

УДК 551.336:551.79

## ПРОБЛЕМЫ ОЛЕДЕНЕНИЙ ЗЕМЛИ В ЧЕТВЕРТИЧНОМ ПЕРИОДЕ

И. Д. ДАНИЛОВ  
(Кафедра геологии)

Четвертичный период является последним и самым коротким периодом геологической истории Земли (по оценкам разных исследователей 0,7—1,8 млн. лет). Несмотря на свою кратковременность, он имел чрезвычайное значение в становлении современной природной обстановки как на суше, так и в океане. Именно в это время все почвенно-климатические зоны приобрели наблюдаемые сейчас очертания, произошло окончательное оформление современной фауны и флоры.

Основополагающей в четвертичной геологии является проблема древних покровных оледенений материков Северного полуша-

рия: Европы, Азии, Северной Америки. Недавно был отмечен 100-летний юбилей концепции покровного оледенения Русской равнины. До этого в геологии господствовали представления Ч. Лейеля, Ч. Дарвина и других крупнейших естествоиспытателей XIX в., согласно которым равнины Северной Европы покрывались в четвертичном периоде не ледниками, а водами холодного, ледовитого моря. На дне моря, как считали эти исследователи, скапливались песчано-глинистые осадки с галькой и валунами, вытаивавшими из плавающих льдин и айсбергов. Эти представления лежат в основе так называемой дрейфовой теории проис-

## Сопоставление оледенений Альп и равнин Северной Европы и Северной Америки

Возраст, тыс. лет	Оледенение			
	Альп	среднеевропейских равнин	Русской равнины	Северной Америки
100	Вюрм	Вислинское	Валдайское: осташковская ста- дия калиннинская ста- дия	Висконсинское
200	Рисс	Вартинская стадия Заальское	Московская стадия Днепровское	Иллинойское
400	Миндель	Эльстерское	Окское (донское?)	Канзасское
600	Гюнц			Небрасское

хождения валунных несортированных отложений, в основном слагающих современный рельеф равнин на севере Европы.

После опубликования в 1876 г. работы П. А. Кропоткина «Исследования о ледниковом периоде» в России начали быстро распространяться идеи о покровном оледенении, зарождавшемся в Скандинавии, заполнявшем котловину Балтийского моря и спускавшемся на прилегающие равнины. При этом П. А. Кропоткин полагал, что древнее четвертичное оледенение Русской равнины было однократным.

Изучая северные предгорья Альп в районе Баварии, немецкие исследователи А. Пенк и Э. Брюкнер высказали в 1909 г. идею о четырехкратном оледенении альпийских гор в четвертичном периоде. Выделенные ими отложения древних ледников были увязаны с террасами верхнего течения Дуная и его притоков. Эти оледенения получили названия Гюнц, Миндель, Рисс и Вюрм (таблица). Благодаря высокому авторитету немецкой науки того времени представления о четырех ледниковых эпохах четвертичного периода широко распространились в Европе, а затем и на других континентах. Более того, их стали использовать при обсуждении геологических проблем не только гор, но и равнинных территорий. Впоследствии с оледенениями Альп начали «увязывать» предполагаемые древние четвертичные оледенения Азии, Северной и даже Южной Америки, Австралии и Новой Зеландии. Делалось это в значительной мере искусственно вследствие стремления исследователей скоррелировать четвертичную стратиграфию того или иного региона с «эталонной» Центральной Европой.

Для территории Русской равнины наиболее распространены представления о трех, четырех или пяти оледенениях в четвертичном периоде, хотя существуют мнения, что оледенение было однократным или, напротив, более чем пятикратным. Наиболее достоверно выявлены, как полагают, следы трех оледенений: окского, днепровского, валдайского (см. таблицу). Считается, что днепровское оледенение было наиболее крупное, оно подразделяется на две стадии или два самостоятельных оледенения: собственно днепровское (максимальное) и московское. Аналогичным образом валдайское оледенение подразделяется на ранневалдайское (калиннинское) и поздневалдайское (осташковское) оледенения (или стадии).

Несмотря на более чем 100-летнюю историю существования ледниковой концепции, не решен ряд основных вопросов геологического развития Земли в четвертичном периоде. К их числу относятся вопросы о времени зарождения и продолжительности существования древних ледниковых покровов на материках Северного полушария, о их количестве, масштабах, соотношениях во времени и пространстве, о времени наибольшего похолодания климата Земли и максимального развития оледенения и т. д.

