

В. Г. БЕСПАЛЫЙ

Климатические ритмы и их отражение в рельефе и осадках



Издательство «Наука»

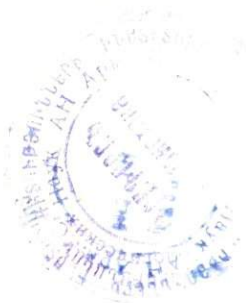
АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ КОМПЛЕКСНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ

В. Г. БЕСПАЛЫЙ

КЛИМАТИЧЕСКИЕ
РИТМЫ
И ИХ ОТРАЖЕНИЕ
В РЕЛЬЕФЕ
И ОСАДКАХ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1978



2579

Беспалый В.Г. Климатические ритмы и их отражение в рельефе и осадках. М., "Наука", 1978.

Рассматриваются особенности строения аллювиальных свит рек Евразии в зависимости от характера палеоклиматов. С учетом этих данных анализируется геохронологическая шкала позднего кайнозоя. Показано, что изменение продолжительности климатических ритмов подчинялось тем же зависимостям, что и распределение высот морских и речных террас.

С новых позиций рассматриваются роль тектоники и климата в образовании речных и морских террас, взаимоотношения геологической работы рек с особенностями колебаний уровня Мирового океана. Приводятся рекомендации по применению установленных закономерностей для стратиграфии, геологической корреляции, палеогеографии, изучения новейших тектонических движений. Намечены пути дальнейшего изучения явлений, взаимосвязанных с природными ритмами.

Ответственный редактор

доктор геолого-минералогических наук Н.И. КРИГЕР

Виталий Григорьевич Беспалый

КЛИМАТИЧЕСКИЕ РИТМЫ И ИХ ОТРАЖЕНИЕ В РЕЛЬЕФЕ И ОСАДКАХ

Утверждено к печати Северо-Восточным комплексным научно-исследовательским институтом ДВНЦ АН СССР

Редактор издательства Л.Г. Васютинская. Художественный редактор И.К. Капралова
Технические редакторы Н.Н. Копнина, Л.В. Русская

ИБ № 7240

Подписано к печати 03.07.78. Т-09576. Усл.печл. 8,8. Уч.-издл. 9,5
Формат 60 х 90 1/16. Бум. офс. № 1. Тираж 1000 экз. Тип.зак. 206. Цена 1 р. 40 к.
Книга издава офсетным способом

Издательство "Наука", 117485, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 94а
Ордена Трудового Красного Знамени 1-я типография издательства "Наука",
199034, Ленинград, В-34, 9-я линия, 12

ВВЕДЕНИЕ

Исследованиями последних лет установлено, что изменения климатов позднего кайнозоя находили отражение в образовании некоторых форм рельефа, особенностях литогенеза, колебаниях уровня Мирового океана, эволюции растительности и животного мира. Как справедливо подчеркнул В.М. Силицин (1965), одновременно с изменениями климата параллельно, однонаправленно и соизмеримо с ним изменялись и все элементы ландшафтов геологического прошлого. Иными словами, как ландшафты в целом, так и их отдельные элементы являются климатически эквивалентными.

В связи с установлением глобального характера климатических колебаний принцип климатической эквивалентности палеоландшафтов открывает широкие возможности для изучения эволюции природной среды геологического прошлого и глобальной корреляции геологических событий и явлений позднего кайнозоя.

В настоящей работе на примере образования террас рассмотрена роль колебаний климата в формировании рельефа речных долин и морских побережий. Интерес к этим, казалось бы, всесторонне изученным формам рельефа вызывается тем, что уже сам факт их существования и глобального распространения послужил поводом для возникновения целого ряда важнейших гипотез и научных представлений. Это, например, представления о колебательном характере новейших тектонических движений, четвертичных фазах тектогенеза, общей геократической регрессии Мирового океана и ряд других. Кроме того, отложения морских и речных террас и связанные с ними ископаемые остатки животных и растений для многих регионов планеты часто являются важным источником научной информации об эволюции органического мира в связи с изменениями климата позднего кайнозоя.

Между тем единства взглядов на происхождение морских и речных террас до сих пор нет. Некоторые исследователи связывают возникновение этих форм рельефа исключительно с колебаниями климата, другие — с колебательным или ритмичным характером тектонических дви-

жений, третьи — с изменением положения базиса эрозии. Нужно заметить, что теперь, пожалуй, никто из исследователей полностью не исключает влияния климата на геологическую работу рек. Однако это влияние представляется настолько сложным, что все попытки решить эту проблему на современном уровне знаний и существующими методами объявляются преждевременными. В какой-то мере такой скептицизм может быть оправдан.

Действительно, анализ накопленных к настоящему времени фактов о строении морских и речных террас, их взаимоотношениях друг с другом и иными формами рельефа показывает, что образование террас — чрезвычайно сложное явление. На формирование террас и генетически связанных с ними отложений огромное влияние оказывала специфика того или иного региона. Однако, если учесть глобальный характер террасогенеза, то возможен вывод, что помимо региональных причин образованием террас "управляли" и какие-то иные (общие для всей планеты) закономерности. Установить эти закономерности, естественно, можно лишь в том случае, если подходить к изучению террас как явлению планетарного ранга, отбросив многие, казалось бы, очень важные при региональном исследовании особенности. Другими словами, задача состоит в том, чтобы отделить частное от общего. Выявив общие закономерности, уже не представляет большого труда установить специфические черты террасогенеза того или иного региона. Естественно, возникает проблема, что считать в образовании террас общим, что специфическим, региональным? Решить ее можно лишь посредством совместного изучения речных и морских террас. Именно благодаря тому, что эти формы рельефа созданы совершенно различными генетическими процессами, закономерности, одинаковые для них, и были самыми общими, управлявшими образованием террас на планете.

В правильности такого подхода автора убеждают работы Н.И. Кригера, который показал, что распределение высот речных и морских террас в нисходящем или восходящем порядке по склону подчиняется одной и той же математической закономерности. Такие математически закономерные ряды террас Н.И. Кригер предложил называть "террасовым рядом". Анализ работ Н.И. Кригера показывает, что математически закономерные террасовые ряды встречаются в любых без исключения климатических поясах Земли, в самых различных структурно-тектонических условиях.

Широкое распространение математически закономерных террасовых рядов позволяет рассматривать образование террас не как случайное явление, возможное лишь при

благоприятном сочетании ряда природных факторов, а как явление глобальное и закономерное. Познав эти закономерности, можно решить ряд важных и актуальных в научном и практическом отношении проблем. Так, например, используя закономерности процесса образования террас, можно по-новому подойти к проблеме глобальной геологической корреляции, выявить характер колебаний уровня Мирового океана, изучить динамику плейстоценовых тектонических движений. Для этой цели было необходимо установить причину возникновения математических закономерных террасовых рядов, то есть выяснить их генетическую сущность. Именно это и побудило автора обратиться к изучению основных закономерностей формирования террас. Естественно, решить проблему на материалах какого-нибудь одного или нескольких конкретных регионов невозможно. Выполнение такого исследования потребовало проанализировать огромный фактический материал по строению и фациальным особенностям разреза аллювия террас, его относительному и абсолютному возрасту, проследить характер изменения климата эпох седиментации аллювия, учесть многие другие данные.

Математические методы изучения террас сведены в работе до минимума. Автором анализировались высоты лишь "неупорядоченных"; по Н.И. Кригеру (1948), террасовых рядов. При этом предпочтение отдано главным образом графическим построениям, которые, несмотря на приближенность, оказались достаточными для решения поставленных задач.

В настоящей работе мы ограничились рассмотрением территории Евразии, исключив районы, где в плейстоцене происходили интенсивные гляциоизостатические движения, связанные с возникновением мощных ледниковых покровов. Эти движения могли вносить и, безусловно, вносили осложнения в процесс формирования террас, в чем нас убеждают многочисленные материалы по геоморфологии северо-западных районов Европейской части СССР, а также предварительный анализ террасовых рядов арктических островов Скандинавского полуострова.

Чтобы оградить себя от возможных заблуждений и ошибок, мы не рассматриваем речные и океанические ряды террас, расположенные к северу от границ максимального распространения среднеплейстоценовых материковых ледников. По этой же причине не касаемся Антарктиды, на побережье которой описано много морских террас, хотя и имеется предположение, что ее ледяной щит не претерпел в плейстоцене существенных изменений.

Мы исключили из анализа и пойменные террасы, несмотря на то что данные, получаемые при их изучении, являются важным источником познания геологической ра-

боты рек, как в настоящем, так и в геологическом прошлом. Пойменные террасы еще формируются. Конечный результат современной геологической работы рек предвидеть далеко не просто. Перенесение же закономерностей формирования пойм, отражающих картину геологической современности, на террасы, прошедшие полный цикл в своем развитии, по глубокому убеждению автора, чревато ошибками и заблуждениями.

Автор приносит свою благодарность С.С. Воскресенскому, Г.С. Ганешину, Ш.Ш. Гасанову, В.П. Гричуку, М.П. Гричук, И.П. Каргашову, С.В. Лютцау, К.В. Никифоровой, А.Я. Серегину, Ю.Ф. Чемякову за ценные советы, консультации и товарищескую критику в процессе выполнения настоящего исследования.

Пользуюсь случаем сердечно поблагодарить академика Н.А. Шило, постоянно ставившего перед автором в течение наших многолетних совместных исследований самые разнообразные научные проблемы и практические задачи, решение которых привело к замыслу и завершению настоящей работы.

ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРАСОВЫХ РЯДОВ

Как мы уже отмечали во введении, понятие "террасового ряда" впервые было введено Н.И. Кригером (1948). Террасовым рядом он называл "совокупности высот речных и морских или озерных террас, рассматриваемых в порядке их расположения по склону" (Кригер, 1963, с.20). При этом образование террас рассматривалось как колебательный процесс изменения высоты дна долины или береговой линии моря (озера) относительно некоторой неподвижной системы координат. Понимая совокупность высот террас как математически закономерный ряд, где высота каждой террасы является функцией ее порядкового номера, Н.И. Кригер предложил следующее уравнение террасового ряда:

$$y = B e^{-qn} + P,$$

где y — высота террасы, n — номер террасы сверху, e — основание натуральных логарифмов, B, q, P — некоторые постоянные для данного террасового ряда.

Анализ уравнения террасового ряда позволил Н.И. Кригеру заключить, что высота каждой террасы есть необходимое следствие высоты более древних террас и в свою очередь она (высота террасы) определяет высоты последующих более молодых террас (Кригер, 1963). Решая уравнение террасового ряда, можно теоретически вычислить высоту любой террасы данного ряда.

Н.И. Кригер сравнивал вычисленные таким образом террасовые ряды с эмпирическими. При небольшом количестве террас обнаруживалось довольно близкое совпадение вычисленных и измеренных высот террас. Однако, если ряд насчитывал много террас, высоты древних террас иногда значительно отличались от вычисленных. Сравнивая вычисленные и эмпирические ряды, Н.И. Кригер пришел к выводу о существовании "упорядоченных" и "неупорядоченных" (неоднородных) рядов. Так, например, террасовый ряд Эльбы (табл. 1) является упорядоченным, то есть однородным по принятой им закономерности для плейстоценовых террас высотой 90–100 м. Высоты более древних плейстоценовых террас являются неупорядоченными и не подчиняются закономерности, характерной для низких террас.

Н.И. Кригер ограничился лишь констатацией факта существования упорядоченных и неупорядоченных террасовых рядов. Между

Таблица 1

Сравнения высот эмпирического и вычисленного террасового ряда р. Эльбы (по данным Н.И. Кригера, 1948)

| | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| Эмпирический ряд, м | 6,0 | 11,0 | 20,0 | 35,0 | 55,0 |
| Вычисленный ряд, м | 2,9 | 9,5 | 18,0 | 32,0 | 50,4 |
| Ошибка, м | -3,1 | -1,5 | -2,0 | -3,0 | -4,6 |

Таблица 1 (окончание)

| | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|
| Эмпирический ряд, м | 95,0 | 130,0 | 180,0 | 235,0 |
| Вычисленный ряд, м | 76,0 | 112,0 | 164,0 | 300,0 |
| Ошибка, м | -19,0 | -17,0 | -16,0 | +64,6 |

тем напрашивается предположение, что распределение высот древних террас может подчиняться иной закономерности.

По-другому подходил к исследованию террасовых рядов С.В. Лютцау (1956, 1963, 1969). Основное внимание в своих работах он уделял изучению морфологических элементов террас, в особенности колебаниям их высот. С.В. Лютцау установил, что колебания относительных высот террас, так же как и их превышений, являются закономерными в смысле возрастания разницы отметок бровок и тыловых швов, с переходом от молодых террас к древним. Такая закономерность была объяснена (Лютцау, 1956) различием в типе высоких и низких террас. Первые он считал цикловыми, вторые относил к террасам врезания (понимая, вероятно, этот термин по С.С. Шульцу).

Основные выводы, полученные С.В. Лютцау в результате изучения террасовых рядов, на наш взгляд, можно свести к следующему:

1. Условия, влияющие на формирование террас в течение последних отрезков геологической истории, по крайней мере, дважды резко изменялись. Первый раз на границе плиоцена и плейстоцена, второй — в конце среднего плейстоцена. Установить более точно эти границы не представилось возможным, так как в датировке террас в то время было еще много неясного.

2. Сравнительное изучение рядов позволяет выделить три разновозрастных морфологических типа — неогеновый (преимущественно эрозийные террасы), лихвинско-днепровские (цокольные) и последднепровский (главным образом аккумулятивные).

3. По характеру изменений превышений террас устанавливаются террасовые ряды печорского, днепровского и амурского типов.

4. Данные о террасовых рядах могут послужить дополнительным материалом для сопоставления террас различных рек, а также одной и той же реки, если имеется хотя бы минимальный материал об их возрасте, полученный иными методами.

В последующих работах С.В. Лютцау (1963, 1969) главное внимание уделено изучению пространственного положения типов террасовых рядов. Было выяснено, что на территории Европейской части СССР наблюдается зональность в типах террасовых рядов. Речные долины северных и южных районов Русской равнины характеризуются преимущественно террасовыми рядами печорского типа. На территории, расположенной между границами днепровского и валдайского оледенений, террасовые ряды в большинстве случаев относятся к днепровскому типу. Этот же тип террасовых рядов распространен и во внеледниковой области Русской равнины.

Относительно происхождения закономерных террасовых рядов С.В. Лютцау писал, что характер графиков "... со всей очевидностью говорит о связи процесса образования террас с оледенениями, с колебаниями уровня морских бассейнов... с орографическими особенностями территории и с проявлением новейших тектонических движений" (Лютцау, 1956, с. 165). Признавая сложный характер связи террасообразования с различными процессами, он подчеркивает: "Таким образом, в настоящее время имеется, видимо, больше оснований для того, чтобы связывать основные особенности террасовых рядов морских и речных террас с характером новейших тектонических движений..." (там же, с. 165).

Н.И. Кригер нашел интересной попытку С.В. Лютцау "примирить" идею о террасовых рядах с господствующими представлениями о неотектонике и четвертичной истории рельефа. При этом он отмечал, что установленное С.В. Лютцау убывание разностных рядов при переходе от древних террас к более молодым вполне естественно. При наличии экспоненциальной зависимости в строении террасовых рядов она будет устанавливаться и в рядах превышений. Однако переломы на графиках разностных рядов выразятся более резко, поскольку при алгебраическом суммировании накапливаются и ошибки измерений. Поэтому при изучении террасовых рядов графическими методами следует отдавать предпочтение первоначальной их форме, то есть собственно террасовым рядам, в которых свойственные им закономерности выражены более ясно. Основные различия в методах изучения террасовых рядов, предложенных данными авторами, кроются в том, что Н.И. Кригер считает небольшие расхождения графика террасового ряда с математической закономерностью случайными, а С.В. Лютцау придает им принципиальное значение.

Следует упомянуть работу И.Г. Минделя (1967), в которой предпринята попытка упростить уравнение террасового ряда. Для этой цели он построил график террасового ряда, на котором по оси ординат откладывались логарифмы отношений высот террас к высоте

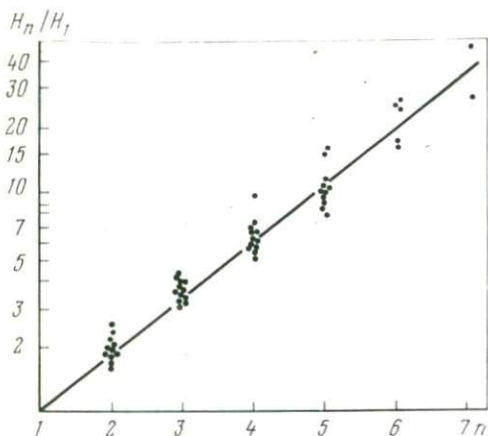


Рис. 1. График отношений высот террас к высоте первой террасы. По И.Г. Минделю, 1967

первой террасы каждого конкретного ряда, по оси абсцисс – номера террас. Полученные значения логарифмов отношений высот террас для большого количества террасовых рядов соединялись на графике прямой линией, уравнение которой и явилось уравнением террасового ряда (рис. 1). Такое упрощенное уравнение имеет вид:

$$H_n : H_1 = e^{0.6(n-1)},$$

где n – номер террасы, H – высота террасы, e – основание натуральных логарифмов.

Проверка показала, что решение этого уравнения позволяет вычислить теоретическую высоту террасы с точностью до 13–14%.

Пожалуй, первое практическое применение математически закономерного террасового ряда принадлежит Н.В. Чигареву (1970). Восстанавливая историю четвертичных тектонических движений хребта Кетмень для сейсмического районирования, он изучил превышения террас друг над другом, которые позволяли ему определить амплитуду поднятия за определенные отрезки времени. При этом учитывались закономерности врезания речной сети в различные эпохи плейстоцена.

В качестве методического приема использовалось построение графиков превышений террас, на которых откладывались величины превышений не в метрах, а в процентах. При этом за 100% принимался общий эрозионный врез на уровне III террасы. Оказалось, что если при сравнении двух долин выразить превышения террас в метрах, они сильно отличаются друг от друга, но выраженные в процентах они чрезвычайно близки. Самые большие отклонения для рек северного склона хребта Кетмень составили всего 6%. Следует отметить, что способ изучения отношений высот террас к высоте первой террасы, предложенный И.Г. Минделем, и способ изучения превышений террас, выраженных в процентах, примененный Н.В. Чигаревым, близки друг к другу, так как при этом анализируются пропорциональные части одного и того же ряда величин.

Упомянутыми выше работами Н.И. Кригера, С.В. Лютца, И.Г. Минделя и Н.В. Чигарева по сути дела исчерпываются исследования математически закономерных террасовых рядов. Все это свидетельствует о том, что террасовым рядам пока уделено крайне мало внимания. Эти малочисленные исследования шли в двух направлениях — по пути поиска математических закономерностей в распределении высот террас (Кригер, 1948, 1951, 1962, 1963; Миндель, 1967) и непосредственного их приложения для выявления связей террас с положением речных долин в определенных структурах, орографических и климатических условиях, а также для решения практических задач (Лютца, 1956, 1963, 1969; Чигарев, 1970).

Автору известна всего одна работа, содержащая критику в адрес террасовых рядов. Эта работа Е.В. Шанцера (1949) вышла вслед за первой публикацией Н.И. Кригера. Е.В. Шанцер считал, что основная ошибка в работе Н.И. Кригера кроется в игнорировании фактора времени. Он подчеркивал, что низкие террасы формировались в значительно более короткие промежутки времени, а высокие — сильно размыты и плохо сохранились в рельефе. Если по оси абсцисс отложить не порядковые номера террас, как это делал Н.И. Кригер, а их возраст, то форма кривой на графиках значительно изменится и кривая перестанет выражать подмеченную закономерность. Таким образом, распределение высот террас по склону отражает не динамику формирования террас, а статику их современной морфологии. Е.В. Шанцер писал: "... уменьшение высоты ступеней террасовой лестницы от более древних ее членов к более молодым на первый взгляд может оказаться свидетельством затухания интенсивности эрозии во времени. Однако такое истолкование совершенно неправильно. Оно совершенно не учитывает того простого факта, что древние террасы подвергались большой денудации. От ее разрушительного воздействия уцелели лишь остатки наиболее широких и хорошо разработанных площадок, тогда как более мелкие промежуточные уступы, несомненно, реально существовавшие ранее, исчезли бесследно" (Шанцер, 1949, с. 143).

