ин-та географии АН СССР, вып. 37, с. 381—385. Совм. с И. П. Герасимовым.
62. Дуглас Джонсон (1878—1944).— Вопр. географии, сб. 1, с. 201—202. Подписано К. М.
63. О форме и происхождении морен в горах.— Учен. зап. МГУ. География, кн. 2, вып. 119, с. 59—74.
64. Обсуждение в американской печати проблемы горизонтального движения (дрифта) материков.— Вопр. географии, сб. 1, с. 195—198. Подписано К. М.
65. Основные задачи изучения палеогеографии четвертичного периода на территории СССР.— Тр. Ин-та географии, вып. 37, с. 11—13. Совм. с И. П. Герасимовым.
66. Основные проблемы геоморфологии. Ч. 1. Пути геоморфологии за рубежом.— Изв. ВГО, т. 78, № 2, с. 193—200.
67. Современные проблемы гляциологии и палеогляциологии.— Вопр. географии, сб. 1, с. 127—156.

1947

68. Географический факультет Московского государственного университета.— В кн.: Тез. докл. на Втором Всесоюз. геогр. съезде: Секция «Метод. и организацион. вопр. географии». М.; Л., с. 23—24. Совм. с М. В. Карандеевой.
69. Горы Средней Азии и Южного Казахстана.— В кн.: Геоморфологическое районирование СССР. М.; Л., с. 104—113. Совм. с С. С. Шульцем.
70. Заключение.— В кн.: Геоморфологическое районирование СССР. М.; Л., с. 158—159.
71. История и состояние геоморфологических идей, особенно в Советском Союзе: Тез. докл. на секции физ. географии. Второй Всесоюз. геогр. съезд. М.; Л., с. 29—31.
72. К вопросу о значении исторического метода в географии.— Изв. ВГО, т. 79, № 2, с. 115—126.
73. Методика составления карт геоморфологических районов.— В кн.: Геоморфологическое районирование СССР. М.; Л., с. 7—18.
74. О горных денудационных поверхностях и их происхождении.— Вопр. географии, сб. 3, с. 121—136.
75. О современном изменении альпийских ледников: (По материалам иностр. лит.).— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, № 10, с. 81—82.
76. Профессор Я. С. Эдельштейн.— Вопр. географии, сб. 3, с. 5—6.
77. Равнины европейской части Союза ССР.— В кн.: Геоморфологическое районирование СССР. М.; Л., с. 25—53. Совм. с коллективом авторов.
78. Тридцать лет со времени организации высшего географического учебного заведения в нашей стране (1916—1946).— Вопр. географии, сб. 3, с. 206—209.

79. Геоморфологические методы изучения движения земной коры.— В кн.: Тр. совещ. по методам изучения движений и деформаций земной коры. М., с. 47—68.
80. Доклад на заседании Ученого совета географического факультета, посвященного 30-летию Великой Октябрьской социалистической революции.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 3 с. 45—59.
81. Исторический метод в физической географии.— Вопр. географии, сб. 9, с. 79—94.
82. История и состояние геоморфологических идей.— В кн.: Тр. Второго Всесоюз. геогр. съезда. М.: Географгиз, т. 2, с. 5—13.
83. Критика зарубежных геоморфологических концепций и задачи теории советской геоморфологии.— Вестн. МГУ. Сер. 5 География № 3, с. 145—160.
84. Курс палеогеографии: Общая часть (краткое изложение). М.: МГУ, Геогр. ин-т, 192 с. Ротапр.
85. Ломоносовские чтения географического факультета МГУ в 1948 г.— Вопр. географии, сб. 9, с. 5—8. Совм. с А. И. Соловьевым.
86. Методика составления геоморфологических карт.— Тр. Ин-та географии АН СССР, вып. 39, с. 278—290.
87. О механизме колебания уровня водоемов.— Вестн. МГУ. Сер. 5. География № 7, с. 85—96.
88. Основные проблемы геоморфологии. М.: Географгиз. 344 с., с. ил. и картами.
89. Предисловие.— В кн.: Затуловский Д. М. На ледниках и вершинах Средней Азии. М.: Географгиз, с. 3—4.
90. Предисловие.— Тр. Геогр. ст. «Красновидово», вып. 1, с. 3—4.
91. Современное состояние гляциологии.— В кн.: Тр. Второго Всесоюз. географ. съезда. М.: Географгиз, т. 1, с. 282—285.

92. Географический факультет Московского государственного университета: (Тез. докл.) — В кн.: Тр. Второго Всесоюз. геогр. съезда. М.: Географгиз, т. 3, с. 449—450. Совм. с М. В. Карандеевой.
93. О связи между изменениями солнечной активности и климата Земли.— Вопр. географии, сб. 12, с. 205—212.
94. Последледниковая история юго-восточного побережья Ладожского озера.— Вопр. географии, сб. 12, с. 213—220.
95. Программа по основным проблемам геоморфологии: (Для геогр. фак. гос. ун-тов). Специальность «Геоморфология». М.: Изд-во МГУ. 3 с.

96. Взаимоотношения леса и степи в историческом освещении.— Вопр. географии, сб. 23, с. 85—120. Совм. с В. П. Гричуком и Н. С. Чеботаревой.
97. К вопросу о причинах колебаний уровня Каспийского моря (в связи со статьей С. Ю. Геллера).— Вопр. географии, сб. 21, с. 229.
98. Некоторые соображения об основных вопросах развития географического факультета Московского университета.— Вопр. географии, сб. 18, с. 5—20.
99. Основные закономерности развития географической среды: (Докл. на науч. сес. Учен. совета геогр. фак. МГУ).— Вестн. МГУ. Сер. 5. География № 3, с. 149—161.
100. Ответы рецензентам.— Вопр. географии, сб. 21, с. 209—220. Совм. с Ю. Г. Саушкиным, Н. А. Солнцевым, А. И. Соловьевым.
101. Ошибки академика А. А. Григорьева.— Изв. ВГО, т. 82, № 5, с. 5, с. 453—471.
102. Сергей Николаевич Никитин: (К столетию со дня рождения).— Вопр. географии, сб. 23, с. 306—314.

103. А. И. Воейков как историк климатов Земли.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 3, с. 46—54.
104. Высыхает ли Средняя и Центральная Азия? — Вопр. географии, сб. 24, с. 98—116.
105. О задачах исторической климатологии (палеоклиматологии).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 4, с. 42—44.
106. Отряд по изучению территории колхозных полезашитных лесных полос (между реками Доном и Хопром).— Тр. Комплекс. науч. экспедиции по вопр. полезашит. лесоразведения, т. 1, вып. 2, с. 120—139. Совм. с В. П. Лидовым.
107. Палеогеография: (Ист. землеведение). Учеб. пособие. М.: Географгиз. 274 с., с. ил. и картами.
108. Сохранить и укрепить научное студенческое общество.— Моск. ун-т, 13 нояб.

109. Вопросы подготовки физико-географов широкого профиля в университете.— Вестн. МГУ. Сер. 5. География № 2, с. 171—182.
110. Географический факультет.— Вестн. высш. шк., № 4, с. 35—38.

111. Древнее оледенение на территории СССР, его типы и развитие.— Материалы по четвертич. периоду СССР, вып. 3, с. 113—117.
112. Лев Семенович Берг как географ.— В кн.: Лев Семенович Берг (1876—1950). М.: Изд-во АН СССР, с. 7—20.
113. Основные идеи И. Д. Черского о четвертичном периоде.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 6, с. 49—50.
114. Физическая география и историческая география.— Вестн. МГУ. Сер. 5. География № 12, с. 123—130.
115. Четвертичная геология: (Палеогеография четвертичного периода) Пер. Д. Церетели. Тбилиси: Техника да Шрома. 370 с., с ил. и картами. На груз. яз. Совм. с И. П. Герасимовым.