### Время и условия возникновения оледенения Земли

До конца пятидесятых годов общепризнанным был постулат, что современные ледниковые покровы Земли возникли в четвертичном периоде. Считалось, что именно оледенение отличало его от более ранних периодов геологической истории, почему он и получил второе название «ледниковый». Имелись казавшиеся убедительными данные, что климат Земли в дочетвертичное время был повсеместно достаточно мягким и теплым. Полагали также, что ледниковые покровы Антарктиды и Гренландии в четвертичном периоде неоднократно исчезали и возникали вновь, обуславливая повышение и понижение уровня Мирового океана на 60—65 м, а с учетом предполагаемых ледниковых покровов Северного полушария — на 150—180 м.

Изучение донных отложений морей, омывающих Антарктиду и Гренландию, и абсолютного возраста базальтов, излившихся в подледных условиях, показало, что оледенение в их пределах возникло задолго до четвертичного периода, уже в неогене, а на Антарктиде — во второй половине палеогена. По имеющимся оценкам, зарождение оледенения Антарктиды происходило 38—40 млн. лет назад, возраст антарктического ледникового шита составляет не менее 11—14 млн. лет [19]. Ледовыми на протяжении этого периода являлись и приантарктические моря. Получены достоверные данные, что 10 млн. лет назад уже существовали крупнейшие шельфовые ледники Западной Антарктиды с их плавучими продолжениями в морях Росса и Уэдделла. В то же время в океанах Южного полушария установились наблюдаемые и теперь зоны накопления донных осадков различного типа: ледниково-морских, глубоководных кремнистых и известковистых,

иначе говоря, — близкие современным климатические и в целом ландшафтные условия [14]. Возраст гренландского ледникового покрова не менее 10 млн. лет, ледовитыми на протяжении всего этого времени были омывающие Гренландию моря. Возникнув много миллионов лет назад, крупнейшие современные ледниковые покровы Земли существовали непрерывно и сохраняли в основном свои первоначальные размеры и границы распространения [9].

Новые данные о возрасте современного оледенения Земли изменили представления о его возможных причинах.

Наиболее распространены до настоящего времени представления о том, что древние ледниковые покровы северного полушария возникли в связи с планетарными похолоданиями климата. Вместе с тем общепризнано, что в неогене, во всяком случае в его первую половину (миоцен), а тем более в палеогене климат Земли в целом был равномерно теплым, средняя температура воздуха в средних широтах составляла около 20 °С, т. е. была примерно на 10° выше современной. Однако это не препятствовало развитию ледников сначала в Антарктиде, а затем в Гренландии. Во второй половине палеогена, когда зародилось оледенение Антарктиды, в Арктике была распространена субтропическая влаголюбивая лесная растительность; пальмы росли в районе современных побережий Северного Ледовитого океана. В миоцене субтропическая растительность сменилась на севере Евразии смешанными лесами, состоявшими в значительной степени из широколиственных пород и включавшими элементы субтропической флоры. Но в конце миоцена в пределах Гренландии уже существовал ледниковый покров. Отсюда следует, что первопричинами возникновения оледенений были не только и не столько глобальные изменения климата, сколько определенные сочетания местных региональных природных условий.

В Антарктиде такое сочетание условий сложилось во второй половине палеогена в результате ее смещения на юг, изоляции от соседних материков (Южной Америки и Австралии). Здесь создалась циркумантиарктическая система океанических течений, что лишило омывающие Антарктиду моря возможности водообмена с теплыми водными массами Мирового океана. Причиной возникновения оледенения Гренландии также явилось, по-видимому, изменение в неогене циркуляции водных и воздушных масс в Северной Атлантике в результате общей глобальной перестройки структурно-тектонического плана и рельефа планеты, что было связано с альпийской складчатостью и орогенезом.

Данные о развитии ледниковых покровов Антарктиды и Гренландии показывают, что предполагаемые четвертичные оледенения севера Евразии и Северной Америки также, видимо, вызваны местными изменениями палеогеографических условий на фоне общего похолодания климата в конце кайнозойской эры. Последнее тоже было обусловлено скорее всего «земными» причинами: прогрессирующим во времени с начала палеогена возрастанием емкости океанических впадин, сокращением площади морей и од-

новременным увеличением площади и высоты суши.

### О количестве и причинах покровных оледенений континентов Северного полушария

Выше отмечалось, что первоначально была выдвинута гипотеза об однократном четвертичном оледенении Северной Европы. С распространением альпийской ледниковой шкалы возникла идея 4-кратного оледенения огромных территорий на севере Евразии и Северной Америки. Это была именно «идея» (предположение), не основывающаяся на конкретном фактическом материале. Впоследствии указанное предположение стали усиленно «подкреплять» разнообразными фактами. С годами сложилось впечатление, что получившая международное признание альпийская ледниковая шкала покоится на мощном фундаменте многочисленных материалов по строению четвертичных отложений равнинных территорий. Однако это совсем не так.