Следовательно, террасовые ряды не являются полными, а современные порядковые номера террас в действительности не отвечают их истинному положению в серии формировавшихся в прошлом террасовых ступеней. По этой причине уравнение террасового ряда отражает лишь уничтожение террас денудацией. Убывание числа террас, сохранившихся от размыва, до известной степени пропорционально их возрасту. Сохранение от разрушения высоких террас носит случайный характер, и террасовый ряд становится менее упорядоченным. Это является одной из причин того, что относительные высоты неогеновых террас Эльбы не укладываются в рамки выявленной закономерности, то есть ряд становится "неупорядоченным".

Другой причиной отклонений в распределении высот террас, по мнению Е.В. Шанцера, является степень денудации склонов долины, зависящая не только от времени, но и от особенностей морфо-

логии и геологического строения. У разных долин они не могут быть одинаковыми, и применение обработки цифровых данных пригодно лишь для целей сравнения террасовых рядов с точки зрения их полноты.

Критика Е. В. Шанцера кажется чрезвычайно логичной. Действительно, что можно возразить по поводу потери геологической информации с течением времени?

Н.И. Кригер (1963), отвечая на критические замечания Е.В. Шанцера, отмечает, что поверхности террас могут достаточно хорошо сохраняться. Доказательство тому он видит в данных картирования террас в пределах Восточно-Европейской равнины, позволивших проследить каждый террасовый уровень на огромных расстояниях, в то время как локальные террасы пользуются значительным распространением. Поэтому данные стратиграфической выдержанности террас с неизбежностью приводят к идее математического террасового ряда как следствия самого процесса образования террас.

Рассмотреть эти противоположные точки зрения нам представляется целесообразным после проведения регионального анализа террасовых рядов.

РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРАСОВЫХ РЯДОВ

При проведении регионального анализа нас будут интересовать только "неупорядоченные", по Н.И. Кригеру, ряды, насчитывающие большое количество террас, где можно надеяться встретить самые высокие ступени, высоты которых связаны между собой характерной только для них математической зависимостью. К сожалению, такие террасовые ряды сохранились далеко не во всех районах.

Упомянутые во введении ограничения, которых придерживался автор при отборе материалов для настоящего исследования, привели к тому, что рассмотренные ниже террасовые ряды неравномерно расположены в разновозрастных геологических структурах и климатических поясах Земли. Определенную роль в таком "выборе" террасовых рядов, безусловно, играет и слабая геоморфологическая изученность некоторых регионов. Несмотря на это, были собраны и обобщены данные более чем по 70 речным долинам и районам морских побережий.

Изложенный в настоящем разделе материал о высотах террас систематизирован по геоструктурному признаку. Отдельно приведены данные о террасовых рядах древних и молодых платформ, разновозрастных складчатых областей и современных геосинклиналей.

По возможности приводились также и материалы из разных современных климатических поясов. При этом, с одной стороны, преследовалась цель уловить различия в строении террасовых рядов в зависимости от характера новейших тектонических движений. Последние, по мнению большинства исследователей, являются основной причиной формирования террас. С другой стороны, предпринята попытка выявить особенности формирования террасовых рядов в зависимости от климата как современного, так и климата геологического прошлого, ведь масштабы его изменения в плейстоцене в различных районах планеты не были одинаковыми. Такой подход позволял надеяться, что будут выявлены и некоторые черты, присущие всем без исключения террасовым рядам. Они-то, вероятно, и должны нести основную информацию об общем математически закономерном процессе образования террас, то есть явиться главным объектом нашего исследования.

В настоящей работе не рассматривались террасовые ряды замкнутых морских бассейнов и озер, уровни которых в течение новей-

шей геологической истории испытывали значительные колебания. Нам представляется, что изучение террас замкнутых водоемов, в особенности расположенных в плювиальной зоне, необходимо проводить, уже зная основные закономерности формирования террасовых рядов речных долин и океанских побережий. Поэтому такое направление в исследованиях мы рассматриваем как следующий этап.

Метод изучения террасовых рядов

В предыдущем разделе мы кратко останавливались на методах изучения террасовых рядов, применявшихся Н.И. Кригером, И.Г. Минделем, С.В. Лютцау и Н.В. Чигаревым, и отметили, что закономерность в высотах террас может быть выражена различными способами. Нам предстоит исследовать, случайны ли высоты у групп древних террас, либо они закономерны, но связаны между собой иной, характерной только для них, математической зависимостью. Пока мы не ставим целью дать математическое выражение закономерности распределения высот террас, при анализе последних математические расчеты могут быть в значительной мере упрощены и сведены до минимума. Поскольку закономерность в совокупности высот террас удовлетворительно аппроксимируется экспонентой (Кригер, 1963), можно применить для решения поставленной нами задачи графические построения. Если на графиках террасовых рядов высоты террас откладывать в логарифмическом масштабе, то экспоненциальная зависимость на них выразится прямой линией.

Рассмотрим в качестве примера террасовый ряд Эльбы, изучая который Н.И. Кригер (1848) пришел к выводу о существовании "неупорядоченных" террасовых рядов (см. табл. 1), а Е.В. Шванцер (1949) объяснил этот факт размывами высоких террас.

Построим график этого ряда. По оси абсцисс отложим номера террас, по оси ординат в логарифмическом масштабе отложим их средние высоты. Соединим полученные точки прямыми линиями (рис. 2).

Рассматривая график, видим, что террасовый ряд состоит из двух групп террас, высоты которых связаны разными математическими зависимостями. Соотношения высот террас Эльбы можно описать двумя различными экспонентами, стыкующимися на террасе высотой 95 м. Эту террасу мы называем "пограничной". Террасы, расположенные ниже нее, обозначим группой *A*, а выше — группой *B*. Таким образом, "пограничная" терраса будет одновременно входить в обе эти группы.

Обращает на себя внимание тот факт, что линия графика распределения высот террас в группе *A* более крутая, чем аналогичная линия в группе *B*. Следовательно, если рассматривать террасовый ряд снизу вверх, то можно заключить, что высоты террас в первой группе нарастают более интенсивно, чем во второй. Та-

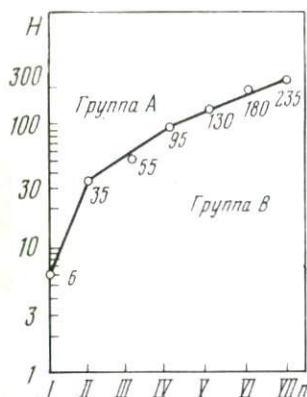


Рис. 2. График террасового ряда р. Эльбы. Данные о высотах террас. По Н.И. Кригеру, 1948

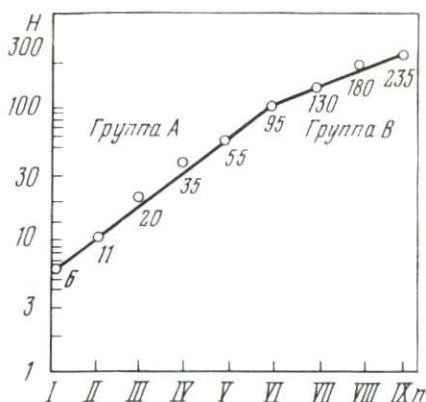


Рис. 3. Характер изменений графика террасового ряда р. Эльбы без учета террас высотой 11 и 20 м (сравни с рис. 2)

ким образом, приближенно зависимость высот террас можно также выразить геометрической прогрессией с различными показателями для групп A и B. Если вычислить отношения высот смежных террас р. Эльбы (см. рис. 2), то получим следующий ряд величин: для группы A — 1,84; 1,81; 1,76; 1,54; 1,71; для группы B — 1,37; 1,38; 1,30. Среднеарифметическое показателя прогрессии для террас группы A составляет 1,75, для группы B — 1,35. Отклонения от среднего незначительны и не превышают нескольких процентов. Таким образом, прав Н.И. Кригер, рассматривавший отклонения от закономерности как случайные величины, которые связаны либо с ошибками измерений высот террас, либо с процессами их последующего размыва.

Вышеизложенными методами будут анализироваться наиболее полные террасовые ряды различных геотектонических структур и климатических поясов Земли. Однако прежде сделаем еще одно замечание к графикам террасовых рядов.

Если, например, на графике террасового ряда Эльбы опустить террасы высотой 11 и 20 м, то линия графика (рис. 3) между первой и второй террасами испытает резкий перелом. Нетрудно представить изменение линии графика, если будет пропущена (или введена) любая другая терраса. Будем иметь в виду такие особенности поведения графиков террасовых рядов.

Террасовые ряды древних платформ

Были проанализированы террасовые ряды 14 рек и участков побережья Мирового океана. На Сибирской платформе анализировались террасовые ряды Ангары (Лаухин, 1966;

Таблица 2

Террасовые ряды древнейших платформ

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | | | Номера террас | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|------|-----|------|-------|------|---------------|------|-------|------|--------|------|---------|------|
| | I | | III | | IV | | V | | VI | | VII | | VIII | |
| | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б |
| Дунай | 8-12 | 1,90 | - | - | 18-20 | 1,45 | 25-30 | 1,36 | 35-40 | 1,53 | 55-60 | 1,13 | 60-70 | 1,31 |
| Эльба | 6 | 1,83 | 11 | 1,82 | 20 | 1,75 | 35 | 1,57 | 55 | 1,73 | 95 | 1,37 | 130 | 1,38 |
| Алдан | 6-9 | 2,67 | - | - | 20 | 1,50 | 30 | 1,67 | 50 | 1,60 | 80 | 1,38 | 100-120 | - |
| Прут | 10-12 | 2,05 | - | - | 20-25 | 1,67 | 35-40 | 1,53 | 55-60 | 1,65 | 90-100 | 1,24 | 110-125 | 1,32 |
| Кама | 10-12 | 2,09 | - | - | - | - | 20-26 | 1,67 | 35-42 | 1,47 | 55-58 | 1,24 | 65-75 | 1,32 |
| Нил, среднее и нижнее течение | 3 | 3,00 | - | - | 9 | 1,67 | 15 | 2,00 | 30 | 1,60 | 48 | 1,35 | 65 | 1,38 |
| Уэд Саура | 2-5 | 2,14 | - | - | 5-10 | 1,67 | 10-15 | 2,00 | 20-30 | 1,60 | 40 | 1,25 | 50 | - |
| Сранжевая | 1 | 2,50 | 2-3 | 2,20 | - | - | 8-10 | 2,22 | 20 | 1,75 | 35 | 1,14 | 40 | - |
| Притоки Конго | 2-5 | 2,57 | - | - | 8-10 | 2,06 | 16-21 | 1,75 | 30-35 | 1,92 | 60-65 | 1,15 | 70-74 | 1,32 |
| Марха | 14-18 | 1,25 | - | - | - | - | 20 | 1,80 | 32-40 | 1,46 | 45-60 | 1,38 | 65-68 | 1,31 |
| Вижай и Койва | 10-12 | 2,05 | - | - | - | - | - | - | 20-25 | 1,44 | 30-35 | 1,26 | 40-42 | 1,28 |
| Нил, р-н Ком-эль-Ахмар | 2-5 | 5,0 | - | - | - | - | 15-20 | 2,00 | 30-40 | 1,43 | 45-50 | 1,60 | 80 | 1,31 |
| Ангара | 10-12 | 1,45 | - | - | - | - | 14-18 | 1,56 | 23-27 | 1,40 | 35 | 1,21 | 40-45 | 1,47 |
| Побережье Южной Африки | 6 | 3,15 | - | - | - | - | 8-9 | 1,58 | 30 | 2,13 | 58-70 | 1,35 | 83-90 | 1,35 |
| Побережье Марокко | 2 | 4,00 | - | - | 8 | 1,88 | 15 | 2,00 | 30 | 2,00 | 60 | 1,67 | 100 | - |
| Побережье Западной Анголы | 12-13 | 1,88 | - | - | - | - | 19-28 | 2,04 | 46-59 | 1,96 | 93-95 | 1,27 | 119 | - |
| Суринам | 2 | 2,00 | - | - | - | - | 4 | 1,50 | 6 | 2,25 | 12-15 | 1,67 | 20-25 | 1,56 |
| Побережье Индии | 2-5 | 2,57 | - | - | 8-10 | 1,94 | 15-20 | 1,86 | 30-35 | 1,77 | 55-60 | 1,57 | 80-100 | 1,83 |

Примечание. При составлении таблиц "пограничной" террасе всегда присваивался XII номер. Относительно нее влево и вправо в таблицу заносились высоты террас группы А и В. Вследствие этого в левой части таблицы в сокращенных террасовых рядах образовались пропуски тем большие, чем значительнее сокращен террасовый ряд, или, как мы говорим, чем выше степень его сокращения. Таким образом, нумерация террас, приведенная в таб-

лице, почти всегда отличается от нумерации террас в анализированных работах, за исключением тех случаев, когда ниже "пограничной" насчитывалось еще шесть надпойменных террас. Террасы I-VII - группа А; VII-XIII - группа В; от XIII и выше - группа С.

а - высота террас в м, б - отношение средних высот смежных террас.

Равский, 1972), Алдана и Мархи (Алексеев и др., 1962). На Русской плите изучались ряды рек Днестра и Прута (Чепальга, 1967), Камы, Вижая, Койвы (Введенская, Голубева, 1966; Введенская и др., 1967).

На Африканской платформе проанализированы высоты террас Нила в различных участках его долины (Алиман, 1960; Fischer,

1971), р. Сранжевой (Leser, 1972), притоков р. Конго - Луалабы, Лавой и др. (Каэн, 1958). Интерес представлял анализ террасового ряда уэда Саура в районе Бени-Аббеса (Алиман, 1960), в долине которого в настоящее время отсутствует водоток. На Южно-Американской платформе проанализирован террасовый ряд р. Суринам (Bakker, 1968).

Таблица 2 (окончание)

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | | | Номера террас | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|------|---------|------|---------|------|---------------|------|---------|------|---------|------|-----|
| | IX | | X | | XI | | XII | | XIII | | XIV | | XV |
| | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б | б |
| Дунай | 80-90 | 1,12 | 90-100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Эльба | 180 | 1,31 | 235 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Алдан | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Прут | 150-160 | 1,15 | 175-180 | 1,27 | 220-230 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Кама | 90-95 | 1,11 | 100-105 | 1,16 | 115-120 | 1,24 | 145-148 | 1,14 | 165-170 | - | - | - | - |
| Нил, среднее и нижнее течение | 90 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Уэд Саура | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Оранжевая | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Притоки Конго | 90-100 | 1,16 | 110 | 1,15 | 126 | 1,05 | 130-135 | 1,18 | 157 | 1,10 | 172 | 1,34 | 230 |
| Марха | 90-100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Вижай и Койва | 50-55 | 1,43 | 70-80 | 1,13 | 95-105 | 1,18 | 115-120 | 1,21 | 140-145 | 1,07 | 150-155 | - | - |
| Нил, р-н Ком-эль-Ахмар | 100-110 | 1,62 | 170 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ангара | 60-65 | 1,20 | 70-80 | 1,40 | 100-110 | 1,21 | 120-135 | 1,25 | 145-170 | - | - | - | - |
| Побережье Южной Африки | 116 | 1,29 | 150 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Марокко | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Западной Анголы | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Суринам | 35 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Индии | 150-180 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

В четырех районах анализировались океанические террасовые ряды. Это побережье Марокко (Алиман, 1960), Западной Анголы (Tejo, 1960), Южной Африки (Devies, 1971, 1972) и Индии (Chatterjee, 1961).

Изучая закономерности распределения высот террас, мы обратили внимание на то, что в различных речных долинах количество террас в группе А неодинаково. Вследствие этого "пограничная" терраса описана под разными номерами. Графики таких рядов всегда имеют дополнительную точку перелома на II надпойменной террасе. Как было показано ранее, подобное поведение графика связано с выпадением из ряда одной или нескольких низких надпойменных террас (см. рис. 3). Террасовый ряд, в нижней части группы А которого отсутствует одна или несколько террас, условимся в дальнейшем называть "сокращенным".

Явление сокращения террасовых рядов легко обнаружить и по величинам отношений высот смежных (соседних) террас. Отношение высоты II надпойменной террасы к высоте I в сокращенных террасовых рядах всегда значительно больше, чем отношение высоты III террасы ко II, и т.д. Было также установлено, что все признаки сокращенных рядов исчезают, когда в группе А насчитывается семь надпойменных террас. Такие ряды, в противоположность сокращенным, предлагается называть "полными".

В табл. 2 содержатся сведения о высотах террас и величинах отношений средних высот смежных террас. Последние и являются предметом анализа. Обращает на себя внимание, что величины отношений высот смежных террас испытывают значительные колебания. Однако в пределах каждого конкретного террасового ряда выявляется четкая зависимость. Ниже "пограничной" террасы, в груп-

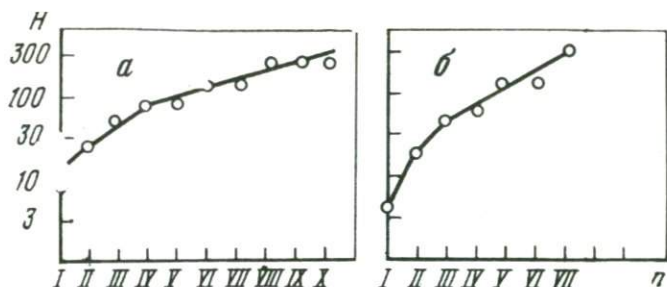


Рис. 4. Примеры графиков террасовых рядов древнейших платформ
a – террасовый ряд Камы; *б* – террасовый ряд Нила (ссылки на материал о высотах террас см. в тексте)

пе *A*, величины отношений смежных террас значительно больше, чем выше нее, в группе *B*. Исключения имеются лишь в террасовом ряду Нила, в районе Ком-эль-Ахмара, лестницах террас побережья Индии и р. Койвы. Вероятно, здесь сказались ошибки в измерениях высот некоторых террас. Среднее арифметическое отношение высот смежных террас группы *A* по 47 значениям составляет 1,74, для группы *B* по 56 значениям – 1,3. При этом в сокращенных террасовых рядах величина отношения высоты второй надпойменной террасы к первой не учитывалась, так как она не является закономерной.

Из приведенного описания видно, что величины отношений высот смежных террас в группах *A* и *B* настолько отличаются, что присутствие двух математических зависимостей в соотношениях высот террас представляется бесспорным фактом. Закономерные ряды террас встречаются в пределах древнейших платформ, в зоне умеренного климата, в зоне тропиков и даже в долине высохшей реки пустыни Сахара. Некоторые примеры графиков террасовых рядов приведены на рис. 4.

Террасовые ряды областей байкальской, каледонской и герцинской складчатостей

В пределах выходов Сибирских байкалид и окаймляющих их зон каледонской складчатости проанализированы террасовые ряды рек Селенги, Баргузина и Верхней Ангары (Думитрашко, 1952), р. Уды (Золотарев, Молотков, 1960), среднего течения Енисея (Горшков, 1961), Енисея в пределах Минусинской впадины (Финаров, 1963). Были также изучены океанические террасовые ряды Австралии (Australian and New Zeland research..., 1956) и Новой Англии (Thornbury, 1965).

В пределах развития герцинских складчатых структур приняты во внимание террасовые ряды рек Бухтармы (Борисов, 1960), Нарына (Благообразов и др., 1959), Кашкадарьи (Нинашев, Ширинов,

Таблица 3

Террасовые ряды областей байкальской, каледонской и герцинской складчатости

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|------|------|------|-------|------|---------|------|---------|------|---------|------|
| | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | |
| | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б |
| Селенга | 1,5-3 | 2,44 | - | - | - | - | 3-8 | 2,36 | 10-16 | 1,73 | 20-25 | 2,22 |
| Уда | 6-7 | 1,77 | - | - | - | - | - | - | 11-12 | 1,65 | 18-20 | 1,71 |
| Реки Приоль- хонья и При- байкалья | 1,5-3 | 2,22 | 4-6 | 1,90 | 7-12 | 1,84 | 15-20 | 1,66 | 22-36 | 1,79 | 40-64 | 1,54 |
| Селенга, в пре- делах МНР | 4-5 | 1,56 | 6-8 | 1,57 | 10-12 | 1,64 | 16-20 | 2,08 | 35-40 | 1,87 | 60-80 | 1,64 |
| Енисей, сред- нее течение | 8-12 | 1,68 | - | - | 14-18 | 1,72 | 25-30 | 1,55 | 35-50 | 1,76 | 70-80 | 1,47 |
| Енисей, в пре- делах Минуси- нской впадины | 8-14 | 1,82 | - | - | 15-25 | 1,65 | 30-36 | 1,52 | 40-60 | 1,40 | 60-80 | 1,57 |
| Бухтарма | 3-6 | 2,22 | 8-12 | 1,35 | 12-15 | 1,67 | 20-25 | 2,22 | 40-60 | 1,70 | 70-100 | 1,59 |
| Кашкаларья | 2 | 5,50 | - | - | - | - | - | - | 10-12 | 1,73 | 18-20 | 1,91 |
| Реки Хантей- ской горной страны | 3 | 2,67 | - | - | - | - | - | - | 8 | 1,75 | 14 | 1,79 |
| Амблев | 3 | 2,67 | - | - | - | - | 7-9 | 2,00 | 16 | 1,63 | 26 | 1,54 |
| Харама | 4 | 3,75 | - | - | - | - | - | - | 15 | 2,00 | 30 | 2,17 |
| Сегура | 8-9 | 2,35 | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 | 1,75 |
| Побережье Но- вой Англии | 80-120 | 1,20 | - | - | - | - | 200-240 | 1,68 | 340-400 | 1,41 | 500-540 | 1,41 |
| Побережье Юж- но-Китайского моря, в районе Гонконга | 5-6 | 2,73 | - | - | - | - | 15 | 1,47 | 22 | 2,82 | 40 | 1,78 |

а - высота террас в м, б - отношение высот смежных террас.