1953

116. Географический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова в новом здании Университета на Ленинских горах.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 4, с. 109—110.
117. Новейший геологический период — антропоген.— Природа, № 3, с. 48—62.
118. Новый этап в учебной и научной работе факультета.— Вестн. МГУ. Сер. 5 География № 10, с. 19—28.
119. О наличии в прошлом следов атмосферы у спутника Земли.— Изв. ВГО, № 2, с. 215—216.
120. Совещание по геологии и инженерной геологии Прибалтики и Белоруссии.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 5, с. 100—106. Совм. с И. П. Герасимовым.
121. A geomorfologia alapvető kérdései. Вр.: Akad. Kiadó. 355 l.
122. Во дворце науки: Географ. фак.— Веч. Москва, 12 авг.
123. Учение В. М. Дэвиса. Учение В. Пенка: Основные соображения автора.— Дили сюзбао, т. 19, № 2, с. 140—154. На кит. яз.

1954

124. Географический факультет: (Моск. гос. ун-т им. Ломоносова).— Наука и жизнь, № 1, с. 16.
125. Новая лаборатория палеогеографии (на географическом факультете).— Вестн. МГУ Сер. 5 География № 10, с. 148.
126. Ледниковая теория.— В кн.: БСЭ. 2-е изд., т. 24, с. 431—432.
127. О подготовке географов в университетах.— В кн.: Материалы ко Второму съезду Геогр. о-ва СССР. М.: Изд-во АН СССР, с. 119—131.

1955

128. Антигляциализм: (По поводу работ И. Г. Пидопличко и П. С. Макеева).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 1, с. 74—86.
129. География в Московском университете к его 200-летию юбилею.— В кн.: География в Московском университете за 200 лет, 1755—1955. М.: Изд-во МГУ, с. 7—22.
130. География территории СССР в четвертичном периоде — антропогене.— В кн.: Тез. докл. географ. фак. (На Юбил. науч. сес., посвящ. 200-летию ун-та, 9—13 мая 1955 г.) М.: Изд-во МГУ, с. 11—12.
131. Двухсотлетие Московского университета: (О роли университета в развитии географической науки).— География в шк., № 4, с. 5—8.
132. Изучение четвертичного периода в Польше: (По впечатлениям от поездки).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 4, с. 71—74.
133. Очерки по географии четвертичного периода. М.: Географгиз. 346 с.
134. Проблемы древнего оледенения Сибири, в связи с впечатлениями от поездки 1954 года: (Тез. докл. на Юбил. сес. ун-та).— Учен. зап. Казан. ун-та, т. 115, кн. 10, с. 147—148.
135. Paleogeografie: (Historicka zemeveda) Preložila Dr. M. Stocesova. Pr.: Mladatelství Ceskosl. Acad. Ved. 224 s.

1956

136. В Антарктиду.— Природа, № 8, с. 59—70.
137. Географические наблюдения в антарктическом «оазисе».— Изв. ВГО, № 4, с. 316—350. Совм. с Г. А. Авсюком, П. А. Шумским.
138. Д. А. Анучин — географ-исследователь.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 1, с. 97—103.
139. К истории природы Западно-Сибирской низменности в четвертичном периоде.— В кн.: Академику В. Н. Мукачеву: К 75-летию со дня рождения. М.; Л.: Изд-во АН СССР, с. 363—373.
140. Некоторые данные о перигляциальных явлениях в Антарктиде: Предварит. сообщ.— Вестн. МГУ. Сер. биологии, почвоведения, геологии, географии, № 1, с. 139—148.
141. Палеогеография: Курс лекций. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, Геогр. фак. Гл. 1—5. 220 с. Ротапр.
142. Палеогеография: Курс лекций. 2-е изд., перераб. и доп. (главы 6—8). М.: Изд-во МГУ, Геогр. фак., 191 с. Ротапр.
143. Происхождение современных географических ландшафтов.— В кн.: Вопросы географии: Сб. ст. для XVIII Междунар. геогр. конгр. М.; Л.: Изд-во АН СССР, с. 41—50, 2 карты.

144. Типы оледенения: Распространение и развитие.— Тр. Том. ун-та, т. 133, с. 29—53.
 145. Холодная пустыня в Антарктиде.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 4, с. 16—25. Совм. с Г. А. Авсюком и П. А. Шумским.
 146. Problemy paleogeografii czwartorzędu ZSRR.— Prz. geogr., t. 28, № 2, N 2, s. 251—267.
 147. Физико-географические условия перигляциальной области по палеоботаническим данным.— Biul. perygl. LTN. N 3, s. 5—13. На пол. и фр. яз.
 148. В Антарктиде.— Сов. Союз, № 6(76), с. 12—13.

1957

149. Антарктический оазис Бангера.— В кн.: Советские исследования в Антарктиде. М.: Знание, с. 52—59.
 150. Географические исследования в Антарктиде. М.: Изд-во МГУ. 16 с. (На англ. яз.).
 151. Географические исследования (в Антарктиде).— Вод. трансп., 21 мая.
 152. Міжльодовикові відклади центрального льодовикового району Європи.— Геол. журн., т. 17, вып. 1, с. 64—70. Совм. с И. В. Стебаевым.
 153. Путешествие в Антарктиду. М.: Изд-во МГУ. 218 с.
 154. Успех работы молодого ученого.— Вестн. МГУ. Сер. биология, почвоведение, геология, география, № 1, с. 260.

1958

155. Два частных вопроса географии Восточной Антарктиды: 1. Действующий вулкан на шельфовом леднике Эмери. 2. Остров Уайт.— Изв. ВГО, т. 90, вып. 4, с. 305—314, с картами.
 156. Зональность области умеренных и высоких широт Южного полушария.— Бюл. Сов. Антаркт. экспедиции, № 3, с. 23. Совм. с К. А. Бродским, В. И. Шильниковым.
 157. Иностраные экспедиции в Антарктиде (1957—1958 гг.).— Природа, № 2, с. 59—61, с картами.
 158. На V конгрессе Международной ассоциации по изучению четвертичного периода (Мадрид—Барселона, сент., 1957 г.).— Природа, № 4, с. 54—56.
 159. Современная Антарктида — древнеледниковая область Северного полушария.— Науч. докл. высш. шк. Геол.-геогр. науки, № 1, с. 53—62.

1959

160. Антарктида, Антарктика, Субантарктика, умеренная зона Южного полушария.— В кн.: На самой южной земле. М.: Географгиз, с. 324—338.
 161. В Антарктиду.— В кн.: На самой южной земле. М.: Географгиз, с. 128—139.
 162. Географические учреждения Южного полушария.— Вестн. МГУ. Сер. биология, почвоведение, геология, география, № 4, с. 231—237.
 163. День на острове Пасхи: (Зап. участника Сов. комплекс. Антаркт. экспедиции на судне «Обь»).— Изв. ВГО, т. 91, вып. 6, с. 529—535.
 164. Зональность умеренных и высоких широт южного полушария.— Природа, № 7, с. 19—26, с картами. Совм. с К. А. Бродским, В. И. Шильниковым.
 165. Изучение перигляциальных образований: (Обзор).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 2, с. 113—127.
 166. Кругосветное плавание в Южном полушарии. М.: Знание. 32 с., с ил. и картами.
 167. Лев Семенович Берг (1876—1950).— В кн.: Отечественные физико-географы и путешественники. М.: Учпедгиз, с. 554—565. Совм. с Р. Л. Берг.
 168. О современных изменениях альпийских ледников.— В кн.: Михайлов Л. А. и др. Хрестоматия по физической географии: Западная Европа. М.: Учпедгиз, с. 214—216.
 169. Палеогеография: Курс лекций. Пекин. 251 с. На кит. яз.
 170. Перегляциал Антарктиды.— Информ. бюл. Сов. Антаркт. экспедиции, № 9, с. 9—12.
 171. Предисловие.— В кн.: Ледниковый период на территории европейской части СССР и Сибири. М.: Изд-во МГУ, с. 5—7, 8—10. На англ. яз.
 172. Сергей Николаевич Никитин как географ (1851—1909).— В кн.: Отечественные физико-географы и путешественники. М.: Учпедгиз, с. 445—449.
 173. У берегов Антарктиды: Первые впечатления.— В кн.: Гвоздецкий Н. А. и др. Хрестоматия по физической географии: Африка. Америка. Австралия. Океания. Антарктида. М.: Учпедгиз, с. 592—594.
 174. Studul formatiunilor pereglaclare.— An. Romino-Sovietice. Geol.-geogr., vol. 4, N 41, p. 125—141.