Правильная оценка создавшегося в четвертичной геологии положения содержится в книге английского исследователя Д. Боуэна [2], который пишет, что альпийские термины «Гюнц», «Миндель», «Рисс» и «Вюрм», введенные в употребление в начале XX в., все еще требуют стратиграфического обоснования, хотя с ними соотносятся события, установленные совсем в других регионах. Новые открытия насильно «втискиваются» в существующие классификации. Такое произвольное обращение с фактами поддерживает иллюзию надежности и точности исходной схемы. Тенденция постоянно подтверждать открытия, сделанные при недостаточном объеме данных, получила название «синдрома подкрепления».

В настоящее время альпийская ледниковая шкала меняется в сторону увеличения числа оледенений. В последние 0,7 млн. лет геологической истории Земли их выделяется до 5—7, иногда до 9—11. Говорится даже о 17 циклах оледенений и разделяющих их межледниковий [2], правда, в этом случае временной объем четвертичного периода понимается шире (1,7—1,8 млн. лет).

Признание 4, 5 и 7 оледенений в последние 700 тыс. лет или 17 оледенений в последние 1,7—1,8 млн. лет означает, что продолжительность одной ледниковой и смежной с ней межледниковой эпохи составляет примерно 100 тыс. лет. Время существования одного покровного оледенения континентов Северного полушария оценивается всего в 10 тыс. лет [2]. Следовательно, в течение столь короткого (в геологическом масштабе времени почти мгновенного) интервала должно было произойти зарождение, развитие, а затем деградация и исчезновение «великих» ледниковых покровов, по размерам не только сопоставимых, но и превосходящих современные гренландский и антарктический. Что же могло быть причиной этих катастрофических явлений? Причину, как уже отмечалось, видят в существенных планетарных климатических изменениях. Если это так, возникает закономерный вопрос: почему они действовали в одних случаях и не действовали в других? Почему, например, разрушались «великие» ледниковые покровы на севере

Евразии и Северной Америки, а в Антарктиде и Гренландии нет?

Длительную устойчивость Антарктического ледникового покрова еще можно в определенной степени объяснить его околополюсным положением. Что же касается Гренландского ледникового покрова, то его южная оконечность находится вблизи 60° северной широты, т. е. широты Осло, Хельсинки, Ленинграда.

На необъяснимость причин периодичности возникновения и исчезновения гипотетических древних ледниковых покровов обращал внимание В. Р. Вильямс. В 1938 г. он писал: «Колоссальное количество накаплиющихся фактов... уже не позволяет оставаться при старой гипотезе четырех оледенений — Гюнц, Миндель, Рисс, Вюрм. Непонятны причины наступлений и отступаний этих четырех оледенений под воздействием климата, изменяющегося попеременно то в направлении похолодания, то потепления. При этом причина этих нарушений именно в послетретичную эпоху остается неясной».

Эти объяснения перестали удовлетворять кого бы то ни было. Они просто констатируют факты, не вскрывая их внутренней связи» [4, с. 138]. С тех пор положение мало изменилось.

Общая площадь каждого крупного предполагаемого материкового оледенения Северного полушария оценивается примерно в 30 млн. км<sup>2</sup> [11], тогда как современное — занимает всего 2 млн. км<sup>2</sup>. Предполагается, что древнее оледенение Северной Америки распространялось на 18 млн. км<sup>2</sup>. И оно должно было в силу непонятных причин развиваться и исчезать неоднократно, тогда как рядом стабильно существовал сравнительно небольшой гренландский ледниковый покров несоизмеримо меньших размеров (1,8 млн. км<sup>2</sup>), и он почему-то ни разу полностью не растаял и даже существенно не деградировал.

Четвертичный период согласно прочно установившейся традиции рассматривается как особый, исключительный в геологической истории Земли. Как само собой разумеющееся принимается, например, следующее его несоответствие общим закономерностям. На протяжении всей кайнозойской эры (примерно 65 млн. лет) климат направлен и очень постепенно менялся в сторону похолодания. Общее снижение среднегодовой температуры в средних широтах оценивается в 10°C, в палеогене — 20—22, в настоящее время — 10—12°C. В четвертичном периоде колебания среднегодовой температуры воздуха на 10°C, как предполагается, должны происходить через каждые 100 тыс. лет и даже чаще. А гренландский и антарктический ледниковые покровы в это же самое время демонстрируют исключительную устойчивость к внешним температурным импульсам для периодов в 10<sup>5</sup> лет, лишь немного меняя свою площадь [9]. Нелогичность этого сочетания очевидна, но никем не замечается.

Увлечение числом выделяемых на континентах Северного полушария четвертичных оледенений стало своего рода модой. Общепринятые «эталонные» схемы не позволяют устанавливать меньшее число оледенений, чем их предусматривает альпийская шкала, но допускают возможность выделения боль-

шего их числа. Достижения четвертичной геологии как науки и отдельных ученых, ее представляющих, оцениваются нередко по количеству выделенных новых оледенений.