1965). Анализировались также террасовые ряды рек Хантейской горной страны по данным Л.А. Рагозина (1973) и нескольких рек герцинид Западной Европы: Амблев и пределах Большой Ейфельской возвышенности (Monjoil, 1968), Харамы и Сегуры герцинид Испании (Gonsales, 1971; Wiche, 1959). Данные об упомянутых террасовых рядах сведены в табл. 3.

Интересно отметить, что в трех районах (реки Приольхонья, верхнее течение Селенги и Бухтармы) в группе *A* (I–VII) насчитывается семь надпойменных террас. Таким образом, террасовые ряды этих рек являются полными. При расчетах среднеарифметического для отношений смежных террас данные по этим рядам уже учитывались полностью.

Анализ табл. 4 показывает, что долины рек, расположенные в пределах структур байкальской, каледонской и герцинской складчатостей, также характеризуются математически закономерными террасовыми рядами. Они выявлены и на морских побережьях, где выходят древние складчатые сооружения.

Среднеарифметическое отношение высот смежных террас в группе *A* по 47 значениям составляет 1,78, в группе *B* по 41 значению оно равно 1,32.

Террасовые ряды молодых платформ

Террасовые ряды молодых платформ обычно насчитывают небольшое количество террас. Эта группа рядов довольно малочисленна. В табл. 4 приведены данные о террасах рек Чульма (Сергеев, 1964), Томи и Кии (Лаврентьев, 1967), Сырдарьи (Горянин, 1964). Для сравнения рассматриваются террасовый ряд р. Бахан, расположенный в пределах Австралийской платформы (Sweeting, 1960), а также океанические ряды террас Центрально-Атлантической прибрежной равнины Северной Америки и северного побережья Мексиканского залива (Thornbury, 1965), побережья Джорджии (Hails, Hoyt, 1969).

В целом в проанализированных рядах отчетливо проявляются две математические зависимости в высотах террас групп *A* и *B*. Исключение составляет террасовый ряд Чульма, где отношение высоты V террасы к IV всего 1,31. Такая величина отношения обычно характерна для террас группы *B*.

Среднее арифметическое отношение высот смежных террас, рассчитанное по 22 значениям для группы *A*, составляло 1,82. В группе террас *B* по 143 значениям оно равно 1,33.

Таблица 4

Террасовые ряды молодых платформ

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | | |
|---|---------------|------|----|---|-----|------|
| | I | | II | | III | |
| | а | б | а | б | а | б |
| Чулым | 4 | 1,50 | - | - | 5-7 | 1,60 |
| Томь | 5 | 2,40 | - | - | - | - |
| Кия | - | - | - | - | - | - |
| Сырдарья | 2-3 | 2,00 | - | - | - | - |
| Бахан | 1,5-2,4 | 2,82 | - | - | - | - |
| Центрально-Атлантическая | 1-8 | 2,67 | - | - | - | - |
| прибрежная равнина Северной Америки | | | | | | |
| Побережье Джорджии | 1,4 | 2,86 | - | - | - | - |
| Северное побережье Мексиканского залива | 8 | 3,13 | - | - | - | - |

а - высота террас в м, б - отношение средних высот смежных террас.

Таблица 4 (продолжение)

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | | |
|---|---------------|------|--------|------|-------|------|
| | IV | | V | | VI | |
| | а | б | а | б | а | б |
| Чулым | 8-12 | 1,60 | 15-17 | 1,31 | 20-22 | 1,50 |
| Томь | - | - | - | - | 10-14 | 2,17 |
| Кия | - | - | 7,5-11 | 2,05 | 19 | - |
| Сырдарья | 6-4 | 2,50 | 11-14 | 1,60 | 20 | 2,00 |
| Бахан | 5-6 | 2,46 | 12-15 | 1,78 | 21-27 | 2,14 |
| Центрально-Атлантическая | 12 | 1,67 | 20 | 1,55 | 30-32 | 1,65 |
| прибрежная равнина Северной Америки | | | | | | |
| Побережье Джорджии | 4 | 1,88 | 7,5 | 1,73 | 12-14 | 1,69 |
| Северное побережье Мексиканского залива | 25 | 1,68 | 42 | 2,38 | 100 | 1,70 |

Таблица 4 (продолжение)

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | | |
|---|---------------|------|-------|------|-------|------|
| | VII | | VIII | | IX | |
| | а | б | а | б | а | б |
| Чулым | 29-34 | 1,44 | 43-48 | 1,38 | 61-65 | 1,30 |
| Томь | 26 | 1,34 | 35 | 1,43 | 50 | 1,24 |
| Кия | - | - | - | - | 68 | 1,22 |
| Сырдарья | 38-42 | 1,60 | 60-68 | - | - | - |
| Бахан | 46-41 | - | - | - | - | - |
| Центрально-Атлантическая | 50-52 | 1,28 | 65-66 | 1,24 | 80-82 | - |
| прибрежная равнина Северной Америки | | | | | | |
| Побережье Джорджии | 21-23 | 1,36 | 29-31 | - | - | - |
| Северное побережье Мексиканского залива | 170 | 1,27 | 215 | 1,26 | 270 | - |

Таблица 4 (окончание)

| Река и участок побережья | Номера террас | | | |
|---|---------------|------|-----|---|
| | X | | XI | |
| | а | б | а | б |
| Чулым | 80-84 | - | - | - |
| Томь | 62 | - | - | - |
| Кия | 83 | 1,29 | 107 | - |
| Сырдарья | - | - | - | - |
| Бахан | - | - | - | - |
| Центрально-Атлантическая | - | - | - | - |
| прибрежная равнина Северной Америки | | | | |
| Побережье Джорджии | - | - | - | - |
| Северное побережье Мексиканского залива | - | - | - | - |

Террасовые ряды рек мезозойской складчатой области

Речные долины горных районов мезозойской Северо-Востока страны насчитывают обычно довольно много террас. Поэтому при анализе мы ограничились террасами трех участков долины Колымы и некоторых ее притоков (данные Ю.И. Гольдфабра, С.С. Воскресенского и др.), а также долины р. Нера, правого притока Индигирки (Русанов и др., 1967). Последняя интересна тем, что имеет полный террасовый ряд.

Таблица 5

Террасовые ряды мезозойской Северо-Востока СССР

| Река | Номера террас | | | | | |
|----------------------------|---------------|------|----|------|-----|------|
| | I | | II | | III | |
| | а | б | а | б | а | б |
| Колыма, Подорожный участок | 5 | 3,00 | - | - | - | - |
| Колыма, "Санга-Талонский" | 8 | 1,75 | - | - | - | - |
| Колыма, "Большие Меандры" | 10 | 1,80 | - | - | - | - |
| Нера | 2-5 | 1,53 | 5 | 2,00 | 10 | 1,50 |
| Берёлёх | 10 | 2,32 | - | - | - | - |
| Дебин | 5-6 | 1,82 | - | - | - | - |
| Тенька | 3-5 | 2,88 | - | - | - | - |
| Детрин | - | - | - | - | - | - |
| Нексикан | 5 | 2,00 | - | - | - | - |
| Мальдяк | 5 | 2,00 | - | - | - | - |

а - высота террас в м, б - отношение средних высот смежных террас.

Как видно из табл. 5, в долинах рек мезозойской складчатой области четко устанавливаются две зависимости в высотах террас.

Для террас группы А среднеарифметическое отношение смежных террас по 28 значениям составляет 1,88, для террас группы В по 59 значениям - 1,28. Интересно отметить, что для различных участков долины Колымы характерно изменение высоты и положения в террасовом ряду "пограничной" террасы. Это является свидетельством того, что по долине степень сокращения террасового ряда может меняться.

| | Номера террас | | | | | |
|--|---------------|------|-------|------|-------|------|
| | IV | | V | | VI | |
| | а | б | а | б | а | б |
| | - | - | 15 | 2,00 | 30 | 1,67 |
| | 14 | 2,00 | 28 | 1,64 | 46 | 1,74 |
| | - | - | 18 | 1,67 | 30 | 2,00 |
| | 15 | 2,33 | 35 | 1,57 | 55 | 2,18 |
| | - | - | 20-25 | 1,89 | 40-45 | 1,76 |
| | - | - | 10 | 2,50 | 25 | 2,00 |
| | - | - | 8-15 | 2,58 | 20-30 | 1,80 |
| | 10-15 | 1,80 | 20-25 | 1,67 | 35-40 | 1,86 |
| | 10 | 2,70 | 25-30 | 1,80 | 50 | 1,70 |
| | 10 | 2,75 | 25-30 | 1,67 | 45 | 1,55 |

Таблица 5 (продолжение)

| Река | Номера террас | | | |
|---------------------------------|---------------|------|---------|------|
| | VII | | VIII | |
| | а | б | а | б |
| Кольма, Подорож- ный участок | 50 | 1,35 | 65-70 | 1,44 |
| Кольма "Санга- Талонский" | 80 | 1,12 | 96 | 1,35 |
| Кольма, "Боль- шие Меандры" | 60 | 1,33 | 80 | 1,38 |
| Нера | 120 | 1,29 | 155 | 1,39 |
| Берёлех | 70-80 | 1,27 | 90-100 | 1,29 |
| Дебин | 50 | 1,40 | 70 | 1,42 |
| Тенька | 40-50 | 1,44 | 60-70 | 1,39 |
| Детрин | 60-80 | 1,57 | 110-120 | 1,36 |
| Нексикан | 85 | 1,18 | 100 | 1,30 |
| Мальдяк | 70 | 1,23 | 90 | 1,45 |

| Номера террас | | | | | |
|---------------|------|---------|------|---------|------|
| IX | | X | | XI | |
| а | б | а | б | а | б |
| 95-100 | 1,23 | 120 | 1,25 | 150 | 1,33 |
| 130 | 1,33 | 173 | 1,59 | 275 | - |
| 110 | 1,27 | 140 | 1,21 | 170 | 1,18 |
| 215 | 1,16 | 250 | - | - | - |
| 115-130 | 1,31 | 150-170 | 1,39 | 220-225 | - |
| 100 | 1,45 | 140-150 | 1,48 | 200-230 | - |
| 80-100 | 1,45 | 120-140 | 1,38 | 180 | 1,26 |
| 140-160 | 1,50 | 200-250 | 1,44 | 300-350 | 1,35 |
| 130 | 1,15 | 150 | 1,13 | 170 | 1,13 |
| 110 | 1,06 | 60 | 1,06 | 170 | 1,12 |

Таблица 5 (окончание)

| Река | Номера террас | | | |
|---------------------------------|---------------|------|---------|------|
| | XII | | XIII | |
| | а | б | а | б |
| Кольма, Подо- рожный участок | 200 | - | - | - |
| Кольма, "Санга- Талонский" | - | - | - | - |
| Кольма, "Большие Меандры" | 200 | 1,25 | 250 | - |
| Нера | - | - | - | - |
| Берёлех | - | - | - | - |
| Дебин | - | - | - | - |
| Тенька | 200-250 | 1,42 | 300-340 | 1,29 |
| Детрин | 400-450 | - | - | - |
| Нексикан | 190 | 1,18 | 225 | 1,04 |
| Мальдяк | 190 | 1,10 | 210 | 1,17 |

| Номера террас | | | | | | | |
|---------------|------|---------|------|-----|------|------|---|
| XIV | | XV | | XVI | | XVII | |
| а | б | а | б | а | б | а | б |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| 360-400 | 1,19 | 400-500 | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| 235 | 1,21 | 250-290 | 1,12 | 320 | 1,07 | 340 | - |
| 245 | 1,12 | 275 | 1,16 | 320 | 1,03 | 330 | - |

Террасовые ряды кайнозойских складчатых областей

Террасовые ряды кайнозойских складчатых областей являются наиболее многочисленными из проанализированных групп, поэтому мы ограничимся показом в табл. 6 данных о взаимоотношениях высот террас всего лишь 17 речных долин и 10 участков побережья Мирового океана.

Кайнозойские области восточной окраины Азиатского материка представлены в таблице террасовыми рядами рек Сахалина – Большой и Малой Хузи, Лангери (материалы автора), Камчатки – Выст-рая и Богдановича (материалы автора), Большого и Малого Кавказа – Риони, Ингури (Неманишвили, 1959, 1962), Тер-Тер (Ширинов, Годжиев, 1964), Крыма – Салгир (Лысенко, 1961), Карпат – Черемош (Куница, 1960) и Путна (Grumazescu, 1961). Анализировались также террасовые ряды рек Балканского полуострова – Видьмы (Мишев, 1964), Кумовицы (Пърличев, 1965), Тузлуу (Brindus и др., 1965), Троговишки-Тимошки (Динић, 1959) и Рым-никуль (Grumazescu, 1961).

В таблице приведены данные о рядах морских террас Камчатки (Брайцева и др., 1968), Кавказа (Муратов, 1961; Островский, 1968), Сицилии (Dépôts et niveaux..., 1971), Липарских (Эоловых) островов (Keller, 1967), Гибралтарского пролива (Ciermann, 1962), Гаити (Berrett, 1962) и Чили (Segestrom, 1966; Paskoff, 1972).

Данные, помещенные в табл. 6, неоспоримо свидетельствуют, что в распределении высот террас в речных и океанических рядах кайнозойских складчатых областей также обнаруживаются закономерности. Величины отношений высот смежных террас группы *A* заметно больше, чем группы *B*. Величина среднеарифметического у террас первой группы составляет 1,83, у террас второй группы – 1,31. Эти же величины, рассчитанные для рядов разновозрастных геотектонических структур, проанализированных в настоящем разделе, для группы *A* (без отношений высот II и I террас в сокращенных рядах) составляют 1,81 (218 значений), для группы *B* – 1,30 (244 значения).

Таким образом, мы показали, что в самых различных районах Земли закономерности в распределении высот террас могут быть представлены в виде геометрической прогрессии с различными показателями для террас групп *A* и *B* либо двумя стыкующимися на "пограничной" террасе экспонентами. При вычислении среднеарифметического значения показателя прогрессии мы использовали данные о высотах более 200 террас для каждой группы из 76 различных районов Европы, Азии, Африки и Америки. Вместе с тем геоморфологам известно, что на побережьях морей и речных долинах высота одной и той же террасы многократно измеряется в процессе полевых исследований. Таким образом, каждая из высот анализированных нами террас обеспечена десятками, если не сотнями, частных полевых измерений.

Во всех без исключения террасовых рядах были установлены две группы террас, в которых высоты связаны математической зависимостью. Не было встречено ни одного террасового ряда, в котором высоты террас оказались бы случайными. Следовательно, термин "неупорядоченный" террасовый ряд, после проведенного исследования, утрачивает свое первоначальное значение. Высоты террас во всех террасовых рядах оказались закономерными. Это является главной чертой террасовых рядов.

Приведенные материалы позволяют подметить ряд характерных особенностей конкретных террасовых рядов. Так, например, из анализа таблиц вытекает вывод, что величина (степень) сокращения океанических террасовых рядов во всех анализированных случаях оказалась одинаковой. Если построить график такого ряда, то он будет иметь два излома: один на II террасе, образованный в результате сокращения ряда, другой на V, вызванный изменением закономерности формирования процесса образования террас. Напротив, в речных рядах степень сокращения даже в одном районе (и, как мы видели на примере р. Кольмы, на различных участках одной и той же долины) бывает самая различная. Такое разное поведение океанических и речных рядов террас заставляет сомневаться в наличии непосредственной связи образования террас в речных долинах с колебанием базиса эрозии. Ведь логично допустить, что если гидрографическая сеть Земли в своем развитии прямо или косвенно испытывала бы влияние колебаний уровня Мирового океана, то океанические и речные террасовые ряды были бы идентичными по положению в них "пограничных" террас.

Между тем глобальный характер распространения террасовых рядов позволяет предполагать, что и процессы образования террас также носили глобальный характер. Благодаря их закономерному проявлению в речных долинах происходила столь же закономерная смена эпох преимущественной эрозии эпохами преимущественной аккумуляции. В результате этого возникли речные террасовые ряды, высоты террас в которых связаны между собой математической зависимостью.

Очевидно, что эти же процессы вызывали и закономерное чередование трансгрессий и регрессий Мирового океана, следствием чего и явилось возникновение океанических террасовых рядов. Все это еще раз заставляет сомневаться в существовании причинной связи между формированием речных террас и колебаниями базиса эрозии, по крайней мере для позднекайнозойского отрезка в истории развития Земли.

Если в террасовых рядах нашел отражение столь же закономерный ход процессов образования террас, то логично будет допустить, что смена зависимости, характерной для террас группы B, зависимостью, присущей террасам группы A, произошла на всей планете одновременно.