1960

175. География в большой комплексной экспедиции: (На примере Советской комплексной Антарктической экспедиции).— В кн.: Методы географических исследований. М.: Географгиз, с. 17—22.
 176. Гляциоизостатические движения земной коры.— В кн.: Материалы совещания по вопросам неотектонических движений в Прибалтике. Таллин, 24—26 марта 1960 г. Тарту, с. 9—18.
 177. О морских моренах в четвертичных отложениях.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 3, с. 75—79.
 178. Горы Льва Берга (в Антарктиде).— Вестн. МГУ. Сер. геогр., № 6, с. 74, с картами.
 179. О мумиях тюленей и пингвинов, находимых в Антарктиде.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 4, с. 72—75.

180. О рабочей схеме стратиграфического расчленения четвертичных отложений Киргизии.— Учен. зап. Среднеазиат. НИИ геологии и минералогии сырья, вып. 4, с. 35—39.
181. Палеогеография Огненной Земли и Патагонии в связи с общими проблемами антропогена.— Вестн. МГУ. Сер. геогр., № 5, с. 3—13, с картами.
182. Палеогеография: (Ист. землеведение). 2-е изд., перераб. М.: Изд-во МГУ. 268 с., с ил. и картами.
183. Перегляциальная комиссия национального комитета советских географов.— В кн.: Перегляциальные явления на территории СССР. М.: Изд-во МГУ, с. 7—9.
184. Путешествия в Антарктиду и вокруг света: Книга для учащихся. М.: Учпедгиз. 288 с., с ил. и картами.
185. Синтез истории Балтийского моря: (По материалам работы финского ученого Мати Саурамо «История Балтийского моря»).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 1, с. 105—117.
186. Средняя высота Антарктиды.— Вестн. МГУ. Сер. 5 География № 3, с. 7—14.
187. Четвертичный период — ледниковый период — антропогенный период.— В кн.: Новые данные о строении Земли и земной коры. М.: Знание, вып. 2, с. 20—35. Совм. с М. П. Гричук, Г. И. Лазуковым.
188. L'altitude moyenne de l'Antarctide.— Ann. géogr., vol. 69, N 374, p. 394—402.
189. Вопросы ледниковой морфологии и палеогеографии на XIX Международном географическом конгрессе в Стокгольме (авг. 1960 г.).— Вестн. МГУ. Сер. геогр., № 1, с. 71—78.
190. Географические исследования.— Тр. Сов. Антаркт. экспедиции, т. 19, с. 284—299.
191. География Антарктиды по результатам исследований советских экспедиций.— В кн.: XIX Междунар. геогр. конгр. в Стокгольме. М.: Изд-во АН СССР, с. 48—54.
192. География и космические полеты.— Природа, № 5, с. 15.
193. Гляциостатические движения земной коры.— В кн.: Материалы гляциологических исследований. М.: Изд-во АН СССР, вып. 1, с. 75—76.
194. Гляциология Антарктиды и вопросы палеогляциологии ледниковых покровов: Тез. докл. рабочего совещ. по изуч. краевых образований материкового льда. Таллин, с. 8.
195. Доверие и требовательность.— Комс. правда, 4 дек.
196. Еще о мумиях тюленей в Антарктиде.— Информ. бюл. Сов. Антаркт. экспедиции, № 25, с. 48—49.
197. Залив Н. Н. Зубова: (Крат. описание).— Вестн. МГУ. Сер. геогр., № 3, с. 60—61.
198. История изучения древнего оледенения в северо-западной части Русской равнины.— В кн.: Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений северо-запада Русской равнины. М.: Изд-во АН СССР, с. 7—24. Совм. с Л. Р. Серебряным.
199. Карта перигляциальных образований Антарктиды.— В кн.: Антарктика: Докл. Междувед. комис. М.: Наука, вып. 1, с. 53—60. Совм. с Э. Л. Бодиной.
200. Комиссия перигляциальной морфологии.— В кн.: XIX Междунар. геогр. конгр. в Стокгольме. М.: Изд-во АН СССР, с. 374—376.
201. О причине ледникового периода: (Обзор статей Г. Симпсона).— Изв. ВГО, т. 93, вып. 2, с. 155—159.
202. Основные закономерности развития природы территории СССР в течение четвертичного периода (ледникового периода — антропогена).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 4, с. 10—13, с картами и табл. Совм. с Г. И. Лазуковым, М. П. Гричук.
203. Стратиграфия голоцена и позднеледниковья.— В кн.: Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений северо-запада Русской равнины. М.: Изд-во АН СССР, с. 138—144.
204. Проблемы палеогеографии антропогена Марокко.— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, № 26, с. 103—119.
205. Sur les phenomenes périglaciaires du Pleistocene dans le territoire de l'URSS.— Biul. perygl. LTN, N. 10, s. 75—84, 355—356, 409, 84—85. На фр. яз., рез. пол. и рус.
206. Über die Dynamik der antarktischen Decke.— Petermanns Geogr. Mitt., Bd. 3, S. 238—247.

1962

207. Гигантская птица моа.— Природа, № 10, с. 114—115.
208. Гляциология Антарктиды и вопросы палеогляциологии.— В кн.: Антарктика: Докл. Междувед. комис. М.: Наука, вып. 2, с. 58—69. Совм. с А. П. Капицей.
209. Два героических похода: 50 лет со дня открытия Южного полюса.— Природа, № 1, с. 93—100, с картами.
210. О динамике антарктического ледникового покрова.— В кн.: Антарктика: Докл. Междувед. комис. М.: Наука, вып. 2, с. 134—152.
211. Основные стратиграфические рубежи четвертичной системы.— Тр. Комис. по изуч. четвертич. периода, т. 20, с. 140—142.
212. Природа новейшего геологического времени.— Природа, № 12, с. 26—33.
213. Проблемы развития природы территории СССР в четвертичном периоде (ледниковом периоде — антропогене).— Тр. Комис. по изуч. четвертич. периода, т. 19, с. 3—41.
214. Физико-географическая характеристика береговой полосы Восточной Антарктиды. М.: Изд-во МГУ. 148 с. Совм. с В. И. Бардиным, А. И. Орловым.
215. Что такое гляциология?: (Обсуждение).— Материалы гляциол. исслед. Хроника, обсуждение, вып. 6, с. 157.

216. Шестая сессия конгресса Международной ассоциации по изучению четвертичного периода (Варшава—Краков, 1961).— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 3, с. 48—52.
217. Die allgemeine physische Geographie, ihre Theorie, exakte Forschungsmethoden und ihre Anwendung in der Volkswirtschaft.— Petermanns geogr. Mitt., Bd. 106, H. 2, S. 154—158.

1963

218. Антарктида.— В кн.: Физическая география частей света. М.: Высш. шк., с. 507—518.
219. Высота Антарктиды.— Природа, № 1, с. 114.
220. Заметки о высшем географическом образовании во Франции.— Вестн. МГУ. Сер. 5 география, № 6, с. 17—23.
221. Историческое земледелие — преобразовательное земледелие (от палеогеографии к неогеографии).— В кн.: Советская география в период строительства коммунизма. М.: Географгиз, с. 45—53.
222. Материк контрастов.— Комс. правда, 12 янв.
223. О необходимости организации исследований по абсолютной хронологии четвертичного периода. М.: Изд-во АН СССР, с. 128—130.
224. Общая физическая география, ее теория, точные методы исследования и применения в народном хозяйстве.— В кн.: Советская география в период строительства коммунизма. М., с. 27—37.
225. Озера в горах Антарктиды: (О новом типе озер).— В кн.: Антарктика: Докл. Межвед. комис., 1962 г. М.: Изд-во АН СССР, вып. 3, с. 49—59. Совм. с В. И. Бардиным.
226. Палеогеография Антарктиды.— В кн.: Антарктика: Докл. Межвед. комис., 1962 г. М.: Изд-во АН СССР, вып. 3, с. 45—48.
227. Полярная асимметрия географической оболочки.— Изв. ВГО, т. 95, вып. 1, с. 3—8.
228. Самый большой оазис Антарктиды (оазис Бангера).— Природа, № 3, с. 111—112, с картами.
229. Тифхронология.— Природа, № 5, с. 107—110.
230. Седьмой Международный конгресс ассоциации по изучению четвертичного периода.— Вестн. МГУ. Сер. 5 география, № 4, с. 85.