Совсем еще недавно для территории Западно-Сибирской низменности создатель стратиграфической схемы четвертичных отложений этого региона В. Н. Сакс [12] выделял два оледенения: в предположительной форме среднечетвертичного (максимальное) в пределах равнины и верхнечетвертичного (зырянское) с двумя стадиями, приуроченное к горам и их подножиям. В настоящее время здесь выделяется до 5 оледенений [1], т. е. за 30 лет количество предполагаемых покровных оледенений увеличилось на три. В Алтайских горах на территории, прилегающей с юга к Западной Сибири, выделяется некоторыми исследователями 13—15 оледенений.

На основании изложенного можно сделать однозначный вывод, что господствующие в четвертичной геологии представления о многократных «великих оледенениях» Северного полушария сильно преувеличены. Масштабы их были скромнее, а количество меньше.

#### О времени максимального похолодания в четвертичном периоде

Традиционная схема соотношения ледниковых покровов материков Северного полу-

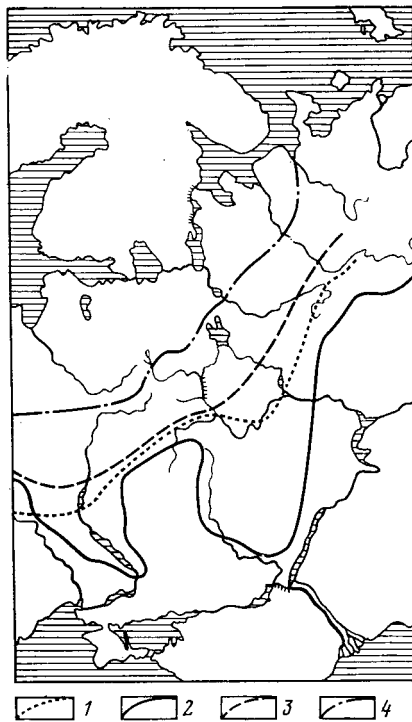


Рис. 1. Наиболее принятые границы предполагаемых ледниковых покровов Русской равнины.

1 — осского (нижнечетвертичного); 2 — днепровского (первого среднечетвертичного); 3 — московского (второго среднечетвертичного); 4 — валдайского (верхнечетвертичного).

шария применительно к Русской равнине представлена на рис. 1. Полагают, что раннечетвертичное оледенение — окское — достигало долины р. Оки в ее верхнем течении и продвигалось несколько южнее; первое среднечетвертичное — днепровское — оледенение принято считать максимальным, южная граница его изгибается в виде двух языков по долинам рр. Днепра (примерно до г. Кременчуга) и Дона (примерно до устья р. Медведицы). Граница второго среднечетвертичного — московского — оледенения проводится несколько южнее пределов Московской области; граница верхнечетвертичного — валдайского — несколько севернее, в пределах Валдайской возвышенности. Если его подразделяют на два самостоятельных, то границу ранневалдайского (калининского) проводят в районе г. Калинин, поздневалдайского (осташковского) — в районе г. Осташкова (Валдайская возвышенность).

Максимальность днепровского оледенения «доказывалась» при помощи многочисленных геологических и геоморфологических критериев, в частности, это объясняется тем, что к югу от границы московского оледенения ледниковый рельеф «старый», существенно переработанный эрозионными процессами. В ледниковый комплекс вложены 3 или 4 надпойменные террасы рек. Степень переработки рельефа эрозионными процессами при движении на север уменьшается и в пределах предполагаемого пространства позднеплейстоценового валдайского оледенения он наиболее «свежий», очень слабо переработан эрозией; в долинах рек выделяются всего 1 или 2 надпойменные террасы.

Эти устоявшиеся представления подвергаются в последнее время кардинальному пересмотру. Высказано получившее широкое признание мнение [3], что днепровский и донской ледниковые потоки («языки») были разновременными: донской поток старше днепровского и принадлежит не среднечетвертичному днепровскому, а нижнечетвертичному окскому оледенению. Отсюда делаются выводы, что максимальным было не днепровское, а более раннее — окское — оледенение. Таким образом, картина последовательной смены оледенений приобрела, казалось бы, стройность и логическую завершенность: максимальное — древнейшее, более молодые последовательно меньшие по размерам.

Сенсационными явились результаты, полученные в отношении самого последнего отрезка четвертичного периода — позднеплейстоценового — голоценового, т. е. для последних 65—50 тыс. лет геологической истории Земли [2, 8, 18, 19]. Для этого времени стало возможным широко использовать радиоуглеродный метод определения абсолютного возраста горных пород, а также восстанавливать палеотемпературы по соотношению тяжелых и легких изотопов кислорода как в раковинах планктонных морских организмов, так и во льду ледниковых покровов.