Таблица 6

Террасовые ряды областей кайнозойской складчатости

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | Номера террас | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------|------|------|---------------|------|-------|------|-------|------|
| | I | | II | | III | | IV | | V | |
| | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б |
| Салгир | 2-4 | 2,67 | - | - | - | - | - | - | 8 | 1,38 |
| Черемош | 4-6 | 2,20 | - | - | - | - | 10-12 | 1,91 | 20-22 | 2,74 |
| Пугна | 3-6 | 2,20 | - | - | - | - | - | - | 8-12 | 2,00 |
| Видима | 5-7 | 2,17 | - | - | - | - | 11-15 | 1,46 | 18-20 | 1,71 |
| Кумовица | 8-12 | 2,00 | - | - | - | - | 18-22 | 1,53 | 27-34 | 1,33 |
| Быстрая | 2 | 2,00 | - | - | 4 | 2,00 | 8 | 2,50 | 20 | 2,00 |
| Богдановича | 4-5 | 2,00 | 8-10 | 1,78 | 15-17 | 1,56 | 25 | 1,50 | 35-40 | 1,87 |
| Лангери | 3-4 | 2,43 | - | - | - | - | 8-9 | 1,82 | 15-16 | 1,77 |
| Большая и Малая Хузи | 3-5 | 3,13 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Тер-Тер | 2 | 3,00 | - | - | - | - | 6 | 1,83 | 10-12 | 1,82 |
| Риони | 10-15 | 2,02 | - | - | - | - | - | - | 25-30 | 2,09 |
| Ингури | 1,5-3,5 | 7,00 | - | - | - | - | 15-20 | 2,57 | 40-50 | 1,44 |
| Тузлеу | 5-8 | 2,69 | - | - | - | - | - | - | 15-20 | 1,71 |
| Трговишка-Тимошка | 4-6 | 3,10 | - | - | - | - | 14-17 | 1,77 | 25-30 | 2,27 |
| Рымникуль | 3-6 | 2,22 | - | - | - | - | - | - | 8-12 | 2,00 |
| Прут, в центральной части Молдавии | 0,5-1,5 | 9,00 | - | - | - | - | - | - | 8-10 | 3,06 |
| Быстрица, выше Вотра-Почнет | 10-15 | 2,04 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Северо-Западного Кавказа | 9-16 | 2,08 | - | - | - | - | 20-32 | 1,73 | 40-50 | 1,44 |
| Побережье Липарских островов | 3-4 | 2,00 | - | - | - | - | 6-8 | 1,93 | 12-15 | 2,04 |
| Побережье о. Сицилия | 16 | 2,28 | - | - | - | - | - | - | 35-38 | 1,62 |
| Побережье Гибралтарского пролива | 3 | 2,83 | - | - | - | - | 5-12 | 2,06 | 15-20 | 1,86 |
| Побережье Чили | 5-7 | 2,92 | - | - | - | - | 15-20 | 2,14 | 35-40 | 2,07 |
| Побережье Гаити | 1 | 4,50 | - | - | - | - | 3-6 | 1,89 | 8-9 | 1,94 |
| Побережье Восточной Камчатки | 5 | 5,50 | - | - | - | - | 25-30 | 2,55 | 60-80 | 1,71 |

Таблица 6 (продолжение)

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | | | | | | |
|--|---------------|------|----|---|-----|---|-------|------|-----------|------|
| | I | | II | | III | | IV | | V | |
| | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б |
| Побережье Кавказа в р-не м. Кадош-Шахе | 6-7 | 2,77 | - | - | - | - | 16-20 | 1,53 | 27-28 | 1,65 |
| Побережье Кавказа в р-не м. Грязнова | 4-6 | 3,20 | - | - | - | - | 15-17 | 1,41 | 22-23 | 1,60 |
| Оклендские о-ва, Новая Зеландия | 3 | 2,00 | - | - | - | - | 6 | 2,54 | 12,2-18,3 | 2,00 |

Таблица 6 (продолжение)

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | Номера террас | | | | | |
|------------------------------------|---------------|------|---------|------|---------------|------|---------|------|---------|------|
| | VI | | VII | | VIII | | IX | | X | |
| | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б |
| Салгир | 10-12 | 2,50 | 25-30 | 1,45 | 40 | 1,44 | 55-60 | - | - | - |
| Черемош | 55-60 | 1,57 | 80-100 | 1,29 | 112-120 | 1,21 | 135-145 | 1,23 | 160-185 | - |
| Путна | 18-22 | 1,58 | 28-35 | 1,43 | 40-50 | 1,44 | 60-70 | 1,46 | 90-100 | 1,42 |
| Видима | 30-35 | 1,54 | 45-55 | 1,30 | 60-70 | 1,38 | 90 | 1,33 | 120 | - |
| Кумовица | 38-43 | 1,43 | 50-62 | 1,21 | 67-73 | 1,22 | 82-89 | 1,17 | 95-105 | 1,15 |
| Быстрая | 40 | 2,00 | 80 | 1,50 | 120 | 1,42 | 170 | 1,59 | 270 | - |
| Богдановича | 60-80 | 1,86 | 120-140 | 1,39 | 180 | - | - | - | - | - |
| Лангери | 25-30 | 1,73 | 45-50 | 1,47 | 60-80 | 1,57 | 100-120 | 1,37 | 140-160 | - |
| Большая и Малая Хузи | 10-15 | 2,20 | 25-30 | 1,18 | 30-35 | 1,38 | 40-50 | 1,67 | 70-80 | - |
| Тер-Тер | 18-22 | 1,63 | 30-35 | 1,31 | 40-45 | 1,41 | 55-65 | 1,38 | 80-85 | 1,30 |
| Риони | 55-60 | 2,22 | 125-130 | 1,37 | 170-180 | 1,23 | 200-230 | 1,21 | 250-270 | 1,12 |
| Ингури | 60-70 | 1,85 | 110-130 | 1,29 | 150-160 | - | - | - | - | - |
| Тузлеу | 30 | 1,83 | 50-60 | 1,36 | 70-80 | 1,40 | 100-110 | 1,29 | 130-140 | - |
| Трговишка-Тимошка | 50-75 | 1,73 | 96-120 | 1,50 | 150-175 | - | - | - | - | - |
| Рымникуль | 16-24 | 1,68 | 27-40 | 1,27 | 40-45 | 1,73 | 65-68 | 1,41 | 90-115 | 1,34 |
| Прут, в центральной части Молдавии | 25-30 | 1,91 | 50-55 | 1,31 | 68-70 | 1,38 | 90-106 | 1,34 | 123-130 | 1,20 |
| Быстрица, выше Вотра-Почнет | 20-31 | 1,86 | 45-50 | 1,37 | 60-70 | 1,31 | 80-90 | 1,24 | 100-116 | 1,17 |

Таблица 6 (продолжение)

| Река и участок побережья | Номера террас | | | |
|--|---------------|------|---------|------|
| | VI | | VII | |
| | а | б | а | б |
| Побережье Северо-Западного Кавказа | 60-70 | 1,62 | 100-110 | 1,29 |
| Побережье Липарских островов | 25-30 | 1,55 | 40-45 | 1,44 |
| Побережье о. Сицилия | 58-60 | 1,75 | 96-110 | 1,21 |
| Побережье Гибралтарского пролива | 25-40 | 2,08 | 60-75 | 1,33 |
| Побережье Чили | 75-80 | 1,61 | 120-130 | 1,20 |
| Побережье Гаити | 16-17 | 1,79 | 29-30 | 1,42 |
| Побережье Восточной Камчатки | 100-140 | 2,08 | 200-300 | |
| Побережье Кавказа в р-не м. Кадош-Шахе | 45-46 | 1,44 | 63-68 | 1,26 |
| Побережье Кавказа в р-не м. Грязнова | 35-37 | 1,61 | 55-61 | 1,16 |
| Оклендские острова, Новая Зеландия | 30,3-30,6 | 2,49 | 76 | 1,39 |

Таблица 6 (продолжение)

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | | |
|--------------------------|---------------|------|-----|------|------|------|
| | XI | | XII | | XIII | |
| | а | б | а | б | а | б |
| Салгир | - | - | - | - | - | - |
| Черемош | - | - | - | - | - | - |
| Путна | 130-140 | 1,26 | 170 | 1,29 | 220 | 1,18 |
| Видима | - | - | - | - | - | - |
| Кумовица | 110-120 | - | - | - | - | - |

| | Номера террас | | | | | |
|--|---------------|------|---------|------|---------|------|
| | VIII | | IX | | X | |
| | а | б | а | б | а | б |
| | 130-140 | 1,33 | 180 | 1,28 | 220-240 | 1,30 |
| | 60-62 | 1,30 | 78-80 | 1,55 | 100-105 | - |
| | 130 | 1,29 | 165-170 | 1,12 | 187 | 1,19 |
| | 80-100 | 1,33 | 110-130 | - | - | - |
| | 150 | 1,37 | 205 | 1,15 | 235 | 1,13 |
| | 40-44 | 1,13 | 46-49 | 1,42 | 66-69 | 1,19 |
| | 80-85 | 1,32 | 107-110 | - | - | - |
| | 65-70 | 1,15 | 75-80 | 1,35 | 105 | - |
| | 106 | 1,58 | 167 | - | - | - |

| | Номера террас | | | | | |
|--|---------------|------|-----|---|-----|---|
| | XIV | | XV | | XVI | |
| | а | б | а | б | а | б |
| | - | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - | - |
| | 260 | 1,23 | 320 | - | - | - |
| | - | - | - | - | - | - |
| | - | - | - | - | - | - |

Таблица 6 (окончание)

| Река и участок побережья | Номера террас | | | | | | Номера террас | | | | | |
|--|---------------|------|---------|------|---------|------|---------------|------|---------|------|---------|---|
| | XI | | XII | | XIII | | XIV | | XV | | XVI | |
| | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б | а | б |
| Быстрая | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Богдановича | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Лангери | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Большая и Малая Хузи | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Тер-Тер | 110-115 | 1,40 | 140-160 | 1,27 | 180-200 | 1,32 | 240-260 | 1,14 | 280-290 | 1,11 | 300-330 | |
| Риони | 280-300 | 1,24 | 340-380 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ингури | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Тузлеу | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Трговишка-Тимошка | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Рымникуль | 130-140 | 1,22 | 160-170 | 1,24 | 190-220 | - | - | - | - | - | - | - |
| Прут, в центральной части Молдавии | 150-155 | 1,25 | 190 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Быстрица, вьше | 120-125 | 1,22 | 140-160 | 1,17 | 170-180 | - | - | - | - | - | - | - |
| Вотра-Почнет | | | | | | | | | | | | |
| Побережье Северо-Западного Кавказа | 300 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Липарских островов | 220-225 | 1,57 | 300-360 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье о. Сицилия | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Гибралтарского пролива | 265 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Чили | 78-82 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Гаити | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Восточной Камчатки | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Кавказа в р-не м. Кадош-Шахе | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Побережье Кавказа в р-не м. Грязнова | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Оклендские о-ва, Новая Зеландия | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

а - высота террас в м, б - отношения средних высот смежных террас

О размыве террас

У читателя невольно может возникнуть сомнение в том, что закономерность в распределении высот древних террас (группа В) обязана своим происхождением: не процессу образования террас, а денудационному снижению высот террас или их размыву. Е.В. Шванцер (1949) справедливо подчеркивал, что высокие террасы могут быть в значительной мере размыты, а некоторые из них уничтожены полностью. Несомненно, что чем древнее терраса, тем она длительнее подвергалась разрушительному воздействию процессов денудации. Поскольку потеря геологической информации происходит по экспоненте, то и высоты размывных террас должны также подчиняться экспоненциальной зависимости. Таким образом, мы будем иметь на графике террасового ряда две группы террас, закономерности распределения высот которых аппроксимируются двумя экспонентами, стыкующимися на "пограничной" террасе. При этом закономерность в высотах молодых террас будет связана с образованием террас, в высотах же древних террас — с их размывом. "Пограничная" терраса в таком случае будет не отражать изменение закономерности в формировании террас, а отделять в каждом конкретном ряду террасы, слабо затронутые денудацией, и террасы, высоты которых сильно снижены вследствие размыва.

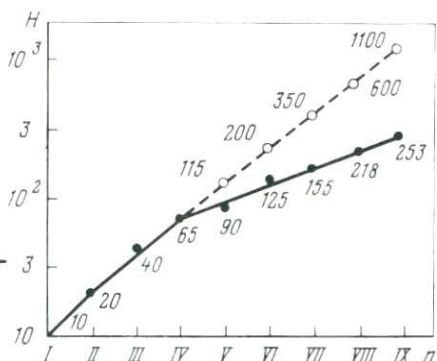
Е.В. Шванцер (1949) подчеркивал, что другой причиной отклонений в распределении высот террас (то есть возникновения "неупорядоченных" рядов) является степень денудации склонов долины, зависящая не только от времени, но и от особенностей морфологии и геологического строения. У разных долин разрушение террас не может быть одинаковым. Возможно, этим и объясняется различное положение "пограничной" террасы в речных рядах?

С этим можно было бы согласиться, если бы в океанических террасовых рядах не отмечалось четкой приуроченности "пограничной" террасы к V снизу древней береговой линии. Ведь и морские террасы, как и речные, повсеместно подвержены процессам денудации. Неодинаковы геологическое строение и морфология побережий в анализированных нами районах (см. табл. 2-6). И тем не менее для океанических рядов отмечается удивительное постоянство положения "пограничной" террасы.

Между тем в каждом конкретном ряду террас мы можем хотя бы приблизительно оценить степень их снижения, если терраса несет на себе остатки аккумулятивного чехла. В таких случаях речь может идти лишь о размыве нескольких метров аллювия или даже первых десятков. Как указывает Н.А. Шило (1961), в Яно-Колымском поясе древние террасы часто совершенно не выражены в рельефе и устанавливаются при горных работах лишь по наличию горизонтальных площадок в коренных склонах долин. Уменьшалась ли при размыве высота площадок поколей террас? Возможно, но вряд ли на большую величину. Основное же разрушение террас в этом районе, как, вероятно, и в других, происходило прежде всего за счет размыва их уступов, что приводило к формированию в нижней

Рис. 5. Террасовый ряд р. Берелёх на сусуманском участке

части долин выположенных участков склонов, опирающихся на серии молодых речных террас. Такие специфические формы рельефа, возникшие на месте деформированных денудацией древних речных террас, получили на Северо-Востоке СССР название террасоувалов.



Рассмотрим, например, террасовый ряд р. Берелёх на сусуманском участке. Здесь в рельефе выражены лишь террасы высотой до 25 м. Более высокие террасы размывы и образуют террасоувал; горными работами в коренных склонах устанавливаются площадки на высотах около 40, 65, 90, 125, 155, 218–220 и 250 м, перекрытые маломощным плащом аллювия. Если учесть отметки коренных доколей более низких террас, расположенных на высотах +10 м и +20 м, и построить график этого ряда, то он будет иметь вид, представленный на рис. 5. Из графика ясно, что "пограничной" в этом ряду является терраса высотой 65 м. Предположим, что высокие террасы Берелёха значительно снижены денудацией и математическая зависимость в высотах террас группы обязана своим происхождением этому явлению. Попробуем оценить величину денудационного снижения террас Берелёха, необходимого для возникновения такой закономерности. С этой целью будем считать, что высоты террас группы В первоначально подчинялись той же зависимости, что и террасы группы А. Тогда первоначальные их высоты можно было бы найти на пунктирной линии, продолжающей левый отрезок графика. Они были бы равны: для террасы 90 м — 115 м, для террасы 125 м — 200 м, для террасы 155 м — 350 м, для террасы 218 м — 600 м и для террасы высотой 250 м — приблизительно 1100 м. Таким образом, чтобы возникло наблюдаемое соотношение высот древних террас, необходимо допустить их снижение на величину от 25 до 800 м. Едва ли можно согласиться с тем, что закономерность в распределении высот террас группы В в анализированных нами районах обязана своим происхождением процессам денудации.

В заключение осталось установить, какое максимально возможное количество террас в речных долинах и на морских побережьях может быть связано математическими зависимостями, характерными для групп А и В.

Было показано, что в полных речных террасовых рядах "пограничная" терраса всегда является VII надпойменной. В сокращенных — она занимает самое различное место. Например, в долине р. Вилюя "пограничной" является III надпойменная терраса, в долине р. Не-

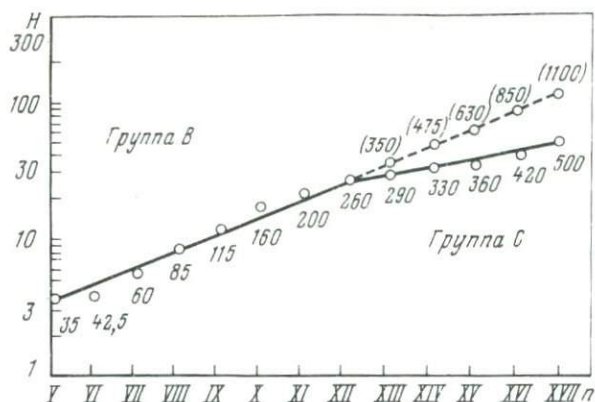


Рис. 6. Террасовый ряд р.Путны с дополнительными построениями (см. в тексте)

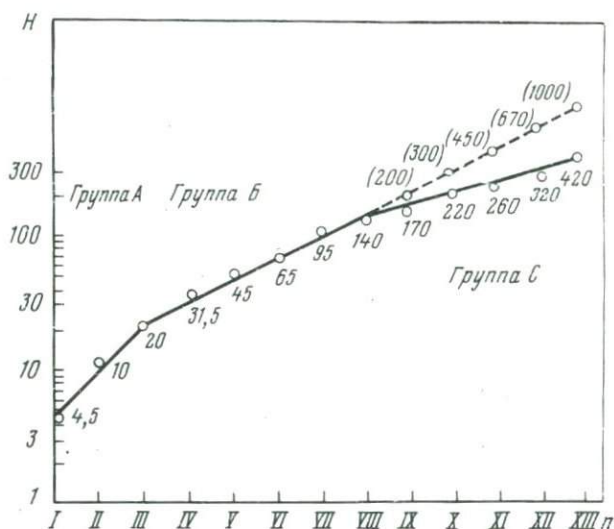


Рис. 7. Левая часть террасового ряда р.Тер-Тер с дополнительными построениями (см. в тексте). Цифры на прямой - средняя высота в м, в скобках предполагаемые высоты в м

ры - VII, в долине Эльбы - VI и т.д. Можно предположить, что в группе А максимально возможное количество террас должно быть не менее семи. Очевидно, за время формирования этих террас произошло столько же террасообразовательных циклов. Не во всех долинах они реализовались формированием террас, вследствие чего и возникли сокращенные террасовые ряды. Причины их возникновения рассмотрены ниже.

Попытаемся установить, какое максимальное количество террас возможно в группе В.

С целью исследовать этот вопрос были составлены графические построения наиболее представительных (в смысле количества террас) рядов. Так, например, на рис. 6 представлен график террасового ряда р. Путны. Линия графика изламывается в двух точках — в III и VIII террасах. Можно убедиться, что нижняя точка перелома построенного графика связана с изменением математической зависимости в высотах террас. Появление перелома графика на VIII террасе можно связать либо с появлением новой группы террас, скажем группы С, либо с интенсивным денудационным снижением наиболее древних форм. Таким же методом, которым мы пользовались ранее при изучении террасового ряда р. Берелёх, проверим, какое из этих предположений является наиболее вероятным. Будем считать, что IX—XIII террасы сильно размыты. При помощи графических построений найдем теоретические высоты IX—XIII террас. Они состоят: для IX террасы — 200 м, X — 300 м, XI — 450 м, для XII — 670 м, XIII — 1000 м. Из этих величин вычисляем фактические высоты террас. Получим, что IX терраса снижена денудацией на 30 м, X — на 80 м, XI — на 190 м, XII — на 350 м и XIII на 580 м. Если понижение высоты террасы, равное 30 м, еще можно допустить, то понижение 180–600 м маловероятно. При таком размыве террасы вряд ли сохранились бы в рельефе. Следовательно, необходимо признать, что за 6–8 ритмов до формирования нижней (первой) "пограничной" террасы могло иметь место еще одно изменение закономерности процесса образования террас.

Рассмотрим график террасового ряда р. Тер-Тер (Ширинов, Годжиев, 1964). За начало отсчета принята высота I "пограничной" террасы, равная 35 м (рис. 7). График испытывает отчетливый перелом на XII террасе, несмотря на то что при его построении учитывались максимальные высоты террас. Анализ графика показывает, что высоты XIII—XVII террас нельзя объяснить ничем иным, как изменением закономерности в соотношениях высот террас ("теоретические" высоты террас, если допустить их денудационное снижение, показаны над линией графика в круглых скобках).

Конечно, приведенных данных чрезвычайно мало для получения бесспорного вывода о наличии еще одной группы (группы С) в рядах, насчитывающих большое количество террас. В нашем распоряжении имеются данные всего по нескольким террасовым рядам, где выше I "пограничной" террасы насчитывается 8–9 террас. Быть может, целенаправленные исследования в районах с хорошо выраженными древними террасами и придолинными педиментами позволят окончательно решить эту проблему. В настоящей же работе, с целью избежать ошибочных и преждевременных заключений, мы будем распространять полученные выводы лишь на восемь террас группы В.

ВОЗРАСТ «ПОГРАНИЧНЫХ» ТЕРРАС РЕЧНЫХ РЯДОВ

Выше подчеркивалось, что в проанализированных океанических рядах "пограничной" всегда являлась V (снизу) морская терраса. Поэтому, какой бы из существующих точек зрения на происхождение этих форм мы ни придерживались, учитывая глобальное распространение океанических рядов, мы можем допустить разновозрастность их "пограничных" террас. Одновозрастными, вероятно, должны быть и террасы, одинаково расположенные относительно "пограничной", если только их высоты укладываются в выявленные закономерности. Логично было бы допустить и разновозрастность "пограничных" террас речных террасовых рядов. Однако в связи с тем, что они, как мы видели, приурочены к различным по номеру террасам, это положение требует доказательства. Какие же данные могут быть использованы для этой цели? Наилучшим образом могли бы, очевидно, послужить методы абсолютного датирования аллювиальных толщ. К сожалению, такими материалами мы не располагаем и, вероятно, не скоро будем располагать. Трудно применимы для решения поставленной задачи и данные палинологического анализа — наиболее массового метода, используемого при стратиграфии аллювиальных толщ. Как известно, этот метод опирается преимущественно на родовые определения пыльцы и спор. Поэтому в пределах одного и того же региона не всегда представляется возможным уверенно отличить реконструированную таким образом растительность, существовавшую во время разновозрастных климатических ритмов. С еще большими трудностями встречается исследователь при попытке межрегиональных корреляций, по данным палинологического анализа.