1964

231. Советский атлас Антарктики.— В кн.: Современные проблемы географии. М.: Наука, с. 383—385.
232. Новейшая тектоника и оледенение.— В кн.: Проблемы неотектоники: Тез. докл. совещ., 19—23 мая 1964 г. М.: Изд-во МГУ, с. 8—9.
233. Задачи физико-географического совещания Антарктики.— В кн.: Антарктика: Докл. Межвед. комис., 1963 г. М., вып. 4, с. 162—164.
234. Четвертичная история Антарктики: Тез. докл. к Всесоюз. совещ. по изуч. четвертич. периода. Пленар. заседания. Новосибирск, с. 33—34.
235. Гляциоэвстатические колебания уровня океана: Тез. докл. к Всесоюз. совещ. по изуч. четвертич. периода. Пленар. заседания. Новосибирск, с. 11—12. Совм. с И. А. Суетовой.
236. Эвстатические колебания уровня океана.— В кн.: Современные проблемы географии. М.: Наука, с. 149—155. Совм. с И. А. Суетовой.
237. Stratigraphie des depots Quaternaires et geomorphologie de la partie europeenne occidentale de l'URSS.— In: Rep. of VI Intern. Congr. on Quaternary, Warsaw, 1961 Lodz vol. Stratigraphical section, p. 161—165, with A. A. Velitchko, M. E. Vigdortchik, M. I. Lopatnikov et al.

1965

238. Антарктида в четвертичном периоде.— В кн.: Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, с. 131—134.
239. Выступление на заседании Комиссии по изучению четвертичного периода, посвященного истории флоры и растительности в связи с проблемой плейстоценового оледенения.— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, № 30, с. 192—196.
240. Географическая наука и высшее географическое образование в университете.— Вестн. МГУ. Сер. 5 география, № 3, с. 59—64.
241. Главные изменения природы поверхности Земли в голоцене.— В кн.: Палеогеография четвертичного периода. М.: Изд-во МГУ, с. 5—18.
242. Материки и океаны в четвертичном периоде.— Вестн. МГУ. Сер. 5 география, № 3, с. 3—10. Совм. с А. П. Жузе.
243. О динамике Антарктического ледникового периода.— В кн.: Антарктика; Докл. Межвед. комис. М.: Наука, вып. 5, с. 138—154. Совм. с Р. С. Жантуаровым.
244. От частной ледниковой теории к общей палеогеографической теории.— В кн.: Балтика. Вильнюс, т. 2, с. 233—242.
245. Палеогеографическая карта мира: (Эпоха максимального оледенения).— В кн.: Тез. докл. 3-го Всесоюз. гляциол. симпоз. Фрунзе, с. 58—59. Совм. с А. П. Жузе.
246. Поверхность планеты в ледниковый период.— Природа, № 2, с. 33—35.
247. Проблема поверхности выравнивания Антарктиды.— В кн.: Антарктика: Докл. Межвед. комис. М.: Наука, вып. 5, с. 61—66. Совм. с В. И. Бардиным.
248. Пространство и время в географии.— Природа, 15, с. 56—61, с картами.

249. Старейшина советских географов: (К девяностолетию Александра Николаевича Двахишвили).— Вестн. МГУ. Сер. география, № 5, с. 82. Совм. с Н. А. Гвоздецким, А. М. Рябчиковым, И. С. Шукиным, Ю. Г. Саушкиным, В. А. Анучиным, Н. А. Солнцевым.
250. Типы стратрайонов, главнейшие черты их развития в четвертичном периоде: (Гипотеза).— В кн.: Четвертичный период и его история. М.: Наука, с. 21—24.
251. Четвертичный период (ледниковый — антропогенный период). Т. 1. Территория СССР: К VII Междунар. конгр. Ассоц. по изуч. четвертич. периода (ИНКВА), США. М.: Изд-во МГУ. 371 с. Совм. с Г. И. Лазуковым, В. А. Николаевым.
252. Четвертичный период (ледниковый — антропогенный период). Т. 2. Территория СССР: К VII Междунар. конгр. Ассоц. по изуч. четвертич. периода (ИНКВА), США. М.: Изд-во МГУ. 435 с. Совм. с Г. И. Лазуковым, В. А. Николаевым.
253. Эвстатические колебания уровня океана.— В кн.: Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, с. 143—146. Совм. с И. А. Суевой.
254. Юбилей выдающегося исследователя четвертичных отложений: (К 70-летию профессора, доктора Николая Николаевича Соколова).— В кн.: Балтика. Вильнюс, т. 2, с. 311—316.

1966

255. Десятилетие советских исследований в Антарктиде.— Природа, № 5, с. 118.
256. Новейшие страницы истории Земли.— Природа, № 6, с. 21—32.
257. Десять лет советских географических исследований Антарктики.— Инф. бюл. Сов. Антаркт. экспедиции, № 57, с. 21—27.
258. Колебания уровня водоема Земли в недавнем геологическом прошлом. Сообщ. 1.— Океанология, т. 6, вып. 5, с. 737—746. Рез. на англ. яз. Совм. с Г. П. Калининным, И. А. Суевой.
259. Колебания уровня водоемов Земли в новейшем геологическом прошлом. Сообщ. 2.— Океанология, т. 6, вып. 6, с. 998—1002. Рез. на англ. яз. Совм. с Г. П. Калининным, И. А. Суевой.
260. Южнополярный континент сегодня: География Антарктики.— Природа, № 10, с. 52—57.
261. Новейшие страницы истории Земли: (Об изучении плейстоцена).— Природа, № 5, с. 21—32, с картами.
262. Fluctuations des cotes des anciens bassins de la Terre dans le passé geologique le plus proche.— Symp. Garda, vol. 1, publ. N 70, p. 25—31. На фр. яз. Совм. с Г. П. Калининным, И. А. Суевой.
263. 8-е Всесоюзное совещание по геохронологии (30 июня — 9 июля 1966 г., Якутск).— Природа, № 9, с. 112.
264. Sur les phenomenes periglaciaires du Pleistocene dans le territoire de l'URSS.— In: C. R. de la Reunoin de la Comm. de Geol. Perigl. de l'UG Jan Maroc. du 19 an 31 oct. 1959, Univ. Mohamvaed V. Rabat, p. 75—85.

1967

265. Аляска. Путевые впечатления географа.— Природа, № 5, с. 86—94, с. табл.
266. Четвертичный период: Плейстоценовая история материков и океанов. М.: Недра. Т. 3. 445 с. Совм. с А. А. Величко.
267. География.— В кн.: Московский университет за 50 лет Советской власти. М.: Изд-во МГУ, с. 426—459. Совм. с Б. Ф. Косовым.
268. Общая физическая география. М.: Изд-во МГУ. 186 с. Совм. с О. П. Добродеевым, И. А. Орловой, И. А. Суевой, Н. Г. Судаковой.
269. Обзор плейстоцена территории Соединенных Штатов Америки.— В кн.: VII конгр. Междунар. Ассоц. по изуч. четвертич. периода. М.: Наука, с. 220—251.
270. Плейстоценовые отложения Аляски.— В кн.: VII конгр. Междунар. ассоц. по изуч. четвертич. периода. М.: Наука, с. 16—32.
271. Изучение опорных разрезов четвертичных отложений.— Сов. геология, № 1, с. 148—152. Совм. с Л. В. Зориним.
272. Новейшая тектоника и оледенение.— В кн.: Тектонические движения и новейшие структуры земной коры. М.: Недра, с. 51—53.
273. Сорокалетие Комиссии по изучению четвертичного периода.— Природа, № 6, с. 53.
274. Владимир Николаевич Сукачев.— Природа, № 6, с. 44—52. Совм. с Е. М. Лавренко.
275. География древних ледниковых покровов.
276. Методологические основы учебного плана географического факультета.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 5, с. 19—26.
277. Иван Алексеевич Второв (1772—1844).— Геогр. сб., № 3, Казань, с. 3—18.
278. Памяти Владимира Николаевича Сукачева: (Ботаник и географ. 1880—1967. Некролог).— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 3, с. 15. Совм. с А. Г. Вороновым, Н. А. Солнцевым и др.
279. Восьмидесятилетие Петра Николаевича Степанова.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 3, с. 111—112. Совм. с А. М. Рябчиковым, А. П. Капицей и др.
280. Актуальная лекция — Моск. ун-т, 20 сент.
281. География Антарктиды. М.: Мысль. 428 с. Совм. В. И. Бардиным, В. Л. Лебедевым, А. И. Орловым, И. А. Суевой.
282. Двадцатилетие Тянь-Шаньской высокогорной географической станции.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 4, с. 134—135.