На основании результатов анализа ледяного ядра из скважин со станции Кемп Сенчури в Гренландии, Восток и Бэрд в Антарктиде был сделан вывод, что значительное похолодание климата произошло почти в самом конце четвертичного пери-

ода в интервале примерно от 65 до 10 тыс. лет назад. Максимум понижения температуры фиксируется 15—29 тыс. лет назад (станция Восток) или 22—24 тыс. лет назад (станция Бэрд), когда во внутренних частях Антарктиды она была на 6—8° ниже современной [8, 18 и др.]. По данным изучения гренландской скважины, наибольшие похолодания происходили 45, 25 и 20 тыс. лет назад. Судя по результатам исследования глубоководных осадков морей, позднеплейстоценовое похолодание было самым существенным в четвертичном периоде.

Таким образом, сложились две противоположные гляциалистические концепции в четвертичной геологии и палеогеографии: 1) максимальное похолодание и оледенение было в начале или середине четвертичного периода, а интенсивность последующих похолоданий и оледенений уменьшалась; 2) похолодание прогрессивно нарастало в течение четвертичного периода, достигнув максимума в конце его.

Согласно общепринятым канонам, наибольшему похолоданию должно соответствовать наибольшее оледенение. Если следовать данной схеме, как это и делают некоторые исследователи [5, 17 и др.], необходимо признать, что максимальным было последнее, т. е. позднеплейстоценовое оледенение, что противоречит всему имеющемуся геолого-геоморфологическому материалу по строению равнин севера Евразии и Северной Америки.

Новые данные об изменении палеотемператур опровергли или подвергли серьезной корректировке многие представления о палеогеографии четвертичного периода. Тем самым была дана отрицательная оценка системе доказательств последовательности ледниковых событий на севере Евразии и Северной Америки. Казавшееся еще совсем недавно устойчивым и незыблемым здание ледниковой концепции оказалось возведенным на шатком фундаменте альпийской схемы и разрушается под напором потока новейших исследований.

#### Некоторые вопросы развития природы в позднем кайнозое

Известны климатические циклы в десятки, сотни, тысячи лет, которые устанавливаются историческими и археологическими методами. Методы четвертичной геологии позволяют выявлять климатические изменения более крупного масштаба: в десятки и сотни тысяч лет. В дочетвертичное геологическое время улавливаются колебания климата с амплитудой в миллионы или десятки миллионов лет. С увеличением возраста горных пород возможности выявления степени детальности природных изменений уменьшаются.

В четвертичном периоде климатические флуктуации особенно ярко проявлялись в средних и высоких широтах Северного полушария, где они приводили к крупным ландшафтным изменениям. Постепенное снижение среднегодовых температур в этих широтах, как уже отмечалось, началось около 65 млн. лет назад и достигло максимума в четвертичном периоде. Вместе с тем в последние годы появились данные, что оледенение в Антарктиде было максималь-

ным не в четвертичное время, а значительно раньше: на рубеже миоцена и плиоцена, т. е. около 5—6 млн. лет назад [13], когда объем льда превышал современный почти в полтора раза. Выше говорилось о похолодании климата в конце четвертичного периода с максимумом в интервале примерно 20—30 тыс. лет назад. Важно подчеркнуть совпадение этих двух палеоклиматических достаточно надежно выделяемых этапов с крупными регрессиями Мирового океана.

На рубеже миоцена и плиоцена отмечается планетарное понижение относительного уровня океана на несколько сот метров, в это же время фиксируется наиболее значительная регрессия Полярного бассейна на всем севере Евразии [6, 7]. Днища погребенных древних дочетвертичных речных долин располагаются здесь значительно ниже современного уровня моря: на севере Печорской низменности — на 100—150 м, на севере Западной Сибири — на 300—350 м, на приморских низменностях северо-востока СССР — на 150—200 м и более. Это означает, что практически весь арктический шельф представлял собой сушу и Полярный бассейн был почти полностью изолирован от Атлантического и полностью — от Тихого океанов, что не могло не сказаться на температурном режиме его вод, которые начали интенсивно выхолаживаться. Поверхности их постепенно покрывались плавающими льдами и становилась мощным «холодильником», влияющим на климат Земли в целом. Именно указанное обстоятельство привело, по всей вероятности, к резкому снижению среднегодовых температур воздуха в средних и высоких широтах Северного полушария. Глубокая регрессия имела скорее всего планетарный характер и была обусловлена тектоническим поднятием суши и опусканием дна океана. В условиях Антарктиды поднятие обусловило разрастание ледникового покрова.