Более надежными для решения поставленной задачи являются материалы по эволюции крупных млекопитающих в позднем кайнозое в сочетании с палеомагнитным анализом. Последние исследования такого рода как будто бы свидетельствуют в пользу синхронного развития плейстоценовой фауны млекопитающих на огромной территории Сибири и Европейской части СССР (Поспелова, Гнибиденко, Ларионова, 1973). Правда, В.А. Зубаков, анализируя магнитостратиграфическую изученность различных районов СССР, пришел к выводу, что "... в пределах точности принятой корреляции, т.е. ± 100 тыс. лет, хаповский и тираспольский комплексы млекопитающих в различных частях СССР геологически одновозрастны" (Зубаков и др., 1974, с. 289). Относительно более молодых комп-

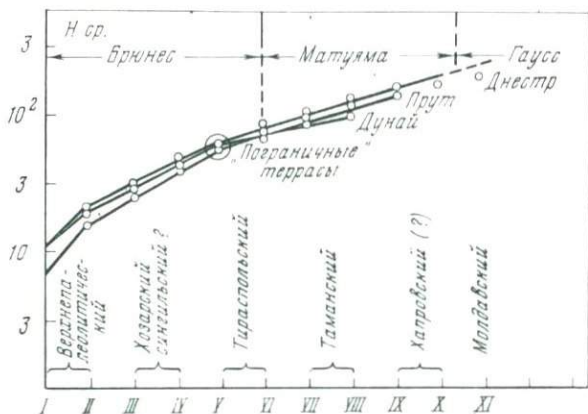


Рис. 8. Графики террасовых рядов Прута, Днестра, Дуная. Палеомагнитная и палеонтологическая характеристика аллювия (ссылка на материалы (см. в тексте))

лексов млекопитающих (сингильский, хазарский и верхнепалеолитический) В.А. Зубаков высказывает предположение, что они не являются эволюционными, следующими во времени друг за другом, а представляют собой эколого-миграционные ассоциации (лесную, степную и тундровую фации) единого послетираспольского комплекса. Основанием для такого рода предположений послужили находки мамонта и шерстистого носорога в лихвинском разрезе, датированные термолюминесцентным методом, находки "хазарского" слона в кухонных кучах молдавских стоянок (возраст C^{14} около 45 тыс. лет) и ряд других.

Несмотря на отсутствие единого взгляда на роль послетираспольских млекопитающих в стратиграфии позднекайнозойских отложений, попытаемся по палеонтологическим данным установить возраст "пограничных" террас в речных долинах Евразии.

В позднем кайнозое в этом регионе происходила последовательная смена одного комплекса крупных млекопитающих другим. Время существования каждого из них охватывало вполне определенный отрезок геологической истории, за который в речных долинах могла возникнуть одна или несколько речных террас. Таким образом, аллювий каждой из террас закономерного террасового ряда, в пределах границ ареала одного и того же комплекса млекопитающих, должен иметь вполне определенную палеонтологическую характеристику. Следовательно, одновозрастность "пограничных" террас можно доказать совпадением возраста террас групп А и В, одинаково относительно нее расположенных.

Рассмотрим материалы по стратиграфии аллювиальных отложений наиболее хорошо изученных долин рек. Террасы рек Молдавии и Украины, таких, как Прут, Днестр и Дунай, уже более столетия являются объектом детальных геологических исследований. Наиболее

полно эти материалы сведены в монографиях Н.А. Коистантиновой (1967) и А.П. Чепальги (1967). Графики террасовых рядов трех названных выше рек показаны на рис. 8. При рассмотрении графиков обращает на себя внимание тот факт, что смена закономерности в процессе образования террас произошла после формирования V надпойменных террас. Исходя из предположения, что это явление носит глобальный характер, возраст отложений "пограничных" террас в долинах Дуная, Днестра и Прута должен быть одинаков. Обратимся теперь к геологическим фактам.

По Н.А. Константиновой (1967), в отложениях V надпойменных террас этих рек были найдены остатки млекопитающих тираспольского комплекса: *Archidiscodon wüsti*, *Dicerorhinus etruscus*, *D. mercki*, *Equus cf. süssenborensis*, *Equus caballus mosbachensis*, *Alces latifrons*, *Bison schoetensacki*, *Orthogonoceros ex gr. verticirnis*.

Кроме того, в разрезе лиманно-дельтовых осадков V (Нагорнской) террасы Дуная найден комплекс моллюсков, включающий *Didacna cf. baeri-crassa*, *D. ex gr. tschuda*, *D. cf. pseudocrassa*.

Эти формы дают возможность прямой корреляции нижней толщи террасовых отложений с бакинско-чаудинскими морскими слоями.

Таким образом, палеонтологические материалы полностью подтверждают вывод об одновозрастности "пограничных" террас в долинах Дуная, Днестра и Прута. Аллювий этих террас характеризуется тираспольской фауной млекопитающих, что отвечает нижнему плейстоцену проекта общей стратиграфической шкалы четвертичной системы (Шанцер, Краснов, Никифорова, 1973). Интересно отметить, что тираспольская фауна найдена также и в аллювии VI надпойменных террас этих рек. Таким образом, в раннем плейстоцене за время существования тираспольского фаунистического комплекса имело место два террасообразовательных ритма, во время которых и были образованы две упомянутые выше террасы. Палеомагнитные исследования Приднестровья, выполненные М.А. Певзнером (Певзнер, Чепальга, 1970), показали, что отложения молодых террас, включая V подпойменную, а также их покровные отложения, имеют прямую остаточную намагниченность. Полярность геомагнитного поля во время формирования аллювия VI террасы принимается обратной. Основанием для такого вывода послужила обратная намагниченность образцов, отобранных из нижнего погребенного почвенного горизонта в разрезе покровных образований VII террасы Днестра. Поскольку стратиграфические соотношения террасовых отложений и почвенных горизонтов еще недостаточно выяснены (Меннер и др., 1972), не получено прямых данных о палеомагнитной характеристике отложений VI террасы, нам кажется возможным предположить, что инверсия геомагнитного поля могла совпасть по времени с эрозийным врезом между VII и VI террасами. Почвообразование, вероятно, начиналось сразу же после замедления скоростей накопления осадков, продолжалось и позже, во время образования уступа между этими террасами. При таком взгляде не будет противоречий с данными палеомагнитного анализа покровных образований Приазовья,

Работами А.А. Величко и др. (1973) доказано, что граница палеомагнитных эпох Брюнес-Матуяма проходит в слоях с тираспольской фауной млекопитающих. Не вызывает сомнения, что в речных долинах мы имеем далеко не полные разрезы аллювия, а эпохи его аккумуляции разделены между собой не менее длительными эпохами эрозионных врезов, во время которых осадки, вместе с заключенным в них палеонтологическим материалом, выносились за пределы речной долины. Таким образом, тираспольский комплекс крупных млекопитающих, вероятнее всего, сложился в конце палеомагнитной эпохи Матуяма, то есть несколько ранее 700 тыс. лет назад, и прекратил свое существование где-то в начале эпохи Брюнес. Еще раз подчеркиваем, что в этот отрезок времени в долинах рек Молдавии и юго-западной Украины имело место два террасообразовательных ритма, в результате которых были сформированы "пограничная" и расположенная выше нее более древняя террасы.

Мы уже указывали на сравнительно хорошую изученность аллювиальных отложений рек Молдавии и юго-западной Украины. В речных долинах здесь насчитывается много террас, осадки которых имеют достаточно полную фаунистическую характеристику, а террасы Днестра исследовались палеомагнитным анализом. Поэтому террасовые ряды этого района примем в качестве стандарта или эталона, с которым будем сравнивать террасовые ряды других рек Евразии, где имеющиеся данные позволяют предполагать сходную и одновременную эволюцию комплексов крупных млекопитающих. График такого стандартного террасового ряда показан на рис. 8.

По данным А.Н. Константиновой (1967), А.Л. Чепальги (1967), Н.А. Константиновой и А.Л. Чепальги (1972), террасы Днестра, Дуная и Прута охарактеризованы остатками следующих комплексов млекопитающих: I и II террасы - верхнепалеолитического, III и верхние горизонты IV - хозарского, нижние горизонты IV - сингильского (?), V и VI - тираспольского, VII и VIII - таманского, IX и X - халпровского и XI - молдавского. Конечно, не исключена возможность, что дальнейшие исследования могут внести изменения в настоящую схему, в особенности для высоких террас. Если при этом представится возможность разделить какой-нибудь из фаунистических комплексов на два самостоятельных, то каждая из двух террас, несомненно, получит более четкую палеонтологическую характеристику. Возможно, что в отложениях одной из террас верхние и нижние горизонты будут иметь различные фаунистические характеристики, как это мы видим на примере IV террасы. По данным Н.А. Константиновой (1967), в долине Дуная в разрезе IV террасы, расположенном у сел. Озерное, на пляже были найдены обломки костей млекопитающих, среди которых Э.А. Вангенгейм определила берцовую кость, принадлежащую крупной форме лошади, по размерам близкой к *Equus caballus mosbachensis*, возраст которой может быть определен как дорисский. Н.А. Константинова указывает, что в 1900 г. И.Ф. Синцов обнаружил здесь остатки трогонтериевого слона. Однако она считает, что "...обнаруженные здесь

остатки *Mammuthus cf. trogontherii* должны быть, вероятно, отнесены к слону типа *Archidiscodon cf. wüsti* (Pavl.)... (Константинова, 1967, с. 77). Такое решение автором не аргументируется, не приводятся сведения о том, производились ли повторные определения остеологического материала, собранного И.Ф. Синцовым. Читателю придется лишь предположить, что находка трогонтериевого слона в отложениях IV террасы, вероятно, противоречит другим палеонтологическим данным. Между тем собранные Н.А. Константиновой в основании разреза IV террасы р. Прут остатки млекопитающих определялась и Л.И. Алексеевой, которая высказала мнение, что фаунистические остатки скорее всего могли быть отнесены к хозарскому фаунистическому комплексу, если бы этому не препятствовала находка нижнего коренного зуба *Equus steinheimensis* вида, характерного для миндель-рисса Западной Европы. Н.А. Константинова также подчеркивает, что нижние два горизонта (пачки) этой террасы накапливались в условиях умеренного, теплого, периодически увлажнявшегося климата, в то время как верхний горизонт (пачка) образовался в аридном климате с резкой сменой температуры. Такое изменение климата за время формирования разреза террасы могло повлечь за собой и смену фаунистических комплексов. Исходя из этого мы не видим противоречия в том, что в отложениях IV террасы присутствуют остатки "хозарского" слона. Ведь В.И. Громов (1972) отмечал, что уже в более древнем, чем отложения IV террасы, тираспольском гравии найдены зубы слонов, близкие по признакам к роду *Mammuthus*.

Теперь проведем сравнение с "эталонным" рядом других террасовых рядов, где в отложениях террас известны находки костей крупных млекопитающих.

В долине р. Салгир (Крым), по данным Н.И. Лысенко, насчитывается шесть надпойменных террас: "Пограничной" в этом ряду является IV надпойменная терраса высотой 25–30 м (см. табл. 6). В ее аллювии найдены остатки *Equus süssenborensis* – типичного представителя тираспольского фаунистического комплекса. Как мы видели из вышеизложенного, "пограничная" терраса "эталонного" ряда также характеризуется остатками млекопитающих тираспольского комплекса, в котором найденный вид лошади является руководящим.

В долине р. Камы "пограничной" является IV надпойменная терраса высотой 55–58 м (см. табл. 2). По данным Н.Г. Ивановой (1962), в отложениях III надпойменной террасы найдены остатки *Mammuthus trogontherii*, являющегося руководящим видом хозарского фаунистического комплекса. Рассматривая "эталонный" террасовый ряд, мы видим, что III терраса р. Камы должна быть одновозрастна IV террасе Прута, в отложениях которой И.Ф. Синцовым найдены остатки того же вида слона. Следовательно, нет препятствий к отнесению аллювия "пограничной" террасы к раннему плейстоцену и ее сопоставлению с "пограничной" террасой "эталонного" ряда.

В долине р. Ангары "пограничной" также является IV надпойменная терраса. Остатки фауны здесь имеются в отложениях нес-

кольных террас. К сожалению, не все они имеют видовые определения, что несколько снижает ценность террасового ряда Ангары как зорного для Восточной Сибири. Тем не менее они пригодны для решения доказательства примерной одновозрастности "пограничных" террас.

В отложениях VII террасы Ангары, в окрестностях сел. Кижима, в коренном залегании были найдены кости лошади, принадлежащие, по определению Э.А. Вангенгейм, *Equus ex gr. sanmeniensis* — представителю таманского фаунистического комплекса. Остатки такого же вида лошади, но более поздней, по мнению Э.А. Вангенгейм (1963), формы найдены также и в аллювии более низкой, VI террасы (Равский, 1972). Таким образом, как и в "эталонном" террасовом ряду, остатки млекопитающих таманского фаунистического комплекса встречаются в двух смежных террасах, расположенных выше "пограничной" (вторая и третья террасы, выше "пограничной"). Следовательно, аллювий "пограничной" террасы в долине Ангары и следующей более высокой террасы должен бы характеризоваться остатками тираспольских млекопитающих. Такой вывод, вытекающий из сравнения террасового ряда Ангары с "эталонным", подтверждается находкой в покровных образованиях IV террасы остатков быка и крупной лошади, похожей, по определению О.В. Скалон, на европейскую *Equus mosbachensis* или *Equus chosaricus* (Равский, 1972), принадлежащую одному из более молодых, чем таманский, фаунистическому комплексу.

В отложениях V террасы остатки фауны млекопитающих не известны. Имеются данные о находке метакарпальной кости хозарской лошади в аллювии IV террасы Ангары (данные Э.И. Равского со ссылкой на материалы С.М. Цейтлина). Однако при этом не приводится разрез отложений, в которых сделана эта находка. Если сравнивать террасовый ряд Ангары с "эталонным" и принять, что в Восточной Сибири и в Молдавии эволюция крупных млекопитающих проходила синхронно, то находка представителя хозарского комплекса в отложениях "пограничной" террасы сразу вызывает по крайней мере два предположения: либо "пограничные" террасы сибирских рек моложе, чем рек Молдавии, либо некоторые представители хозарского фаунистического комплекса появились в Центральной Азии раньше, чем в юго-восточной Молдавии. В первом предположении некоторое противоречие вызывает совпадение палеонтологических характеристик террас, расположенных выше "пограничной". Если обратиться к данным Н.И. Соколова и Н.В. Тюменцева (1949), то необходимость во втором предположении как будто бы отпадает. Эти исследователи в погребенной почве покровных образований IV террасы р. Куды, правого притока Ангары, нашли остатки *Mammuthus trogontherii*. Если принять во внимание данные К.В. Никифоровой (Никифорова и др., 1965), свидетельствующие о том, что формирование основания разреза более низкой террасы отвечает образованию почвенного слоя на более высоких террасах, то находка остатков хозарских млекопитающих в покровных осадках IV террасы позво-

ляет считать аллювий IV террасы более древним. Таким образом, возраст "пограничной" террасы Ангары вполне определенно может быть установлен находками представителей таманского комплекса в отложениях более древних террас и хозарского в ее покровных образованиях.

Остановимся на палеонтологических находках в разрезе рыхлых отложений II надпойменной террасы р. Ангары. Они интересны тем, что в нижней части разреза отложений террасы найдены остатки *Bison priscus longicornis*, относящегося к хозарскому фаунистическому комплексу. В верхних щебнистых горизонтах, представляющих, по мнению Э.И. Равского, линзу склонных отложений, в разрезе аллювия найдены кости уже представителей верхнепалеолитического фаунистического комплекса: *Bison priscus deminutus*, *Mammuthus primigenius* и мелкой формы *Equus caballus*. По этому поводу Э.И. Равский писал: "Совместное нахождение представителя хозарского фаунистического комплекса с фауной верхнепалеолитического комплекса сейчас не может найти удовлетворительного объяснения. Возможно, что при накоплении более многочисленных фактов появится необходимость пересмотреть для Восточной Сибири стратиграфическое значение *Bison priscus longicornis* как вида, относящегося только первой половине среднего плейстоцена" (Равский, 1959, с. 138).

Однако, если обратиться к более поздним работам Э.И. Равского (1972) и Э.А. Вангенгейм (1961), то верхние горизонты отложений террасы, включающие верхнепалеолитических млекопитающих, уже рассматриваются как покровные образования. При такой интерпретации разреза исключаются все противоречия, связанные с нахождением в аллювии террасы длиннорогого бизона. Если же сравнивать террасовый ряд Ангары с "эталонным", то можно видеть, что вторая по счету терраса, расположенная ниже "пограничной", должна характеризоваться остатками млекопитающих хозарского комплекса.

• Обратимся к материалам по Мамонтовой горе, разрез которой является предметом оживленной дискуссии. Затронем вопросы, непосредственно касающиеся возраста аллювия террас Алдана.

Для этой цели воспользуемся фактическими данными исследований, выполненных сотрудниками кафедры палеогеографии МГУ А.К. Агаджаняном, Т.Д. Боярской, Н.И. Глушанковой, Н.Г. Судаковой, С.С. Фаустовым, В.С. Хоревым и А.И. Шлюковым (1973).

В долине Алдана, в районе Мамонтовой горы, помимо поймы насчитывается пять террас. М.А. Алексеев сообщает сведения о существовании и VI надпойменной террасы высотой 100–120 м.

В отложениях 60–80-метровой (V надпойменной) террасы, являющейся "пограничной" в данном ряду, костных остатков в коренном залегании не обнаружено. Большое количество костей позднплейстоценовых млекопитающих найдено лишь в лёссовидных суглинках, перекрывающих эту террасу.

В разрезе аллювия 50-метровой террасы *in situ* найдены остатки длиннорогого бизона и мамонта раннего типа. Б.С. Русановым (1968) из этих отложений определены остатки широколобого лося

Alces latifrons postremus, что позволяет датировать их миндель-рисом. А.К. Агаджаняном в верхней части аллювия 50-метровой террасы найдены зубы полевок некорнезубых, цементных, но лишь с пятью замкнутыми пространствами, что является признаком архаичности. По мнению этого исследователя, фауна грызунов из отложений 50-метровой террасы соответствует времени до среднеплейстоценового похолодания (Агаджанян и др., 1973). В покровных суглинках террасы встречены остатки как среднеплейстоценовых, так и верхнеплейстоценовых млекопитающих. Верхняя часть покровных образований этой террасы, по данным радиоуглеродного анализа, датирована поздним плейстоценом (от 40 до 44 тыс. лет), что не исключает присутствия в нижних горизонтах этой толщи и среднеплейстоценовых осадков неаллювиального происхождения. Таким образом, фаунистическая характеристика аллювиальных отложений 50-метровой террасы позволяет синхронизировать их с образованиями IV надпойменной террасы "эталонного" террасового ряда.

Отложения 30-метровой террасы Алдана содержат большое количество костных остатков. А.К. Агаджанян допускает, что костеносный слой имеет делювиальное происхождение, его образование совпадает по времени с началом лёссовобразования на этой террасе. К сожалению, кости в слое ожелезненного галечника имеют плохую сохранность, что не позволило определить их с необходимой детальностью. Вместе с тем в отложениях террасы было найдено много остатков мелких грызунов, сохранность которых позволяет говорить о незначительном переносе. Отмечается, что имеющийся материал по мелким млекопитающим еще недостаточен и во многом противоречив. Поэтому мы ограничиваемся лишь констатацией этих фактов, не делая никаких выводов о возрасте 30-метровой террасы. Отметим лишь, что, судя по материалам этой работы (Агаджанян и др., 1973), остатки плейстоценовых млекопитающих характеризуют только время накопления лёссовидных суглинков, а не аллювиальные отложения террасы. Сравнение с "эталонным" террасовым рядом показывает, что с аллювием 30-метровой террасы должны быть связаны остатки млекопитающих хозарского комплекса. Они в свое время и были найдены Б.С. Русановым (1968) в отложениях этой террасы. Наряду с костями сибирского марала, кабалоидной лошади, выделенной им в новый подвид, была встречена метатарсальная кость длиннорогого бизона. Это позволяет отнести отложения 30-метровой террасы к среднему плейстоцену.

Мы не будем рассматривать характеристику более молодых террас Алдана. Все они содержат остатки верхнепалеолитической фауны. Таким образом, хотя отложения "пограничной" террасы Алдана и не имеют палеонтологической характеристики, их возраст устанавливается находками хозарских млекопитающих в осадках двух низких террас.

Рассмотрим материалы по стратиграфии четвертичных отложений бассейна Вилюя. По данным М.Н. Алексеева (1973), покровные суглинистые осадки и аллювий I и II надпойменных террас зак-

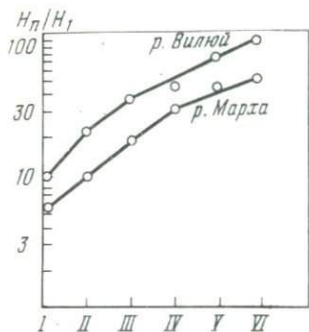


Рис. 9. Графики террасовых рядов Вилюя и Мархи (ссылки на материалы см. в тексте)

лучают остатки млекопитающих верхне-палеолитического фаунистического комплекса. Возраст этих отложений — верхний плейстоцен, верхняя часть среднего плейстоцена. Более древние отложения III надпойменной террасы содержат остатки млекопитающих, относящихся к хозарскому комплексу: *Mammuthus trogontherii*, *Bison priscus longicornis*.