283. Лев Семенович Берг и общая физическая география.— В кн.: Докл. на ежегодных Чтениях памяти Л. С. Берга. VIII—XIV, 1960—1966. М.; Л.: Изд-во АН СССР, с. 156—161.
284. Материки и океаны в плейстоцене.— В кн.: Кайнозойская история полярного бассейна и ее влияние на развитие ландшафтов северных территорий. Л., с. 102—103.
285. Методология курса общей физической географии (общего землеведения).— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 1, с. 69.
286. О единстве океана и материков.— Изв. ВГО, т. 100, № 6, с. 481—487.
287. Общие черты новейшей истории природы поверхности Земли.— В кн.: Проблема развития в современном естествознании. М.: Изд-во МГУ, с. 240—247.
288. Палеогеография материков и океанов в плейстоцене.— В кн.: Проблемы изучения четвертичного периода. Хабаровск, с. 220—221.
289. Плейстоцен. М.: Вышш. шк. Совм. с А. А. Величко, Г. И. Лазуковым, В. А. Николаевым.
290. Плейстоцен в Польше.— Природа, № 9, с. 121—122.
291. Предисловие. В кн.: Четвертичный период в США. М.: Мир, с. 5—6.
292. Синтез событий плейстоцена.— В кн.: Сов. географы XXI Междунар. геогр. конгр.: Тез. докл. и совещ. М.: Наука, с. 79—80.
293. Четыре острова в океане.— Природа, № 5, с. 62—69.
294. The Quaternary period. Wash. (D. C.). Vol. 1, 2. Совм. с Г. И. Лазуковым, В. А. Николаевым.

1969

295. Александр Гумбольдт (1769—1859, естествоиспытатель и географ).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1969, № 6, с. 85—97.
296. Биомасса мезопланктона в различных климатических поясах в поверхностном слое Мирового океана.— ДАН СССР, т. 188, № 1, с. 209—211. Совм. с В. Г. Богоровым, И. А. Суевой.
297. Географическое описание.— В кн.: Атлас Антарктики. Л.: ГУГК, т. 2, с. 17—32. Совм. с В. И. Бардиным, Е. С. Короткевичем, В. Л. Лебедевым, А. И. Орловым, И. А. Суевой.
298. К истории Мертвого моря.— Природа, № 6, с. 79—83.
299. О географическом соотношении наземного и подземного оледенений.— В кн.: Проблемы криологии. М.: Изд-во МГУ, вып. 1, с. 135—139.
300. Первые десять книг «Бюллетень французской ассоциации по изучению четвертичного периода».— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, сб. 36, с. 154—159.
301. Стратиграфия отложений и хронология плейстоцена.— В кн.: Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. М.: Изд-во МГУ, сб. 1, с. 3—8.
302. Этапы развития учения о мировой географической зональности в нашей стране.— В кн.: Проблемы планетарной географии. М.: Изд-во МГУ, с. 47—51.
303. Geographical regions and zones and their Quaternary development.— In: Quaternary geology and climate.— Proc. of the 7th Congr. of Intern. Assoc. for Quatern. Res., vol. 16, p. 3—5.
304. Les Phenomenes peryglaciaires et leur repartition.— Biul. peryglac. LTN, N 19, s. 271—275.
305. Neue Forschungsergebnisse über das Pleistozän.— Ber. Dtsch. Ges. geol. Wiss. A, Bd. 14, N 3, S. 333—344.
306. The Pleistocene history of Antarctica.— In: The periglacial environment: Past and present. Montreal: McGill — Queen's Univ press, p. 263—269.

1970

307. Введение в физическую географию: Тексты лекций. М.: Изд-во МГУ. 238 с. Совм. с О. П. Добродеевым, Ю. Г. Симоновым, И. А. Суевой.
308. География океана: (Материалы... V съезд, 1970 г.). Л., с. 3—7.
309. Древние береговые линии Черного моря.— Изв. на Геогр. ин-т. Болг. акад. на наук, т. 14, с. 89—92.
310. Изменения природы поверхности Земли в новейшую геологическую эпоху.— Вестн. АН СССР, № 6, с. 91—98.
311. К заметке «Айсберг в пустыне».— Природа, № 9, с. 3.
312. Le Froid et le peryglaciaire du Pléistocène.— Acta geogr. lodz., N 24, s. 337—341.

1971

313. История озера Чад.— Природа, № 11, с. 94—95.
314. Остров Кергелен.— В кн.: Антарктика: Докл. Медвед. Комис. М.: Наука, вып. 8, с. 43—58.
315. По Аляске: (Путевые впечатления географа).— В кн.: Хрестоматия по физической географии: Пособие для учителей. 4-е изд. М.: Просвещение, с. 416—420.
316. Проблемы ледниковой и четвертичной геологии в освещении Ричарда Фостера Флинта.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., с. 140—143.
317. У берегов Антарктиды: Первые впечатления.— В кн.: Хрестоматия по физической географии: Пособие для учителей. 4-е изд. М.: Просвещение, с. 288—290.

1972

318. География сегодня и завтра.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 3, с. 12—17.
319. Университетская географическая наука.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 3, с. 50—55.

320. Введение в физическую географию: Учеб. пособие для студентов геогр. фак. ун-тов. М.: Высш. шк., 181 с. Совм. с О. П. Добродеевым, Ю. Г. Симоновым, И. А. Суетовой.
321. Воспоминания и размышления географа. М.: Изд-во МГУ, 117 с.
322. География в пространстве и во времени.— В кн.: Наука и человечество: Междунар. ежегодник. М.: Знание, с. 122—133.
323. Значения работ В. Г. Богорова и Л. А. Зенкевича для развития географии океана.— Океанология, т. 13, № 1, с. 27—32. Совм. с П. А. Каплиным, И. А. Суетовой.
324. Палеогеографические исследования как естественноисторическая основа долгосрочного географического прогнозирования.— В кн.: Терия и методы прогноза изменений географической среды: (Тезисы...). Иркутск, вып. 1, ч. 1, с. 10—11. Совм. с П. А. Каплиным, А. А. Свиточем, А. А. Борисовым.
325. Советская география сегодня.— Изв. ВГО, т. 105, вып. 1, с. 3—12.
326. Студентам первого курса географического факультета Московского университета в связи с началом учебного года: (О географическом факультете Московского университета и о географии).— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 4, с. 3—7.
327. Физическая география в высшей школе.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 1, с. 28—32.
328. География сегодня и завтра.— В кн.: Будущее науки. М., вып. 6, с. 255—269.
329. География сегодня и завтра.— Наука и жизнь, № 4, с. 81—84.
330. Две планетарные проблемы, существенные для географии Тихоокеанского сектора Азии.— В кн.: Природа и человек. Владивосток, с. 7—16.
331. Basic profiles of Neogene-Pleistocene deposits.— Biul. perygl., LTN, N 23, s. 91—98.

1974

332. Материковые оледенения и морские трансгрессии в плейстоцене.— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, сб. 42, с. 18—27.
333. Задачи географического изучения Антарктики.— В кн.: Антарктика: Докл. Междувед. комис. М.: Наука, вып. 13, с. 190—192.
334. Задачи палеогеографических исследований в целях долгосрочного географического прогнозирования.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 6, с. 3—9. Совм. с П. А. Каплиным, А. А. Свиточем.