На материках Северного полушария следы покровного оледенения раннеплиоценового возраста отсутствуют, однако имеются достаточно надежные данные, чтобы говорить о ледовитости в это время Полярного бассейна и о наличии мерзлых пород на равнинах северо-востока Евразии.

Крупная регрессия устанавливается в прибрежной зоне морей в позднечетвертичное время. Значительные пространства арктического шельфа становятся сушей, Азия и Северная Америка соединяются, изолировав Северный Ледовитый океан от Тихого. Позднечетвертичная регрессия Полярного океана, хотя и не такая глубокая, как раннеплиоценовая, совпадает с увеличением суровости климата в пределах Евразии и Северной Америки.

На примере последнего этапа четвертичного периода могут быть решены многие принципиальные вопросы развития природы в позднем кайнозое. Последние 50—65 тыс. лет геологической истории являются самыми важными и определяющими для формирования современных ландшафтов, климатических и почвенно-геоботанических зон. Отложения, соответствующие этому этапу, относительно хорошо изучены, данные о них многочисленны.

Следы существенного похолодания и уве-

личения суровости климата в позднем плейстоцене фиксируются разнообразными методами на всем севере Евразии. Об этом свидетельствуют и мерзлотные грунтовые клинья, сложенные покровными лессовидными суглинками, в пределах водоразделов, а также на более молодых формах рельефа практически по всей территории Русской равнины и находки остатков северных животных в южных районах европейской части СССР. По результатам радиоуглеродного анализа возраст костей пещерного медведя, найденных в районе г. Одессы, оказался равным 27 тыс. лет. Наряду с ними и остатками животных умеренной зоны (кабан, бобр, лось, благородный и большерогий олени, тур, зубр и др.) здесь обнаружены остатки холодовыносливых животных: мамонта, волосатого носорога, северного оленя [13]. Следовательно, 27 тыс. лет назад ареалы распространения этих животных смещались на юг, достигая побережий Черного моря, которые были покрыты лесной или, вероятно, тундрово-лесной растительностью, необходимой для жизни оленей, зубров, лосей, медведей, бобров.

Однако похолодание климата Земли не означает непременно широкого, а тем более почти повсеместного развития в умеренных и высоких широтах на материках Северного полушария «великих ледниковых покровов». Даже в районах современного полярного и субполярного климата похолодание не везде приведет к возникновению наземного оледенения. На указанных широтах следует различать области с достаточно влажным климатом, где похолодание может при прочих благоприятных условиях обусловить развитие наземного оледенения и области с аридным климатом, с дефицитом атмосферных осадков, где в периоды похолоданий развивалось мощное подземное оледенение — территории распространения мерзлых горных пород, крупных залежей грунтовых льдов и ледяных жил [6, 15, 16].

Общее условие возникновения наземного или подземного оледенения — дефицит тепла (отрицательные среднегодовые температуры воздуха). Для образования ледниковых покровов дополнительным условием является больший приход твердых атмосферных осадков (снега) по сравнению с расходом. При дефиците последних возникает подземное оледенение. Современная область его распространения составляет в Северном полушарии около 20 млн. км<sup>2</sup>, тогда как наземное оледенение здесь развито на площади не более 2 млн. км<sup>2</sup>, т. е. в 10 раз меньшей. Нет оснований считать, что подобные соотношения менялись в эпохи плейстоценовых похолоданий. Вероятнее всего, что площади подземного оледенения в Северном полушарии в течение всего четвертичного периода были намного больше площадей наземного. По аналогии с современной картиной более широко распространенным следствием похолоданий должно быть подземное, а не наземное оледенение. Вывод этот не получил еще должной оценки и в должной мере не осознан, не использован в четвертичной геологии при палеогеографических реконструкциях (рис. 2).

На территории Северной Европы оледе-

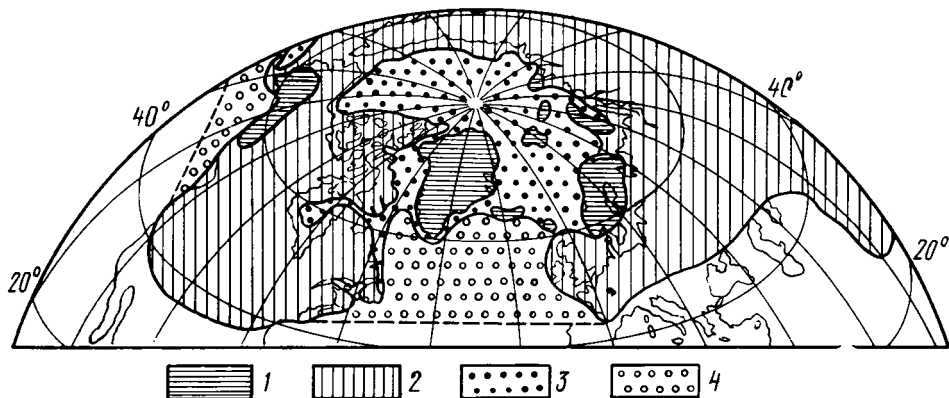


Рис. 2. Оледенение Земли в позднем плейстоцене.