Аллювиальные отложения IV террасы Вилюя охарактеризованы остатками млекопитающих тираспольского фаунистического комплекса: *Mammuthus trogontherii trogontherii*, *Dicerorhinus mercki*, *Equus cf. mosbahensis*, *Alces latifrons*. На этом основании отложения IV террасы датируются нижним плейстоценом. Палеомагнитные исследования показали, что верхние горизонты аллювия IV террасы намагничены прямо, нижние — обратно. Таким образом, в Восточной Сибири, в Приазовье и Молдавии граница палеомагнитных зон Брюнес — Матуяма проходит в осадках, заключающих остатки млекопитающих тираспольского фаунистического комплекса. Данные палеомагнитного и палеонтологического анализа позволяют сопоставлять IV террасу Вилюя с VI террасой Днестра.

Теперь проанализируем террасовый ряд Вилюя. Данные о высотах террас взяты из продольного профиля р. Вилюя, приведенного в работе М.Н. Алексеева (1961). На графике террасового ряда (рис. 9) видно, что III надпойменная терраса является "пограничной". Сравнивая террасовый ряд Вилюя с "эталонным", мы видим, что отложения его IV террасы должны сопоставляться с VI террасой рек Молдавии и характеризоваться остатками тираспольского комплекса млекопитающих. Здесь должна быть зафиксирована граница палеомагнитных эпох Брюнес — Матуяма. Таким образом, палеонтологические и палеомагнитные данные обнаруживают удивительное совпадение возраста I террасы, расположенной выше "пограничной", в двух различных регионах, удаленных друг от друга на несколько тысяч километров. Естественно, мы должны были бы ожидать, что будет совпадать и возраст самих "пограничных" террас этих рек. Между тем аллювий "пограничных" террас (V) рек Молдавии также включает остатки млекопитающих тираспольского комплекса, как и более высокие VI надпойменные террасы, хотя одновозрастная им (судя по графику террасового ряда) терраса Вилюя, по свидетельству М.Н. Алексеева (1973), содержит остатки хозарских млекопитающих.

Прежде чем искать объяснение этому факту, обратимся к более ранней работе М.Н. Алексеева (1961). В ней по поводу палеонтологической характеристики отложений III террасы Вилюя написа-

но следующее: "... под обрывом этой террасы... на довольно широком бечевнике были найдены многочисленные кости млекопитающих, которые, по определению И.А. Дуброво, принадлежат *Elephas primigenius*, *Rangifer tarandus*, *Rhinoceros* sp., *Bison priscus*, *Equus* sp., *Alces alces*. Приуроченность этих находок к местам подмыва III террасы и отсутствие находок костей под соседними обнажениями других террас позволяют предположить, что кости были вымыты из отложений III террасы или, может быть, из делювиального чехла, покрывающего ее.

Последнее предположение является более вероятным, так как в настоящее время имеются указания на связь с аллювиальными отложениями III террасы Мархи у пос. Куболах остатков представителей хозарского фаунистического комплекса" (Алексеев, 1961, с. 36).

Таким образом, аллювий III террасы Вилюя не имеет фаунистической характеристики. Его возраст устанавливается М.Н. Алексеевым (1973) на основании находки в осадках III надпойменной террасы р. Мархи зуба *Mammuthus trogontherii* (Вангенгейм, 1961).

Между тем на продольном профиле террас Вилюя, помещенном в работе М.Н. Алексеева (1961), видно, что в районе устья р. Мархи III надпойменная терраса Вилюя не фиксируется. Идентично и в долине Мархи III надпойменная терраса обрывается, не доходя 50-60 км до долины Вилюя. Таким образом, заключение об одновозрастности III террас этих рек могло быть сделано, лишь опираясь на положение, что одноименные террасы одновозрастны.

На графике террасового ряда Мархи (см. рис. 9) видно, что "пограничной" в этой долине является IV надпойменная терраса. Именно эта терраса одновозрастна III террасе Вилюя. Таким образом, присутствие остатков представителей хозарского фаунистического комплекса в отложениях III террасы р. Мархи не противоречит возрасту "пограничных" террас, а, наоборот, подтверждает его. Точно так же вполне находит свое объяснение и комплекс млекопитающих с мамонтом раннего типа, изученный в отложениях II надпойменной террасы Вилюя (Вангенгейм, 1961).

Приведем еще один пример. По данным Г.И. Горецкого (1962), в районе Черкесска, в долине Кубани, насчитывается 14 надпойменных террас. Вниз по течению они погружаются, и, например, X некрасовская терраса у Краснодара становится V надпойменной. Если рассматривать террасовый ряд у Черкесска, то "пограничной" здесь является VI терраса. Таким образом, "некрасовская" терраса, в каком бы поперечном профиле долины ее ни рассматривали, всегда будет IV (выше "пограничной"). Обращаясь к "эталонному" ряду, увидим, что отложения IV террасы, выше "пограничной", должны характеризоваться хапровским фаунистическим комплексом. Именно из этой террасы р. Кубани Н.А. Лебедева определила остатки *Elephas meridionalis*, *E. planifrons*.

Итак, с целью доказательства возраста "пограничных" террас мы рассмотрели биостратиграфические и палеомагнитные данные по

долинам 10 различных рек территории СССР, удаленных друг от друга по широте на несколько тысяч километров. Список речных долин, в террасовых отложениях которых имеются единичные находки плейстоценовых млекопитающих, огромен, и перечисление этих данных заняло бы слишком много места. Между тем приведенного материала, на наш взгляд, вполне достаточно для заключения, что "пограничные" террасы независимо от их положения в лестнице террас оказываются одновозрастными. Мы видели, что "пограничная" и следующая за ней более высокая террасы включают остатки млекопитающих тираспольского фаунистического комплекса, отложения еще двух вышерасположенных террас — таманского комплекса и т.д. Две террасы ниже "пограничной" характеризуются хозарской фауной, остальные — верхнепалеолитической. При этом мы нигде не встретили разрезов, где хозарские и верхнепалеолитические млекопитающие характеризовали бы аллювий одной и той же террасы. Очевидно, этот факт является еще одним доводом в пользу эволюционного характера послетираспольских комплексов млекопитающих. Из приведенного материала можно видеть, что не только данные палеомагнетизма, но и анализ закономерностей в распределении высот террас свидетельствуют в пользу синхронного развития плейстоценовых млекопитающих на огромной территории Евразии. Все это доказывает, что при изучении закономерностей в распределении высот террас "пограничные" террасы являются своеобразным репером, относительно которого можно коррелировать террасы и их осадки на огромных территориях. Это отнюдь не означает призыв к механическому перенесению установленных закономерностей в практику геологических и геоморфологических исследований. Мы отдаем себе отчет в том, что в процессе региональных работ, несомненно, могут выявиться территории, где предлагаемый метод анализа террасовых рядов может не дать должного эффекта. Подробно эти вопросы разбираются ниже. Здесь лишь отметим, что в процессе работы над установлением возраста "пограничных" террас мы получили результаты, которым пока не можем найти убедительного объяснения.

Так, у всех проанализированных по многочисленным литературным данным террасовых рядов рек Южного Урала "пограничной" всегда оказывалась V надпойменная терраса. При этом если осадки двух расположенных ниже ее террас, точно так же как и в "эталонном" ряду, характеризуются остатками млекопитающих хозарского и раннепалеолитического (с длиннорогим бизоном) комплексов, то образования "пограничной" и следующей более высокой (VI надпойменной) террас, по К.В. Никифоровой, включают соответственно остатки таманских и молдавских млекопитающих (Яхимович, 1965). Таким образом, между IV и V террасами уральских рядов как бы выпадают две террасы, осадки которых должны были бы характеризоваться остатками млекопитающих тираспольского фаунистического комплекса. Между тем в этом районе все известные отложения с тираспольской фауной залегают либо в грабенах, либо в погребенных переуглубленных долинах прарек на уровне V

террасы. Долины таких древних рек в пределах Русской равнины имеют очень широкое развитие и хорошо изучены благодаря работам Г.И. Горещкого и других исследователей.

Другим таким районом, очевидно, является долина Енисея. Пользуясь сводкой по плейстоценовой геологии Западной Сибири В.А.Зубакова (1972), нами было установлено, что "пограничной" террасой в этой долине является IV (атаманская, высокая лагерная) терраса. Ее отложения охарактеризованы находками *Mammuthus trogontherii*, *M. primigenius* (раннего типа) и крупной формы кабалоидной лошади. Более высокая V (собакинская) терраса имеет небогатую палеонтологическую характеристику, зато в осадках переуглубленной долины Енисея, залегающих под отложениями VI (торгашинской) террасы найдены остатки *Equus ex gr. sanmeniensis*, *Archidiscodon wüsti*, позволяющие датировать эти отложения минделем. Из отложений VII (худоноговской) террасы происходят остатки слона и носорога, не определенные до вида, но они датируются по данным фторового анализа "концом плиоцена".

Таким образом, из террасового ряда Енисея как будто бы выпадает одна терраса, которая в "эталонном" ряду охарактеризовалась бы тираспольской фауной.

Нетрудно заметить, что при выпадении одной или нескольких террас, сформированных ритмами, предшествующими изменению закономерности процесса образования террас, установить факт сокращения ряда по морфометрическим данным невозможно. Для этой цели необходимо пользоваться либо палеонтологическими, либо палеомагнитными данными. Такие ряды мы предлагаем впредь называть "скрыто сокращенными" в противоположность "сокращенным" рядам, о которых упоминалось выше.

Мы обнаружили всего два района со "скрыто сокращенными" рядами. Все они приурочены к краевым зонам платформ. Пока неясно, является ли это характернейшей особенностью названных структур, связанной с их геологической историей, или здесь основную роль сыграли какие-либо другие природные факторы. Думается, что дальнейшие целенаправленные исследования помогут однозначно разрешить эту проблему. Пока, очевидно, следует признать, что разновозрастными "пограничные" террасы бывают у речных долин, в истории развития которых формирование террас не прерывалось. Думается, что тезис о примерной разновозрастности "пограничных" террас может быть принят для большинства районов, испытавших в кайнозой устойчивые тектонические поднятия.

Итак, изменение закономерности процессов образования террас произошло после формирования "пограничной" террасы. К этому же рубежу приурочено вымирание млекопитающих тираспольского фаунистического комплекса. Таким образом, "пограничные" террасы возникли в конце раннего плейстоцена. Этот рубеж, согласно последним представлениям, датируется в 350 тыс. лет (Кинд, Никифорова, 1976).

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ СВИТ

При изучении аллювия террас обращает на себя внимание, что в его разрезе обычно выделяются как бы два яруса: нижний, представленный грубообломочным материалом (галечники, гравии, прослой грубозернистого песка), и верхний, представленный тонкими осадками (пески, суглинки, глины).

Сведения о таком "двухъярусном" строении аллювиальных свит приведены в многочисленных работах Г.И. Горецкого, А.И. Москвитина, К.В. Никифоровой, Н.В. Рентгартен, Э.И. Равского, Е.В. Шандера и многих других исследователей, занимавшихся изучением стратиграфии и литологии аллювиальных толщ.

Для нижних горизонтов аллювиальных свит долин рек перигляциальной зоны Русской равнины, сложенных межледниковыми слоями, характерны русловые и пойменные фации, постепенное увеличение вниз по разрезу крупности материала, ясно выраженный базальный слой, своеобразная слоистость русловых отложений, выражающаяся в чередовании пачек из косых серий и горизонтальных слоев, частая смена аллювиальных сегментов в латеральном направлении.

Верхние горизонты аллювиальных свит в подавляющем большинстве долин сложены перигляциальным аллювием. Он обладает рядом специфических черт, отражающих фациальную обстановку, аналогичной которой в настоящее время отсутствуют (Горецкий, 1958; Васильев, 1969, 1973). Для ее понимания совершенно недостаточно метода актуализма, и перигляциальный аллювий нельзя считать просто аллювием околледниковой зоны, а следует рассматривать его как образование, возникшее в качественно иных, чем современные, ландшафтно-географических условиях (Васильев, 1973). Перегляциальный аллювий весьма схож с нормальным аллювием равнинных рек, но все же отличается от последнего отсутствием фаций стариц и пойм, недоразвитостью фаций размыва, фрагментарностью аллювиальной слоистости (Горецкий, 1974).

Перигляциальный аллювий ложится на подстилающие слои без существенного перерыва. "В очень многих (если не во всех) разрезах в низах перигляциальной аллювиальной свиты наблюдаются горизонты, видимо, старичных глеевых темных суглинков с большим количеством органических остатков (детрит торфянисто-болотистой растительности, раковины мелких гастропод-обитателей луж и других небольших застойных водоемов и т.д.)" (Васильев, 1969,

с. 155). Палинологический анализ таких горизонтов свидетельствует о том, что их накопление происходило в условиях холодного и влажного климата.

Особенности строения разрезов перигляциального аллювия равнинных рек позволили Ю.М. Васильеву (1973) прийти к выводу, что холодный и влажный климат начала седиментации сменялся холодным и сухим в ее конце.

Ю.М. Васильев убедительно показал, что колебания базиса эрозии рек Русской равнины не оказывали влияния на накопление перигляциального аллювия. Более того, формирование перигляциальных толщ в долинах рек бассейна Черного моря совпало с гляциоэвстатической регрессией. Накопление перигляциального аллювия в долине Волги было одновременным с трансгрессиями Каспия, что, однако, существенно не сказалось на его мощности.

Изучение соотношений морен, задровых полей и поверхностей террас позволило Ю.М. Васильеву сделать вывод, что преобладание процессов глубинной эрозии в речных долинах Русской равнины отмечалось во вторую половину ледниковья и, может быть, в начале межледниковья. Накопление перигляциального аллювия имело место в первую половину ледниковья, включая момент максимального распространения ледника. Таким образом, по Ю.М. Васильеву, нижние горизонты аллювиальных свит накапливались в течение большей части межледниковья.

Следует отметить, что такое четкое разделение отложений на межледниковые и ледниковые слои характерно лишь для плейстоценовых террас. Для более древних аллювиальных осадков обычно удается установить, что нижние, наиболее мощные горизонты руслового аллювия накапливались в условиях гумидного климата, который впоследствии сменялся аридным. В это время ослабевала деятельность рек, появлялись озера, получали развитие делювиальные процессы. Однако мощность делювия на высоких террасах обычно небольшая, что является, вероятно, свидетельством сравнительной кратковременности аридных эпох (Никифорова и др., 1965; Константинова, 1967) или слабым воздействием климата на осадкообразование. Таким образом, и в разрезах доплейстоценовых террас устанавливаются вполне закономерные изменения климата по мере седиментации аллювия. Наряду с этим отмечается и направленное изменение климата в сторону его похолодания и нарастания степени аридности.

Изучением аллювия рек Восточной Сибири занимались М.Н. Алексеев, С.А. Архипов, С.П. Горшков, В.А. Зубаков, Э.И. Равский, С.М. Цейтлин и многие другие исследователи. Обобщение данных об особенностях накопления и строения аллювиальных толщ принадлежит Э.И. Равскому (1972) и М.Н. Алексееву (1975).

Э.И. Равский отметил, что надпойменные террасы, от I до IV (реже V), рек Енисея, Анггары, Подкаменной и Нижней Тунгусок, Лены и их более или менее крупных притоков характеризуются рядом специфических черт. Главнейшая из них — повышенная мощность

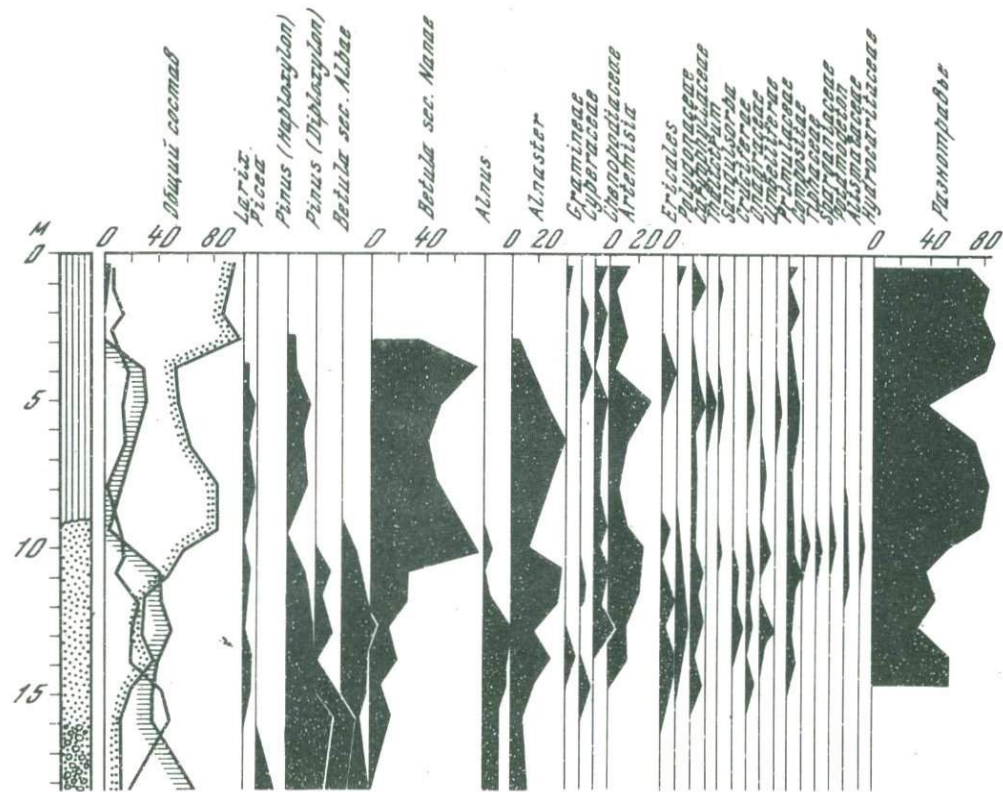
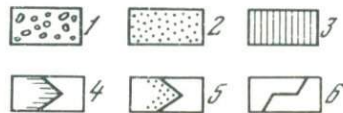


Рис. 10. Спорво-пыльцевая диаграмма стложений 50-метровой террасы р. Алдана (Агаджанян и др., 1973)

1 - галька и гравий; 2 - песок; 3 - покровный суглинок; 4 - пыльца древесных пород; 5 - пыльца травянистых растений; 6 - споры



террасового аллювия. Базальная часть разреза аллювиальных свит обычно представлена русловыми галечниками, почти всегда имеет подчиненное значение, а толща перекрывающих ее осадков, напротив, характеризуется большой мощностью. Перигляциальный аллювий, как заметил Э.И. Равский, ранее рассматривался в качестве пойменной фации, что как будто согласовывалось с его литологическим составом. Такой разрез считался полифациальным, но геологически одновозрастным. Однако по мере дальнейших исследований, в особенности палинологическим анализом, было доказано, что террасовый аллювий сибирских рек, так же как и рек Европы, имеет двухъярусное строение и отражает закономерное изменение климата по мере его седиментации.

Рассмотрим в качестве примера палинологическую характеристику разреза аллювия 50-метровой террасы Алдана по данным Т.Д. Боярской (Агаджанян, Боярская и др., 1973). Палинологические спектры, полученные из горизонта галечников мощностью около 10 м, залегающих в основании разреза террасы (рис. 10), свидетельствуют о произрастании темнохвойно-лиственных лесов, доминантами в которых выступали ель, пихта, кедр. Растительность эпохи накопления галечников напоминала таковую современной южной подзоны темнохвойной тайги. Очевидно, климат был теплым и достаточно влажным.

Спектры, полученные из нижней части залегающих выше песков (около 9 м их разреза), свидетельствуют о том, что охарактеризованная выше растительность сменилась в дальнейшем смешанными лесами. На территории произрастали ельники и лиственничники с кедровым стлаником. Не исключено, что пыльца последнего была занесена со склонов Верхоянского хребта. Характер растительности свидетельствует, что климат стал суше и более континентальным, но все же степень его континентальности не достигала современной. Растительность того времени, возможно, напоминала современный тип среднетаежной подзоны.

В верхних 6 м разреза песков палинологические спектры указывают на появление разреженных лиственничных и мелколиственных лесов, с абсолютным господством кустарниковых видов берез типа современных гипоарктических редколесий и лесотундры.