1975

335. География Мирового океана и ее основные проблемы: Материалы VI съезда Геогр. о-ва СССР. Докл. на пленар. заседаниях. Л., с. 79—90. Совм. с С. С. Сальниковым, А. Ф. Трешниковым, Е. Е. Шведе.
336. География океана.— Природа, № 3, с. 9—11.
337. О географической зональности океана.— Человек и стихия, 1976, Л., с. 122—123.
338. Опорные разрезы новейших отложений.— В кн.: Палеогеография и перигляциальные явления плейстоцена. М.: Наука, с. 63—66.
339. Константин Алексеевич Салищев.— В кн.: Пути развития картографии: Сб., посвящ. 70-летию проф. К. А. Салищева. М.: Изд-во МГУ, с. 5—14. Совм. с С. В. Калесником, И. С. Шукиным.
340. Приветствие председателя Оргкомитета К. К. Маркова.— В кн.: Палеогеография и перигляциальные явления плейстоцена. М.: Наука, с. 6.
341. Физическая география мира: (Введение к курсу).— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 2, с. 13—17. Совм. с Г. М. Игнатьевым, В. Л. Лебедевым, А. И. Орловым, И. А. Суетовой.

1976

342. Карл Тролл и современная география.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 3, с. 145—154.
343. Из воспоминаний о Льве Семеновиче Берге: (К столетию со дня рождения).— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 1, с. 5—9.
344. Изучение опорных разрезов новейших отложений на территории СССР.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 3, с. 16—25.
345. Изучение опорных разрезов новейших отложений.— В кн.: Междунар. геогр. конгр., XXIII: Геоморфология и палеогеография. Секция 1. М., с. 293—298.
346. Ледниковая теория: V Всесоюз. междувед. совещ. по изуч. краевых образований материковых оледенений. Тез. докл. Киев. Наук. думка, с. 5.
347. Не пропустить веления жизни.— Моск. ун-т, 12 окт.
348. Общий взгляд на географию.— Вестн. АН СССР, № 7, с. 3—11.
349. Палеогеографический сопряженный анализ.— В кн.: Географические исследования в Московском университете. Традиции — перспективы. М.: Изд-во МГУ, с. 273—279. Совм. с П. А. Каплиным, А. А. Свиточем.
350. Природа и ресурсы Тихого океана.— Природа, № 11, с. 144—146.
351. Ричард Фостер Флинт.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 6, с. 118—119.
352. Столетие ледниковой теории.— Природа, № 4, с. 75—77.
353. Эгеида вместо Атлантиды.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 5, с. 110—111.

354. На переломе.— Моск. ун-т, 10 июня.
 355. Открытие абсолютного полюса холода Земли: К двадцатилетию создания антарктической станции «Восток».— Вестн. АН СССР, № 12, с. 103—105.
 356. Плувиальные условия.— В кн.: Рельеф и ландшафты. М.: Изд-во МГУ, с. 14—28.
 357. Современные подходы к изучению четвертичного периода: (Палеогеография плейстоцена сегодня).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 4, с. 18—27. Совм. с А. К. Агаджаняном, С. С. Фаустовым.
 358. Палеогеография на современном этапе.— В кн.: Палеогеографические основы рационального использования природных ресурсов. Ч. 1. Общая и отраслевая палеогеография: Тез. докл. Всесоюз. конф. (Днепропетровск, 1977 г.). Киев, с. 5—8.
 359. Сопряженный метод палеогеографических реконструкций плейстоцена.— В кн.: Палеогеографические основы рационального использования природных ресурсов. Ч. 1. Общая и отраслевая палеогеография: Тез. докл. Всесоюз. конф. (Днепропетровск, 1977 г.). Киев, с. 12—14. Совм. с П. А. Каплиным, А. А. Свиточем.

360. Предисловие.— В кн.: Флинт Р. Ф. История Земли/Пер. с англ. И. И. Спасской. М.: Прогресс, с. 5.
 361. Введение в физическую географию: (Учеб. пособие для геогр. специальностей вузов). М.: Высш. шк. 191 с. Совм. с О. П. Добродеевым, Ю. Г. Симоновым, И. А. Суетовой.
 362. Географические типы развития озер.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 2, с. 18—22.
 363. Два очерка о географии. М.: Мысль. 125 с.
 364. Исследование опорных разрезов новейших отложений территории СССР.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 6, с. 99—102.
 365. Предисловие.— В кн.: Авенариус И. Г., Муратова М. В., Спасская И. И. Палеогеография Северной Евразии в позднем плейстоцене — голоцене и географический прогноз. М.: Наука, с. 3—4.

366. География океана.— В кн.: XIV Тихоокеан. науч. конгр., авг. 1979 г. Комитет Д — экосистемы Тихоокеанских островов: (Тез. докл.). М., с. 25—27. Совм. с С. С. Сальниковым, И. А. Суетовой.
 367. О необходимости пересмотра основ учебных планов географических факультетов университетов.— Вестн. МГУ. Сер. 5, География, № 1, с. 75—77.
 368. По страницам журнала «Quaternary Research».— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 5, с. 137—138.
 369. Современная география.— Изв. ВГО, т. 3, № 2, с. 140—144.
 370. Физико-географическое районирование Мирового океана.— В кн.: Теоретические вопросы физической и экономической географии Мирового океана. М.: ВГО, с. 8—23. Совм. с В. Л. Лебедевым, Т. С. Лукьяновой.

371. Введение.— В кн.: Физическая география Мирового океана. Л.: Наука, с. 9—13. Совм. с С. С. Сальниковым, Е. Е. Шведе.
 372. Заключение.— В кн.: Физическая география Мирового океана. Л.: Наука, с. 331—338

373. Комментарии: (К ст.: Агаханянц О. Е., Никонов А. А., Пахомов М. М., Ранов В. А., Трофимов А. К., Чедия О. К. «О древнем оледенении Памира»).— Изв. АН СССР. Сер. геогр., № 4, с. 134. Совм. с В. М. Котляковым.
 374. Физико-географическое районирование.— В кн.: «Тихий океан». Л.: Наука, с. 115—128. Совм. с В. Л. Лебедевым, А. Д. Добровольским.
 375. Климатическая модель и географические зоны времени голоценового оптимума на территории СССР.— В кн.: Антропогенные факторы в истории развития современных экосистем. М., с. 230—246. Совм. с Т. А. Бурашниковой, М. В. Муратовой, И. А. Суетовой.

376. География и палеогеография.— В кн.: Географические исследования четвертичного периода. М.: Изд-во МГУ, с. 7—11.

Рефераты К. К. Маркова

377. Новая классификация ледниковых форм рельефа.— Природа, 1932, № 1, с. 73—74.
 378. Andersen S. A. The waning of the last continental glacier in Denmark as illustrated by varved clay and eskers.— J. Geol., 1931, vol. 39, N 7.— Изв. ГГО, 1933, т. 65, № 3, с. 263—274.
 379. Nöth L. Geologische Untersuchungen in Nordwestlichen Pamir-Gebiet und mittleren Transalai, Bd. 2, 1932.— Изв. ГГО, 1933, т. 65, № 3, с. 265—266.

380. Об основных вопросах изучения четвертичного периода.— Пробл. физ. географии, 1936, № 3, с. 147—151.— Реф. ст.: Beck P. Über das schweizerische und europäische pliozän und pleistozän.— *Eclog. geol. helv.*, 1933, vol. 26, N 2.
381. Об изменениях ледников Аляски.— Пробл. физ. географии, 1938, сб. 6, с. 160—161.— Реф. ст.: Cooper W. S. The problem of glacier bay Alaska: A study of glacier variations.— *Geogr. Rev.*, 1937, Jan.
382. О характере четвертичных движений земной коры в районе Тянь-Шаня. С. С. Шульц. Геологическое описание маршрута вдоль Тянь-Шаня из Оша в Каракол 1936 г. (Тр. Тадж.-Памир. экспедиции, 1934—1936 гг.).— Пробл. физ. географии, 1938, сб. 6, с. 159—160.
383. Penk A. Die Strahlungstheorie und die geologische Zeitrechnung.— Пробл. физ. географии, 1942, сб. 11, с. 132—133.
384. Ahlman H. W. von. Glaciärerma som uttryck for den pagande klimatändringen.— *Ymer*, 1939, h.— Пробл. физ. географии, 1942, сб. 11, с. 134—135.