1 — наземное оледенение суши — покровное, полупокровное, сетчатое; 2 — подземное оледенение суши — сплошное, прерывистое, островное; 3 и 4 — морское оледенение — соответственно сплошной и разобренный покров плавучих льдов.

нение в позднем плейстоцене во время последнего интенсивного похолодания климата ограничивалось горными районами Скандинавии, Полярного, Приполярного, частично Северного Урала и непосредственно прилегающими к ним территориями, а также арктическими островами, где складывались для этого наиболее благоприятные условия: обильное выпадение зимой снега, не успевающего растаять летом, благоприятные орографические особенности. К югу от Скандинавии и котловины Балтийского моря были распространены мерзлые породы, т. е. здесь располагалась зона подземного оледенения, которая охватывала почти всю территорию Русской равнины и доходила до побережья Черного моря.

На северо-востоке европейской части СССР, севере Западной Сибири, в пределах Северо-Сибирской низменности в интервале от 55 до 30 тыс. лет назад развивалась морская трансгрессия, сформировавшая террасу, прекрасно выраженную на побережьях Печорского и Карского морей на абсолютных высотах 30—50 м [6]. После окончания трансгрессии началась регрессия Северного Ледовитого океана, и примерно 25—20 тыс. лет назад суша сместилась далеко на север. Полярный бассейн изолировался, выходил из воды, почти сплошь покрывался льдами, что привело к резкому похолоданию климата. Но и в это время даже в районах Западной Сибири, на Таймыре и территории архипелага Северная Земля не было сплошного ледникового покрова. На островах Северной Земли имелись лишённые льда пространства, где в интервале от 25 до 11,5 тыс. лет назад обитали мамонты [10]. Наземное оледенение на всем севере Сибири в позднем плейстоцене имело разобренный характер, ограничиваясь горами Путорана, возможно, Бырранга, а также гористыми частями арктических островов.

На северо-востоке Евразии в эпоху позднеплейстоценового похолодания наземное оледенение также носило очаговый характер и было ограничено наиболее высокими горными хребтами. Приморские низменности, крупные межгорные долины и котловины были областями распространения подземного оледенения. Здесь шло накоп-

ление рыхлых континентальных отложений, сопровождавшееся формированием крупных ледяных жил вертикальной протяженностью до 40—50 м при ширине в верхней части до 10 м. Ледяные жилы образуют в плане решетку и, пронизывая минеральный грунт, разделяют его на отдельные блоки, которые оказываются зажатые в ледяном каркасе.

Не только на востоке, но повсеместно в Евразии, так же как в Северной Америке, зона распространения подземного оледенения в позднем плейстоцене смешалась существенно южнее ее современной границы. Она охватывала, помимо упомянутой территории Русской равнины, Среднюю Европу, Западно-Сибирскую низменность, Северный Казахстан, целиком Среднюю, Восточную Сибирь, Дальний Восток и Центральную Азию. Кроме зон подземного и наземного оледенения суши, в позднем плейстоцене существенно расширилась зона морского ледового покрова, южнее которой располагалась, достигая сороковых широт, зона разобренных плавучих льдов и айсбергов.

Позднеплейстоценовое похолодание климата закончилось примерно 10 тыс. лет назад. В это время на побережьях арктических морей уже формировались торфяники с остатками древесной растительности. В интервале 8—9 тыс. лет назад продвижение древесной растительности на Север было максимальным. Лесо-тундровая зона подходила непосредственно к побережью Северного Ледовитого океана в пределах Печорской низменности, севера Западной Сибири, Таймыра, приморских низменностей Якутии.

## Выводы

Сложившиеся в четвертичной геологии представления о многократных «великих ледниковых покровах» материков Северного полушария требуют корректировки в связи с новыми геологическими материалами, полученными в районах современного покровного оледенения (Антарктида, Гренландия и прилегающие к ним моря). Климатические колебания, действительно, были свойственны четвертичному периоду. Они наи-

более ярко проявлялись в умеренных и высоких широтах Северного полушария на фоне прогрессирующего похолодания климата в течение всего позднего кайнозоя. Это общее похолодание климата было вызвано последовательным и направленным сокращением территории морских водных пространств, увеличением площади и высоты суши. Климатические колебания в средних и высоких широтах Северного полушария обусловлены главным образом регрессиями и трансгрессиями Полярного бассейна. В фазы регрессий и уменьшения его площади Северный Ледовитый океан изолировался, увеличивались степень его ледовитости и площадь арктических районов суши, что обуславливало общее возрастание суровости климата.