В залегающих выше лёссовидных суглинках, которые иногда рассматриваются не как покровные образования, а как пойменные фации аллювия, установлены спектры, свидетельствующие о господстве травянистых группировок типа тундрово-степных. Даже если мы и исключим эти образования из анализа, то все равно отчетливо проступают направленное нарастание контраста температур и иссушение климата по мере накопления аллювия этой террасы. Такие же его изменения характерны для разрезов других террас рек Якутии.

Обобщение всех данных по строению аллювия террас рек Внутренней Азии позволило Э.И. Равскому сделать вывод о существовании в этом регионе специфических ландшафтных условий во время накопления верхних частей разрезов аллювиальных свит. Пали-

нологические данные, холодолюбивая фауна и присутствие криогенных текстур дают возможность предполагать перигляциальную обстановку эпох седиментации и выделить накопившийся в это время аллювий в особый "перигляциальный" тип.

Э.И. Равский убедительно показал, что перигляциальный аллювий рек Восточной Сибири близок к перигляциальному аллювию Русской равнины. Он также характеризуется отсутствием четко выраженных русловых и пойменных фаций: разной крупности материал переслаивается в разрезах. И все же можно говорить о преобладании в разрезах перигляциального аллювия мелкозернистых, глинистых песков. В щебнистых грунтах, преимущественно встречающихся у склонов долины, нередки обломки со следами эоловой обработки. Толща перигляциального аллювия обладает главным образом горизонтальной или слабоволнистой слоистостью. В противоположность аллювию Русской равнины криогенные деформации прослеживаются здесь по всему разрезу. При этом в нижних горизонтах чаще всего встречается складчатость слоев, в верхних — псевдоморфозы по ледяным жилам и трещины усыхания. В тонких по механическому составу осадках на всех уровнях разреза наблюдаются текстуры, образовавшиеся в результате таяния сегрегационных льдов. Встречаются и следы перерывов в осадконакоплении, выраженные горизонтами погребенных почв или маломощными торфяниками. Погребенные почвы представлены степными разновидностями с высокой карбонатностью. Почти все находки остатков фауны млекопитающих происходят преимущественно из перигляциального аллювия (рис. 11).

Как считает Э.И. Равский, перигляциальные отложения неледниковой зоны Сибири, хотя и напоминают подводно-ледниковые отложения Русской равнины, подробно охарактеризованные Г.И. Горецким (1958), но участие в их формировании ледниковой составляющей стока почти полностью исключается.

Основываясь на палинологических материалах, Э.И. Равский приходит к выводу, что нижние горизонты аллювия формировались в середине или конце межледниковий, а залегающий выше перигляциальный аллювий заканчивал свое накопление в конце оледенений. При этом значительного перерыва между временем аккумуляции межледникового и перигляциального аллювия, по данным палинологических анализов, не установлено. Таким образом, изучение аллювия рек Восточной Сибири свидетельствует, что и в этом районе аллювий террас имеет двучленное строение. Этот исследователь также указывает на наличие разрезов некоторых террас с трехчленным строением.

Интересно будет рассмотреть особенности строения аллювиальных толщ Северо-Востока страны. В некоторых районах изученность аллювия чрезвычайно высокая, в других — этим вопросам только начинает уделяться внимание.

Первая и пока единственная сводная работа по аллювиальным отложениям Северо-Востока СССР принадлежит Н.А. Шило (1961).

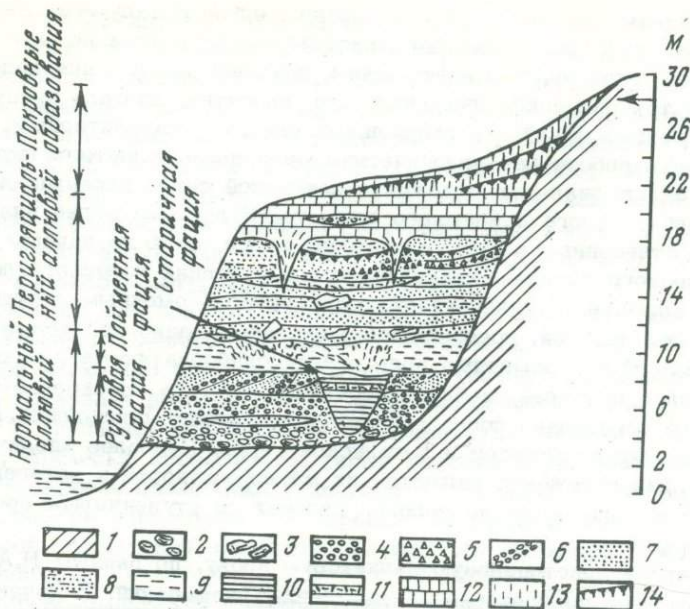


Рис. 11. Схема строения плейстоценовых террас рек Внутренней Азии. По Э.А. Равскому, 1972.

1 - коренные породы; 2 - валуны; 3 - неокатанные глыбы; 4 - галечник; 5 - щебень; 6 - гравий; 7 - песок крупнозернистый; 8 - песок мелкозернистый, глинистый; 9 - супесь и суглинок; 10 - пески, супеси, суглинки, глины; 11 - торфяники; 12 - лёссовидные суглинки и суглинки слоистые; 13 - лёссовидные супеси и суглинки неслоистые; 14 - погребенные почвы степного типа

В ней изложен и обобщен огромный фактический материал по стратиграфии и строению аллювиальных толщ, полученный в бассейнах Кольмы и Индигирки. Стратиграфические исследования, опирающиеся главным образом на данные палинологического анализа и изучение макроостатков флоры, позволили Н.А. Шило разделить разрез рыхлых отложений этого района на ряд серий со специфическими особенностями литогенеза.

Так, например, для аллювия нерской серии характерно преобладание русловых фаций, представленных мелкими галечниками значительной мощности, а также присутствие пойменных отложений с линзами старичных фаций, сложенных песками с "глинистыми" или илистыми компонентами серовато-синего цвета.

Второй этап формирования рыхлого покрова Яно-Кольмского пояса назван предледниковым (базовская серия). Возникшие в это время отложения, залегающие на поверхности нескольких террас, характеризуются грубообломочным составом и малой мощностью. Резко преобладают русловые галечники с характерным для них разно-

фракционным составом, грубо отсортированные с валунами. Галечники сцементированы илесто-глинистым или песчаным цементом, Н.А. Шило считает, что в это время начались восходящие колебательные тектонические движения, что, вероятно, сделало присутствие пойменных фаций в аллювиальных свитах нехарактерным. Приведенные в работе палинологические материалы свидетельствуют о том, что аллювиальные отложения базовской серии накапливались в условиях теплого и влажного климата. Отложения более низких террас, отнесенные к себиктелияхской серии, судя по данным палинологического анализа, накапливались в условиях холодного ледникового климата. Они характеризуются грубообломочным составом, слабой сортировкой, преобладанием русловых фаций над всеми остальными. В них заметную роль играет слабоокатанный галечный материал с примесью щебня и небольших валунов. Несколько террас было образовано после раннеплейстоценового оледенения. Аллювий этих террас отнесен к детринской серии. Наиболее характерными чертами отложений являются их малая мощность и залегание в виде сплошного чехла на пологих склонах со ступенчатым продольным профилем.

В верхнеплейстоценовую ледниковую эпоху, по данным Н.А. Шило, литогенез не претерпел существенных изменений. В течение этого отрезка геологической истории образовались интересные по литологическим особенностям и условиям залегания осадки, представленные преимущественно супесями синевато-серого цвета, иногда с тонкими прослоями растительного детрита, линзы и жилы льда. На Северо-Востоке страны они именуются "илами". Вот что по этому поводу писал Н.А. Шило: "Такие породы очень широко распространены на рассматриваемой территории; во многих долинах бассейнов рек Кольмы, Индигирки, Яны ими перекрыты две-три межледниковые террасы" (Шило, 1961, с.125). По его мнению, такая обстановка для их формирования обуславливалась слабым развитием растительного покрова, при сильном расчленении рельефа, интенсивным морозным выветриванием, сухим холодным климатом. В спорово-пыльцевых спектрах этих отложений наряду с пылью влаголюбивых растений присутствует пыльца степных видов. Общий облик угнетенного растительного покрова достаточно хорошо устанавливается и на основании изучения макроостатков растений.

Н.А. Шило (1961) и вслед за ним другие исследователи неоднократно отмечали, что для горных районов Северо-Востока страны чрезвычайно характерны интенсивные склоновые процессы. По этой причине как террасы, так и слагающие их аллювиальные отложения бывают настолько сильно размывы, что теряют морфологическое выражение в рельефе. На месте разрушенных террас в нижней части долины возникают пологие склоны, получившие название террасоувалов (Карташов, 1966). Террасы устанавливаются здесь по наличию ступеней в коренных породах склонов и присутствию на горизонтальных площадках маломощного аллювия.

Вследствие интенсивно развитых склоновых процессов аллювий ледниковых эпох, венчающий разрезы террас, здесь встречается крайне редко. Обычно его разрезы сильно редуцированы по мощности. Наиболее полные разрезы приурочены к тыловым швам террас, что было доказано исследованиями Ю.И. Гольдфарба (1970, 1972), Ю.И. Гольдфарба и Т.И. Капрановой (1971), М.П. Гричук (1973), И.А. Каревской (1972) и других. Так, например, двухчленное строение аллювиальных свит было выявлено у террас Кольмы высотой 15, 30, 45, 150, 160 и 250-290 м, а также 40-45 и 220-250-метровых террас Бёрёлёха.

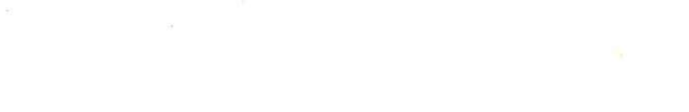
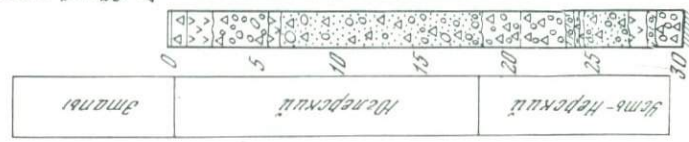
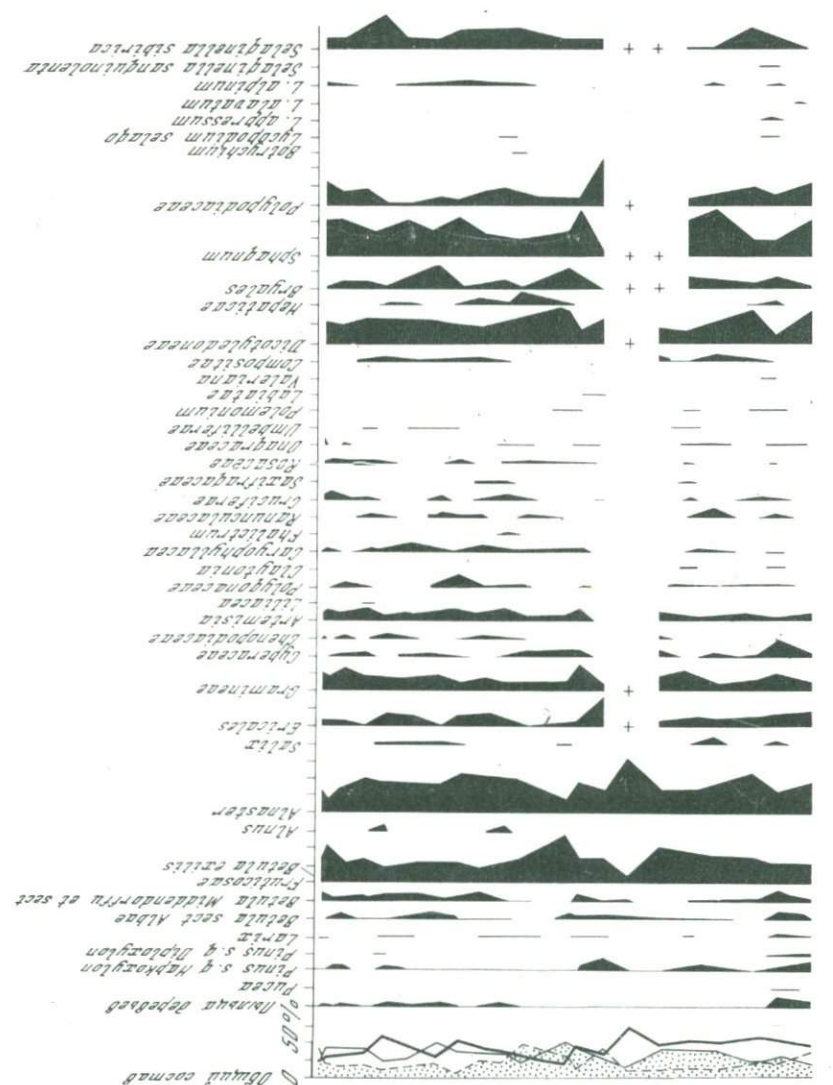
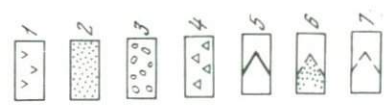
Приведем для примера спорово-пыльцевую характеристику разреза аллювия 35-метровой террасы Кольмы, изученного И.А. Каревской несколько ниже устья р. Ошибка. На рис. 12 можно видеть, что в интервале разреза 27-30 м палинологические спектры говорят о произрастании в долине лиственничных лесов с белой березой, примесью сосны и ели. Более высокий ярус, вероятно, занимали заросли ольховника и кедрового стланика. Растительность того времени напоминала группировки, характерные сейчас для Центральной Камчатской депрессии. Климат был несколько теплее современного.

Спорово-пыльцевые спектры, полученные из более высоких горизонтов аллювия (интервал 18-26 м), свидетельствуют о произрастании светлохвойных лесов с участием березы, значительном расширении кустарникового пояса, развитии сфагновых болот с ерником. Растительность времени накопления этой части разреза аллювия была похожа на лиственничные редколесья окрестностей Магадана. Климат стал более холодным и влажным.

И.А. Каревская считает, что верхние горизонты разреза террасы (интервал 0,5-17 м) представляют собой перемытые рекой флювиогляциальные отложения. Спектры в интервале 15-17 м указывают на существование растительности типа кустарниковой лесотундры с редким участием лиственницы, появлением разнотравнозлаковых лугов осоковых и кустарниково-сфагновых болот. Растительность очень напоминала современную растительность Северной Камчатки.

Такие же данные для более высоких горизонтов разреза указывают на дальнейшее сокращение площадей, занятых крупными кустарничками и появлением растительных группировок, характерных сейчас для южной гипоарктической тундры, бассейна Анадыря. Климат стал холоднее современного, но достаточно влажным. Интересно отметить, что за время формирования разреза аллювия этой террасы Кольмы, вследствие направленного похолодания, произошло как бы смещение границ растительных группировок не менее чем на 10-12° по широте. Даже если в то время взаимоотношения границ растительных зон отличались от современных, степень изменения климата за этот интервал времени все же была значительной.

Совокупность всех данных пыльцевого анализа, выполненных к настоящему времени, позволила М.П. Гричук (1973) заключить, что



в конце плиоцена и начале плейстоцена в эпохи похолоданий климат был менее континентальным, чем в аналогичные холодные эпохи среднего и верхнего плейстоцена. С верхнеплейстоценовыми похолоданиями, заканчивавшимися эпохами с резко выраженным континентальным климатом, связано исчезновение лесов. Эти данные хорошо согласуются с литологическими наблюдениями и позволяют отнести описанные Н.А. Шилов (1961) своеобразные, пылеватые, сильно льдистые отложения, венчающие разрезы верхнеплейстоценовых речных террас, к перигляциальному аллювию. Наличие в этих отложениях линз и жил льда, очевидно, можно объяснить тем, что многолетняя мерзлота возникла на Северо-Востоке сравнительно давно. Об этом можно судить и по мумифицированным остаткам млекопитающих и даже целым тушам животных, которые вряд ли сохранились бы при деградации мерзлоты. Захоронение их, как известно, происходило в промежуток времени от каргинского межледникового до раннего голоцена включительно. Быть может, именно здесь в настоящее время в разрезах верхнеплейстоценовых террас мы встречаем перигляциальный аллювий в его "первозданном" виде, то есть в таком, в каком он был и в других регионах во время его образования. После таяния подзоных льдов там сохранились лишь следы наблюдаемых ныне криотурбаций.

Анализ разрезов аллювия террас, более древних, чем верхнеплейстоценовые, также обнаруживает своеобразное строение. Межледниковые слои, как правило, имеют хорошо выраженный базальный горизонт, часто представленный огромными валунами гранитоидов, что, по мнению некоторых исследователей, свидетельствует о перемычке древних морен. Вверх по разрезу отмечается уменьшение размера обломочных частиц, появляются мелкие галечники, прослой гравия, линзы пойменных суглинков и глин, отложения старич, обычно содержащие макроостатки флоры, древесину.

Аллювий эпох похолоданий обычно представлен мелкими, глинистыми, плохо отсортированными галечниками с тонкими прослоями хорошо "промытого" гравия, песками, супесями и суглинками. Пойменные и старичные фации для этих частей разреза не характерны.

Рассматривая особенности строения отложений террас рек Камчатки и Сахалина, следует подчеркнуть, что аллювиальные отложения этих районов изучены мало. Поэтому ниже приведены лишь некоторые особенности строения аллювиальных свит, выявленные автором и другими исследователями при изучении стратиграфии плейстоцена этих районов. Такие исследования не носили специального характера и, естественно, дают самую приближенную карти-

Рис. 12. Спорово-пыльцевая диаграмма разреза аллювия 35-метровой террасы Колымы. По И.А. Каревской, 1972.

1 - осыпь; 2 - песок; 3 - галечник; 4 - щебень; 5 - пыльца древесных и кустарниковых пород; 6 - пыльца трав и кустарничков; 7 - споры

ну, не претендуя на полноту освещения всех характерных особенностей строения аллювиальных свит.

Главнейшей чертой аллювия рек Сахалина является то, что здесь почти полностью отсутствуют разрезы с двучленным строением. Лишь в бассейне р. Орловки (Западный Сахалин) А.Н. Александрова установила, что аллювий некоторых террас накапливался как во время межледниковий, так и в течение эпох похолоданий. В большинстве же долин разрезы аллювиальных свит характеризуются "холодным" и "влажным" типом спорово-пыльцевых спектров. Выделение в разрезах аллювия рек Сахалина пойменных и старичных фаций крайне затруднительно. Они устанавливаются лишь в долинах рек межгорных впадин, таких, как Тымь-Поронайская и Сусунайская, и то преимущественно у низких террас. В горах и небольших внутригорных впадинах, таких, как Лунская и Пограничная, аллювий всегда имеет главным образом грубообломочный характер, плохо отсортирован, слабо окатан, включает валуны. Однако по мере удаления от гор все же отмечается некоторое снижение крупности обломочного материала, несколько улучшается его окатанность, появляются линзы косослоистых, хорошо отсортированных гравийников с лимонитовой пленкой на поверхности зерен. Тем не менее прослой и линзы мелкого материала имеют в разрезе подчиненное значение. Лишь в северных районах Лунской впадины и на севере Сахалина, где распространены слабосцементированные морские неогеновые осадки, в разрезе аллювия встречаются прослой песков, чередующихся с мелкими хорошо окатанными галечниками.

Для отложений горных рек чрезвычайно характерны плохо отсортированные валунные галечники с супесчаным и суглинистым заполнителем. Последний не обнаруживает даже каких-нибудь следов сортированности. Кумулятивные кривые механического состава заполнителя, построенные автором, имели характерный спрямленный вид.

Для горных рек Сахалина эти отложения обычно картировались как аллювиально-пролювиальные или флювиогляциальные, хотя достоверные следы верхнеплейстоценового оледенения установлены лишь для районов г. Лопатина (Восточно-Сахалинские горы). Вместе с тем своеобразие строения этих отложений, их облик, совершенно непохожий на современный аллювий, позволяют предполагать и своеобразную палеогеографическую обстановку эпох седиментации. В пределах Тымь-Поронайской депрессии эти отложения выполняют наиболее прогнутые ее части, располагающиеся вдоль восточных склонов Западно-Сахалинских гор. Они полностью компенсируют тектонический прогиб и даже образуют наклонную равнину в сторону относительно стабильной центральной части впадины. Мощность их огромна. Местами она достигает 300 м. Повышенной мощностью характеризуются такие же осадки террас в долинах рек. Отличительной чертой этих образований являются полное отсутствие ганических остатков, старичных и пойменных фаций, наличие псевдорифоз по ледяным клиньям в верхней части разрезов. Земляные

жили здесь заполнены монотонными желтовато-серыми суглинками, всегда залегающими на поверхности террас.