Редактирование К. К. Маркова

385. Таджикистан: (Физ.-геогр. очерк): Сб. ст./Редкол. В. Н. Васильев и др., отв. ред. К. К. Марков, А. Р. Бурачек. Л., 1936.
386. Проблемы палеогеографии четвертичного периода. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. 398 с.
387. Вопросы географии. М., 1946. Сб. 1. 207 с.
388. Учен. зап. МГУ, 1946. Вып. 119, геогр., кн. 2. 227 с., с ил.
389. Вопросы географии. М., 1947. Сб. 3. 218 с.
390. Вопросы географии. М., 1947. Сб. 4. 199 с.
391. Геоморфологическое районирование СССР/Под общ. ред. А. А. Григорьева. М.; Л., 1947. 172 с.
392. Вопросы географии. М., 1948. Сб. 9. 156 с. Совм. с А. И. Соловьевым.
393. Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М., 1948. 319 с.
394. Проблемы геоморфологии. М.; Л., 1948. 319 с.
395. Вопросы географии. М., 1949. Сб. 12. Историческое землеведение: (Сб., посвящ. акад. В. А. Обручеву). 248 с.
396. Тушинский К. Г. Лавины: Возникновение и защита от них. М.: Географгиз, 1949. 215 с.
397. Вопросы географии. М., 1950. Сб. 23. 335 с. Совм. Д. Л. Арманд с Ю. Г. Саушкиным.
398. Вопросы географии. М., 1951. Сб. 24. 459 с.
399. Материалы по палеогеографии. М.: Изд-во МГУ, 1954. Вып. 1. 206 с. Совм. с В. П. Гричуком.
400. География в Московском университете за 200 лет: Справ. материал. М.: Изд-во МГУ, 1957. 112 с. Совм. с Ю. Г. Саушкиным и А. И. Соловьевым.
401. География в Московском университете за 200 лет. М.: Изд-во МГУ, 1955. 287 с.
402. Флеров К. К. и др. История фауны млекопитающих в четвертичном периоде. М.: Изд-во МГУ, 1955. 40 с.
403. Шварцбах М. Климаты прошлого: Введение в палеоклиматологию: Пер. с нем. М.: Изд-во иностр. лит., 1955. 284 с. Совм. с В. П. Алисовым, Д. А. Туголесовым.
404. Жучкова В. К. и др. Географические экскурсии: Сетуньский маршрут. М.: Изд-во МГУ, 1959. 45 с. Ротапр.
405. Башенина Н. В., Веденева В. И. Общая геоморфология: Метод. пособие для студентов-заочников III курса геогр. фак. гос. ун-тов. М.: Изд-во МГУ, 1960. 68 с.
406. Ледниковый период на территории европейской части СССР и Сибири: Сб. ст. М.: Изд-во МГУ, 1959. 560 с. Совм. с А. И. Поповым.
407. Методы географических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1960. 392 с. Совм. с В. Д. Быковым, Б. Ф. Косовым и др.
408. Перегляциальные явления на территории СССР: Сб. ст. М.: Изд-во МГУ, 1960. 290 с. Совм. с А. И. Поповым.
409. Палеогеография четвертичного периода СССР: (К 6-му конгр. в Польше). М.: Изд-во МГУ, 1961. 213 с.
410. Корина Н. А., Чеботарев Н. С., Шик С. М. Карта четвертичных отложений северо-запада Русской равнины масштаба 1:2 500 000. М.: Изд-во АН СССР. 14 с.
411. Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. М.: Изд-во МГУ, 1969. Сб. 1.
412. Симпозиум «Палеогеография и перигляциальные явления плейстоцена»: Путеводитель экскурсий Москва—Верхняя Волга. М.: Изд-во МГУ, 1969. Ротапр.
413. Разрез новейших отложений Исык-Кульской впадины. М.: Изд-во МГУ, 1971.
414. Агаджанян А. К., Мотузко А. Н. Териофауна плейстоцена. М.: Изд-во МГУ, 1972. 284 с.
415. Разрез новейших отложений Мамонтова гора. М.: Изд-во МГУ, 1973.
416. Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. Сб. 5. IX Междунар. конгр. ИНКВА. М.: Изд-во МГУ, 1973. совм. с Н. И. Николаевым.
417. Палеогеография и перигляциальные явления плейстоцена: (Материалы симпоз., 25 июля — 15 августа 1969 г.). М.: Наука.
418. XXIII Международный географический конгресс. Секция 3. География океана. М., 1976. 102 с.
419. Разрез новейших отложений Северо-Восточного Приазовья. М.: Изд-во МГУ, 1976. 158 с.
420. Разрезы отложений ледниковых районов Центра Русской равнины. М.: Изд-во МГУ, 1977. 198 с.

421. *Авенариус И. Г., Муратова М. В., Спасская И. И.* Палеогеография Северной Евразии в позднем плейстоцене—голоцене и географический прогноз. М.: Наука, 1978. 75 с.
422. Разрез новейших отложений Алтая: (Стратиграфия и палеогеография Приобского плато, Подгорной равнины и Горного Алтая). М.: Изд-во МГУ, 1978. 208 с.
423. Разрез новейших отложений Нижнего Приамурья. М.: Наука, 1978. 106 с.
424. *Флинт Р. Ф.* История Земли/Пер. с англ. И. И. Спасской. М.: Прогресс, 1978. 353 с. Совм. с А. К. Агаджаняном.
425. Экономическая география Мирового океана/Гл. ред. К. К. Марков; Отв. ред. С. С. Сальников. Л.: Наука, 1979. 311 с. (Сер. География Мирового океана).
426. Физическая география Мирового океана/Гл. ред. К. М. Марков; Отв. ред. К. К. Марков. Л.: Наука, 1980. 362 с. (Сер. География Мирового океана).
427. Тихий океан/Гл. ред. К. К. Марков; Отв. ред. В. Ф. Корт, С. С. Сальников. Л.: Наука, 1981. 388 с. (Сер. География Мирового океана).