Похолодание не всегда и не везде приводило к развитию в северных широтах покровных оледенений. Наземное оледенение

возникало или расширялось в районах с достаточно влажным климатом, с положительным балансом твердых (зимних) атмосферных осадков. В условиях аридного подтипа сурового климата возникало мощное подземное оледенение. Соотношение площадей подземного и наземного оледенений в эпохи похолоданий климата сохранялось близким к современному — 10:1. Огромные пространства Мирового океана покрывались плавучими льдами, формировавшими третий — морской тип оледенения Земли.

Рассматривая проблемы древнего оледенения, необходимо постоянно иметь в виду, что оно всегда подразделялось на три составные части: наземное, подземное и морское (надводное). Соотношения их в пространстве и во времени менялись, но вряд ли существенно отклонялись от современных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Архипов С. А. Современные идеи и направления в исследованиях ледникового периода в Сибири. — В кн.: Четвертичное оледенение Зап. Сибири и других обл. Сев. полушария. Новосибирск: Наука, 1981. — 2. Боуэн Д. Четвертичная геология. М.: Мир, 1981. — 3. Величко А. А. О возрасте морен днепровского и донского ледниковых покровов. — В кн.: Возраст и распростран. макс. оледенения Вост. Европы. М.: Наука, 1980. — 4. Вильямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М.: Сельхозгиз, 1940. — 5. Гросвальд М. Г. Последний Евразийский ледниковый покров. — В кн.: Матер. гляциолог. исслед. Хроника, обсуждения, 1977, № 30, с. 45—59. — 6. Данилов И. Д. Плейстоцен морских субарктических равнин. М.: Изд-во МГУ, 1978. — 7. Данилов И. Д. Проблема соотношения оледенений и морских трансгрессий в позднем кайнозое. — Вод. ресурсы, 1982, № 3, с. 119—135. 8. Котляков В. М., Гордиенко Ф. Г., Барков Н. И., Короткевич Е. С. Изотопные исследования керн со станции Восток и их палеогляциологическая интерпретация. — Антарктика, 1980, вып. 19, с. 45—53. — 9. Лосев К. С., Подгорная Л. И., Ушаков С. А. Палеогляциология Антарктиды (с позиций тектоники литосферных плит). — Антарктика, 1980, вып. 19, с. 16—22. — 10. Малеев В. М., Арсланов Х. А., Гар-

рут В. Е. Возраст мамонтов Северной Земли и некоторые вопросы палеогеографии позднейшего плейстоцена. — Докл. АН СССР, 1979, вып. 245, с. 421—424. — 11. Марков К. К., Лазуков Г. И., Николаев В. А. Четвертичный период. Т. 1. М.: Изд-во МГУ, 1965. — 12. Сакс В. Н. Четвертичный период в Советской Арктике. М.; Л.: Водтрансиздат, 1953. — 13. Серебрянный Л. Р. Древнее оледенение и жизнь. М.: Наука, 19 с. — 14. Цесельски П. Ф., Ледбеттер М. Т., Осборн Н. И., Сэвидж М. Л., Уивер Ф. М. Основные палеоокеанографические изменения позднемiocенового — четвертичного Южного океана в связи с оледенениями Северного и Южного полушарий. — XI конгр. ИНКВА. Тез. докл., т. II. 1982, с. 317—318. — 15. Шило Н. А. Перигляциальный литогенез в общей схеме процесса континентального породообразования. — Тр. Сев-Вост. КНИИ, Магадан, 1971, вып. 38, с. 3—56. — 16. Шило Н. А. Основы учения о россыпях. М.: Наука, 1981. — 17. Hughes T., Denton G. H., Grosswald M. G. — Nature, 1977, vol. 266, N 5603, p. 596—602. — 18. Robin G. de Q. — Phil. Trans. Roy. Soc., 1977, vol. 230, N 972, p. 143—163. — 19. Sugden David E. Glacial geomorphology. Prog. Phys. Geogr., 1978, vol. 2, N 2, p. 309—320.

*Статья поступила 21 апреля 1983 г.*

## SUMMARY

The article deals with the problems of ancient glaciation of the Earth: ground, underground and sea glaciation. During considerable spells of cold climate in the middle and high latitudes underground and sea glaciations are shown to develop, the scale of large quantities and sizes of "great gletchers" of North Hemisphere are to be reviewed and corrected. The cause of the Earth climate fluctuation during the newest geological time is transgressions and regressions of the planetary character, and, first of all, of the Polar Basin.