Рецензии К. К. Маркова

428. *Доктуровский В. С., Ануфриев Г. И.* Материалы по стратиграфии ленинградских торфяников.— Тр. Н.-и. торф. ин-та, вып. 9, 1931; Природа, 1932, № 2, с. 180—182.
429. *Ануфриев Г. И.* Строение болот Ленинградского района.— Тр. Н.-и. торф. ин-та, вып. 9, 1931; Природа, 1932, № 2, с. 180—182.
430. О проблеме древнего оледенения гор Средней Азии.— Пробл. физ. географии, 1937, т. 4, с. 271—278.— Рец. на ст.: Die eizeitliche Vergletscherung des nordwestlichen Pamirgebietes.— S.-Ber. Preuss. Akad. Wiss. Phys.-math. Kl., 1933, Bd. 2, S. 61—81.
431. *Калесник С. В.* Горные ледниковые районы СССР. Л. (А. Сваричевская. Легенда для геоморфологической карты крупного масштаба. Л., 1937).— Пробл. физ. географии, 1939, сб. 7, с. 128—129.
432. *Lobeck A. K.* Geomorphology. N. Y., 1939.— Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз., 1941, № 3, с. 405—406.
433. Physiography of the United States. N. Y., 1939.— Пробл. физ. географии, 1941, сб. 10, с. 115—116.
434. *Machatschek F.* Das Relief der Erde. В., 1938. Bd. 1. Калесник С. В. Общая гляциология. Л., 1939.— Пробл. физ. географии, 1941, сб. 10, с. 109—111.
435. *Machatschek F.* Neuere morphologische Untersuchungen in den Alpen.— J. Geomorphol., 1939, vol. 11.— Пробл. физ. географии, 1941, сб. 10, с. 114—115.
436. *Sigurdur Theorarinsson.* Tefrokronologiska studier po Ysland.— Geogr. ann., 1944, vol. 26, N 1/2, p. 1—215.— В кн.: Вопр. географии. М., 1946, сб. 1, с. 199—200.
437. *Erdtman G.* An introduction to pollen analysis. US, 1943.— Бюл. Комис. по изуч. четвертич. периода, 1946, № 8, с. 109.
438. *Варсанофьева В. А.* Происхождение и строение Земли. М.; Л.: Госгеолиздат, 1945; Вопр. географии, 1947, сб. 3, с. 213.
439. *Nordman N., Hinds E. A.* Geomorphology: The evolution of landscape. N. Y., 1943.— Вопр. географии, 1947, сб. 3, с. 213—214.
440. Климаты прошлого. (Е. П. Брук. Климат сквозь века: Исследование климатических факторов и их изменений. Нью-Йорк; Торонто, 1949, с. 396; Лондон, 1950, с. 395.— Природа, 1952, № 10, с. 124—128.
441. *Хабаков А. В.* Об основных вопросах истории развития поверхности Луны.— Вопр. географии, 1949, сб. 12, с. 233—235.
442. *Рутковский В. И.* Влияние динамики климатических и гидрологических условий на лесные культуры.— Бузулукский бор. 195, т. 4, 144 с.; Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1951, № 5, с. 88—89.
443. *Сементовский В. Н., Батыр В. В., Ступишин А. В.* Рельеф Татарии. Казань, 1951. 125 с.; Вопр. географии, 1951, сб. 26, с. 309—310.
444. Сборник по геоморфологии в честь 100-летия со дня рождения В. М. Дэвиса.— Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1952, № 1, с. 92—94.
445. Важное направление исследования природы: А. И. Перельман. Очерки геохимии ландшафта. М.: Географгиз, 1955. 392 с.; Природа, 1955, № 12, с. 118—120.
446. *Забиров Р. Д.* Оледенение Памира, М.: Географгиз, 1955. 372 с.; Изв. ВГО, 1956, т. 88, вып. 2, с. 205—208.
447. *Ahlmann H. W.* Glacier variations and climatic fluctuations. N. Y., 1953, vol. 51.— Изв. ВГО, 1957, т. 89, № 4, с. 376—379.
448. *Линдберг Г. У.* Четвертичный период в свете биогеографических данных. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 334 с.; Изв. ВГО, 1958, № 2, с. 192—195.
449. Многогранный научный труд.— Правда, 1960, 9 марта/На кн. Маккавеева Н. И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Совм. с Б. Алисовым, Б. Аполловым, С. Воскресенским.
450. Descriptive paleoclimatolog. Ed. by A. E. Nairn. N. Y., 1961. 380 p.— Рец.: Описательная палеоклиматология.— Новые книги за рубежом: Сер. А, М., ИИЛ, 1962, № 6, с. 107—109.
451. *Schwarzbach M.* Das Klima der Vorzeit: Eine Einführung in die Paleoklimatologie, 1961, с. 275.— Новые книги за рубежом. Сер. А, 1962, № 10, с. 136—137.
452. История рельефа Армянского нагорья.— Природа, 1963, № 3, с. 119—121.

453. Алисов Б. П., Полгараус Б. В. Климатология. М.: Изд-во МГУ, 1962, Вестн. МГУ. Сер. 5, География, 1964, № 3, с. 99—100.
454. Десять лет физико-географических исследований Венгрии. Будапешт, 1964. 132 с., Вестн. МГУ. Сер. 5, География, 1965, № 1, с. 95.
455. Очаги древнейшего земледелия.— Природа, 1966, № 8, с. 66.
456. Louis H. Allgemeines Geomorphologie. 3. neu bearb. Aufl. В., 1968. XX, 522 S.— Ред.: Общая геоморфология. 3-е изд., перераб. Новые книги за рубежом. Сер. А, М., ИИЛ, 1969, № 1, с. 116—118.
457. Le massif de l'atakor et ses bordures (Sahara Central): Etude géomorphologique. Р., 1967. 513 р.— Новые книги за рубежом. Сер. А, М., ИИЛ, 1969, № 3, с. 117—121.
458. Криволицкий А. Е. Жизнь земной поверхности. М.: Мысль, 1971; Новый синтез геоморфологии. Природа, 1972, № 6.
459. Пармузин Ю. П. Осторожно — пума! М.: Мысль, 1973; Как начинается наука.— «Природа», 1973, № 10, с. 118.
460. Геоморфология и защита среды.— Новые книги за рубежом. Сер. V, 1975, № 5, с. 119—120.
461. Тихий океан: В 10-ти т. 1966—1974; Природа и ресурсы Тихого океана.— Природа, 1976, № 11, с. 144—145.
462. Монин А. С. История Земли. Л.: Наука, 1977; К единству взгляда на природу.— Природа, 1977, № 12, с. 137—138.
463. Environmental chemistry/Ed. by J. O. M. Vockris. N. Y.; L., 1977.— Новые книги за рубежом. Сер. А, 1977, № 12, с. 76—77.
464. Свиточ А. А., Горбаренко С. А., Куренкова Е. И., Николаев С. Д., Парунин О. Б., Попов С. В. Комплексное изучение моллюсков для целей стратификации и палеогеографии плейстоцена: (На примере рода *Didacna* Eichw.). М.: Изд-во МГУ, 1981. 179 с.

Составила Н. С. Болиховская

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
-----------------------	---

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

Вопросы древнего оледенения и метакронности природных процессов	4
Древние материковые дюны Европы	4
О проблеме древнего оледенения гор Средней Азии	19
О содержании понятий «ледниковая эпоха» и «межледниковая эпоха»	25
О множественности оледенений (статья первая)	30
О множественности оледенений (статья вторая)	38
О механизме колебания уровня водоемов	42
Антигляциализм	51
Ледниковая теория (исторический очерк)	62
Типы оледенения. Распространение и развитие	86
Общие вопросы палеогеографии	106
Предмет и история палеогеографии	106
Новейший геологический период—антропоген	116
Развитие природы земной поверхности в четвертичном периоде—антропогене	130
Основные стратиграфические рубежи четвертичной системы	136
Главные изменения природы поверхности Земли в голоцене	139
Четвертичный период — ледниковый период	149
Общие особенности древнего оледенения	159
Заключение (кн. Четвертичный период, т. II)	163
Типы страторайонов, главнейшие черты их развития в четвертичном периоде (гипотеза)	167
Колебания уровня водоемов Земли в новейшем геологическом прошлом. Сообщение I	172
Колебания уровня водоемов Земли в недавнем геологическом прошлом. Сообщение II	180
Общие выводы (кн. Четвертичный период..., т. III)	183
Плювиальные условия	201
Материковые оледенения и морские трансгрессии в плейстоцене	211
Задачи палеогеографических исследований в целях долгосрочного географического прогнозирования	219
Современные подходы к изучению четвертичного периода (палеогеография плейстоцена сегодня)	223

НОВЕЙШИЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Изучение ленточных глин с геохронологической точки зрения	232
Геохронологические исследования в Карельской АССР и Ленинградской области	241
О морских моренах в четвертичных отложениях	248
Новейшая тектоника и оледенение	252
Стратиграфия отложений и хронология плейстоцена	254
Изучение опорных разрезов новейших отложений на территории СССР	258

Библиографический список трудов К. К. Маркова	265
--	------------

446. Записки экспедиции исследования природы. А. М. Перельман. Очерк геологической динамики в Мл. Географич., 1955, 302 с. Пролетария, 1955, № 12, с. 118—120.

448. Зубовы Р. Д., Овсянников П. М. Географич., 1955, 372 с. Изд. ВГО, 1956, т. 88, вып. 2, с. 205—225.

447. Chamberlain, E. W. Glacier variations and climatic fluctuations. N. Y., 1933, vol. 51. — Изд. ВГО, 1937, т. 83, № 4, с. 376—379.

448. Давыдов Л. Г. Четвертичный период в свете географических данных. М.: Изд-во АН СССР, 1955, 334 с. Изд. ВГО, 1956, № 2, с. 182—196.

449. Материальная научная карта — Прованс, 1960, 3 марта/Июль. Материальная Н. И. Руссо. Рельеф и климат в бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Сомм. с Б. Алисовым, Б. Аппаловым. С. Восточный.

450. Descriptive paleoclimatology. Ed. by A. E. Nairn. N. Y., 1961, 380 p. — Рельеф. Описательная палеоклиматология. — Переводы на русский язык. Сер. А. М., ИИЛ, 1962, № 6, с. 107—109.

451. Schweitzer, M. Das Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie, 1961, s. 275. — Климат климат за рубежом. Сер. А, 1962, № 10, с. 136—137.

452. История рельефа Амурского нагорья. — Пролетария, 1963, № 3, с. 119—121.

4591