Наличие этих своеобразных толщ иногда приводит к тому, что в горных районах Камчатки и Сахалина исследователи вообще не выделяют плейстоценовый аллювий. Сошлемся в этой связи хотя бы на работу Д.И. Садовского и В.П. Мокроусова (1964), которые на Камчатке не описывают аллювиальных отложений древнее голоцена. Надо думать, что причиной тому явилось своеобразие строения аллювия этих регионов.

На Сахалине палинологическое изучение террасового аллювия проводилось крайне недостаточно. Так, например, в долине р. Лангери изучены разрезы всего шести нижних надпойменных террас. В других долинах изучено не более двух-трех террас. Тем не менее имеющиеся материалы указывают на некоторые различия в палеораствительности прибрежных и внутренних районов острова. Если в первых в эпохи похолоданий существовали лесотундровые растительные группировки, то во вторых распространялись ольхово-березовые леса с небольшим участием хвойных пород. Накопление аллювия в горных районах происходило во время господства холодного и влажного климата. Разрезы построены преимущественно по контрастному типу. Наличия в одном разрезе всех динамических фаз аллювия для горных территорий не наблюдается. Исключение, пожалуй, составляют верховья рек Лангери и Мойги, где при горных работах автор встречал плотиковую и перестративную фации аллювия. При этом весь разрез аллювия характеризовался все же "холодными" спорово-пыльцевыми спектрами.

Чрезвычайно характерны такие спектры и для аллювия горных рек Камчатки. Многочисленные палинологические анализы террасовых отложений горных рек полуострова, выполненные при геологических съемках, свидетельствуют, что во время накопления аллювия климатические условия были более холодными, чем современные. Наличие двучленных аллювиальных свит можно предполагать лишь в долинах крупных рек и межгорных впадинах. Например, в долине р. Богдановича (приток Облуковины, Срединный Камчатский хребет) в основании 40-метровой террасы наблюдается горизонт хорошо окатанного и прекрасно отсортированного крупного галечника. Мощность его 1,5 м. Выше залегают валунно-галечниковые отложения мощностью 12-14 м, плохо окатанные и слабо отсортированные. Вверх по долине, у слияния рек Богдановича и Богдановской, эти отложения смыкаются с конечной мореной верхнеплейстоценового ледника. Этот факт свидетельствует, что верхние горизонты разрезов террасы образовались во время оледенения.

Подобные валунно-галечные отложения с большим количеством мелкозема были установлены бурением в долине руч. Каменистого в Ганальском хребте. Они выполняют три разновозрастных глубоких тальвега, ярусно расположенных на склонах ручья. Глубина тальвегов достигает иногда 40 м. При объяснении происхождения тальвегов колебательным характером тектонических движений пришлось

бы допустить довольно частую смену знаков движений и их значительные амплитуды. К сожалению, мы не располагаем данными палинологического анализа отложений, выполняющих эти тальвеги. В то же время на западном склоне Ганальского хребта, в долине руч. Иудомича, подобный глубокорасположенный погребенный тальвег выполнен отложениями, которые, по данным палинологического анализа, накапливались во время оледенения.

В долине р. Камчатки некоторые террасы имеют двучленное строение аллювия. Например, аллювий 20-метровой террасы характеризуется спорово-пыльцевыми спектрами, свидетельствующими, что во время его накопления в Центральной Камчатской впадине господствовали луговые и болотные растительные ассоциации. Местами произрастали лиственничники, а вдоль рек — ивняки и ольховники. Такой характер растительности говорит о климатических условиях, более суровых, чем современные. Вместе с тем в основании разреза аллювия этой террасы, в яре Большом, установлено присутствие пыльцы ели в количестве 16–20% (Брайцева и др., 1968). Это свидетельствует о более благоприятных климатических условиях, сходных с современными.

Приведем для примера палинологическую характеристику разреза аллювия II надпойменной террасы Тигиля, полученную Л.А. Скибой (1975). Выше цоколя, представленного верхнеплейстоценовой мореной, в горизонте аллювия мощностью 3 м получены спектры, характеризующие лесную растительность. Вероятно, на территории произрастали березовые леса с примесью ольхи и ели, реже пихты, сосны. Такой тип растительности указывает на климатические условия, более теплые и влажные, чем современные, и поэтому нижние горизонты аллювия террасы могут быть отнесены к межледниковью.

Верхние 6 м разреза аллювия содержат палинологические спектры, свидетельствующие о господстве в ландшафтах Западной Камчатки осоково-злаковых и разнотравных, вероятно, сырых лугов. Климат был холодным и влажным (рис. 13).

В горных районах Камчатки террасы более низких уровней, как правило, аккумулятивные. Нижние горизонты аллювия либо располагаются ниже уреза воды в реке, либо недоступны наблюдению. Верхние горизонты таких террас содержат "холодные" спорово-пыльцевые спектры.

Необходимо заметить, что на Камчатке из-за присутствия большого количества пирокластического материала трудно подчас отличить пойменный аллювий от почвенно-пирокластических чехлов. Не исключено, что пойменные осадки здесь могут ошибочно относиться к покровным образованиям, как, впрочем, последние часто принимаются за отложения пойм.

Подводя итог изложенному выше, можно сказать, что, несмотря на слабую изученность восточных районов СССР, здесь все же отчетливо выявляется определенная связь между формированием аллювия и изменениями климата. Возникает вопрос, можно ли рассматривать своеобразные толщи аллювиальных отложений холодных и

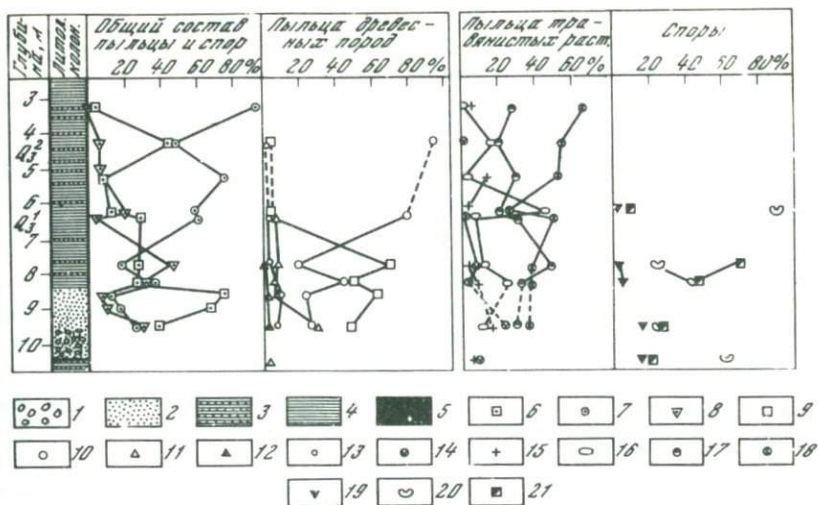


Рис. 13. Спорово-пыльцевая диаграмма аллювия второй надпойменной террасы р. Тигиля (Скиба, 1975)

1 - галечники; 2 - пески; 3 - алевролиты; 4 - глины; 5 - торф; 6 - пыльца древесных пород; 7 - пыльца травянистых растений; 8 - споры; 9 - *Alnus*; 10 - *Betula*; 11 - *Piceae*; 12 - *Abies*; 13 - *Pinus*; 14 - *Ericaceae*; 15 - *Artemisia*; 16 - *Cyperaceae*; 17 - *Gramineae*; 18 - разнотравье; 19 - *Sphagnales*; 20 - *Filicales*; 21 - *Lycopodiaceae*

влажных эпох в качестве одного из членов перигляциальной формации. Выше упоминалось, что типичный перигляциальный аллювий Европейской части СССР и Восточной Сибири имеет совершенно иной характер. Он представлен преимущественно глинистыми песками со следами криотурбаций. В восточных районах, с их муссонным характером переноса влаги, в это же время накапливались существенно глинистые галечники, гравийники, реже пески. Быть может, такие различия связаны с тем, что сравниваются отложения равнинных и горных рек. Вместе с тем р. Ангара вряд ли может быть причислена к категории равнинных хотя ее перигляциальный аллювий лишь в деталях отличается от такого же аллювия равнинных рек. Кажется не случайным тот факт, что "холодный" аллювий высоких террас Северо-Востока страны ближе по особенностям своего строения к аллювию ледниковых эпох муссонных районов, в то время как такой же аллювий низких террас больше напоминает "типичный" перегляциальный аллювий. Именно это позволяет считать, что в горных районах Северо-Востока СССР более отчетливо проявилось направленное изменение плейстоценового климата в сторону его похолодания, аридизации и нарастания контрастности. На Русской равнине такой характер изменений климата ярко был выражен в начале плейстоцена, в центральных районах Колымы - в конце

среднего плейстоцена. На Камчатке, Курильских островах и Сахалине заметных направленных изменений влажности климата как будто бы не устанавливается. Вместе с тем в северном Приохотье и в некоторых районах Сахалина, вероятно, в конце плейстоцена все же наступали холодные и сухие климатические условия. Отсюда можно сделать вывод, что своеобразие строения разрезов аллювия горных районов, помимо орографических причин, в значительной степени зависит от характера плейстоценового климата. Не беря на себя смелость решить вопрос о целесообразности выделения аллювия холодных и влажных плейстоценовых эпох в качестве криогидротической фации перигляциальной формации, ограничусь лишь констатацией своеобразие его строения. Тем более что для настоящего исследования достаточно подчеркнуть, что в долинах рек Северо-Восточной Азии во время ледниковых эпох происходило накопление геригляциального аллювия повышенной мощности (Алексеев, 1975).

Мы рассмотрели главным образом особенности строения аллювия речных террас перигляциальной зоны. Было подчеркнуто, что нижние горизонты аллювиальных свит плейстоценовых террас сложены осадками, накапливавшимися во время межледниковий или в самом конце оледенений и какой-то части последующего межледниковья. Верхние горизонты аллювия, как правило, слагают образования времени оледенений или резких похолоданий климата. В разрезах доплейстоценовых террас юга Европейской части СССР удастся выявить изменения климата от гумидного до аридного.

Все эти особенности изменения климата, выявленные при изучении аллювия террас, несомненно, несут информацию об их происхождении. Учитывая наличие закономерности в распределении высот террас, можно предположить, что и климатические ритмы, вызывающие в речных долинах закономерное чередование эпох эрозии и аккумуляции, проявились в позднем кайнозое также закономерно. Вероятно, закономерное чередование межледниковий и оледенений, потеплений и похолоданий, эпох господства гумидного и аридного климата и было зафиксировано в столь же закономерном распределении высот террас по склону. Ниже путем проверки этой гипотезы попытаемся установить причины возникновения математически закономерных террасовых рядов, то есть выяснить их генетическую сущность.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ЗАКОНОМЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТЕРРАС

Выше отмечалось, что попытки установить причину возникновения математически закономерных террасовых рядов пока не увенчались успехом.

Для их объяснения выдвигались самые различные предположения, однако ни одно из них не было в достаточной мере обосновано геологическими материалами. Следует отметить, что выдвигаемая нами гипотеза происхождения закономерных террасовых рядов также не совсем нова. Еще в 1956 г. С.В. Лютцау, основываясь на изучении превышений террас, предполагал, что их величины могут оказаться пропорциональными длительности плейстоценовых климатических ритмов. Если такая корреляционная связь между продолжительностью ритмов и превышениями террас друг над другом была бы выявлена, тогда возникновение математически закономерных террасовых рядов, как считал С.В. Лютцау (1956), следовало бы связывать не с тектоническими, а с климатическими причинами.

В середине 50-х годов геохронологическая шкала плейстоцена не была достаточно полно разработанной, а исследования стратиграфии и геохронологии донных осадков Мирового океана еще только начинались.

Возможно, поэтому С.В. Лютцау не смог должным образом проверить свое предположение. Теперь наши знания в области геохронологии позднего кайнозоя резко расширились благодаря широкому внедрению разнообразных физических методов определений абсолютного возраста.

О сравнительно хорошей разработанности этих вопросов могут свидетельствовать, например, попытки создания проектов единых стратиграфических и геохронологических шкал позднего кайнозоя (Зубаков, 1968а,в; Шанцер, Краснов, Никифорова, 1973; Кийд, Никифорова, 1976, и др.). Мы полагаем, что в настоящее время имеются достаточно надежные данные для проверки гипотезы о происхождении закономерных террасовых рядов. Оговоримся, однако, что, поскольку нами анализировались не превышения террас друг над другом, а совокупность высот террас, точно так же мы будем рассматривать не продолжительность каждого из оледенений и межледниковий, как это обычно делают многие исследователи, изучающие климатическую ритмичность, а возраст кли-

матических ритмов¹. Иными словами, попытаемся установить, не существовала ли в эволюции палеоклиматов закономерность, подобная той, которая была выявлена в распределении высот террас.

Для выполнения такого исследования необходимо задаться рабочей схемой формирования террас. При этом мы должны допустить, что образование террас в одной и той же долине происходило по одинаковой схеме в течение каждого климатического террасообразовательного ритма. Если в какой-то долине в течение какого-либо ритма эпоха преимущественного эрозионного вреза падала на первую половину межледниковья, а аккумуляция на вторую его половину и эпоху оледенения, то такая схема формирования террас должна была сохраниться в течение всех ритмов. Только при соблюдении этого условия возможно возникновение закономерного террасового ряда.

Обратимся теперь к геохронологической шкале. Согласно принятому выше условию доказательства связи образования террас с климатом нас будет прежде всего интересовать время окончания ледниковых эпох. Данные по радиоуглеродному анализу голоценовых и верхнеплейстоценовых отложений СССР наиболее полно обобщены в работах Н.В. Кинд (1971). Абсолютные датировки более древних отложений сведены в работах В.А. Зубакова (1968 а,б), Н.В. Кинд, К.В. Никифоровой (1976) и др. Воспользуемся этими данными.

Время окончания последнего сарматского оледенения Сибири оценивается примерно в 10 тыс. лет (Кинд, 1971). Такая же цифра приводится многими исследователями и для завершающей стадии валдайского оледенения. Установлено, что в течение последнего оледенения было несколько кратковременных потеплений продолжительностью от 0,5 до нескольких тысяч лет. В Сибири, от более молодых к древним, они получили название таймырского и хокоревского потеплений (Кинд, 1971), в Европейской части СССР им отвечают алерёд, белинг и раунисский межстадиалы. В интервале 16–18 тыс. лет в Прибалтике устанавливается довольно значительное потепление (Гуделис, 1961). Судя по характеру приводимой в работе Н.В. Кинд (1971) климатической кривой для Восточной Сибири, примерно в этом же интервале (16 – 18 тыс. лет) намечаются потепления. Естественно, кратковременные верхнеплейстоценовые климатические ритмы продолжительностью всего несколько сотен лет вряд ли могли привести к формированию террасы. В то же время потепление продолжительностью 2–3 тыс. лет, вероятно, в некоторых районах сопровождалось интенсивным врезом и образо-

¹ Если происхождение террас каким-то образом было связано с колебаниями климата, то высоту террасы можно будет рассматривать как функцию времени, истекшую после ее образования, то есть возраста. Таким образом, чтобы сравнивать закономерности в распределении высот террас с закономерностями колебаний климата, необходимо анализировать возраст климатических ритмов, а не длительность каждого из них.

ванием речной террасы. Исходя из этого предположения наряду с временем завершения последнего оледенения, в расчет примем и время завершения одной из первых его стадий – около 17–18 тыс. лет.

Значительное похолодание устанавливается и в течение второго верхнеплейстоценового (каргинского, средневалдайского) межледниковья. Оно закончилось около 31 тыс. лет назад. Время же окончания первого верхнеплейстоценового оледенения (зырянское, калининское, ленинградское) оценивается различно. Нужно отметить, что этот рубеж располагается на границе возможностей радиоуглеродного метода и принимается большей частью условно. По материалам термолюминесцентного анализа, минимальный возраст лёссов калининского времени составляет 56 тыс. лет (Гожик и др., 1970). Это значение возраста калининского оледенения мы примем в расчет.

По данным В.А.Зубакова (1968а), второе среднеплейстоценовое оледенение (московское, енисейское) закончилось около 100 тыс. лет назад. Первое среднеплейстоценовое оледенение (днепровское, самаровское) окончилось 175 тыс. лет назад. Для завершающих стадий раннеплейстоценовых оледенений он приводит следующие даты: миндель III – 370, миндель I – 540 тыс. лет. Время завершения второго гюнцского оледенения принято им 750 тыс. лет, а первого – 915 тыс. лет. По мнению этого же исследователя, дунайское оледенение (или похолодание) окончилось 1110 тыс. лет назад, биберское 1480 тыс. лет, нижеакчагыльское – 1700 тыс. лет и нижекинельское – 2220 тыс. лет назад. В более поздней работе В.А.Зубакова (Зубаков, Кочегури, Шелконяс, 1974), в которой широко используются материалы по термолюминесцентным датировкам, время завершения раннеплейстоценового оледенения оценивается уже в 330 тыс. лет, в работе Н.В.Кинд и К.В.Никифоровой (1976) – в 350 тыс. лет.

Нет единства во взглядах на нижнюю границу первого позднеплейстоценового межледниковья. Если в ранних работах В.А.Зубакова (1968а, 1968б) она оценивалась в 100 тыс. лет, то, по Н.В.Кинд и К.В.Никифоровой (1976), наиболее вероятной представляется цифра в 120 тыс. лет. По нашему мнению, некоторые неточности в геохронологической шкале, даже в несколько десятков тысяч лет для эоплейстоценовых или верхнеплиоценовых климатических событий, существенно не скажутся на выявлении закономерности климатических ритмов, так как мы изучаем не предположительности отдельных ритмов, а их совокупности. Принятые нами для анализа хронологические рамки климатических циклов показаны на рис. 14.

Подобно тому, как мы строили графики террасовых рядов, построим график времени завершения оледенений или резких похолоданий климата. Этим самым мы попытаемся проверить, существовала ли какая-нибудь закономерность в их проявлении. На рис.14

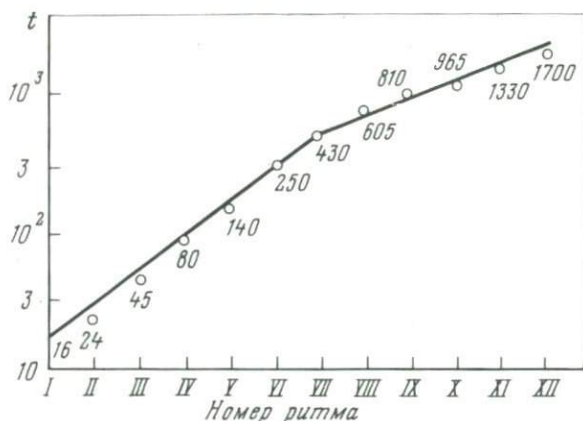


Рис. 14. График времени завершения оледенений или резких похолоданий климата

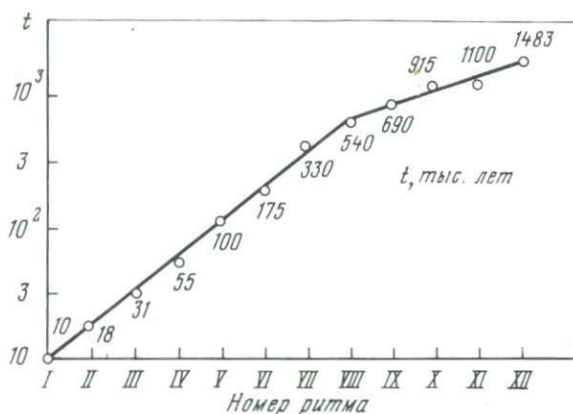


Рис. 15. График времени завершения межледниковий

видно, что в чередовании во времени климатических ритмов (межледниковье + оледенение) обнаруживаются две математические зависимости. Смена одной зависимости другой фиксирована на графике точкой перелома и произошла после окончания ритма 690–540 тыс. лет.

В чем же заключается сущность установленной закономерности? Очевидно, что, как в распределении высот террас, так и в эволюции палеоклиматов, мы видим, сходные закономерности. Если в первом случае закономерно сокращались высоты террас, то во втором – также закономерно изменялся возраст климатических ритмов. Вычисления показали, что возраст группы древних ритмов уменьшался менее интенсивно, в среднем в 1,29 раза, молодых – в 1,77 раза. Как видно, пропорции изменения продолжительности

древних и молодых климатических ритмов весьма близки к таковым, полученным для высот террас. В приведенных нами ранее таблицах эти величины рассчитаны не только для террасовых рядов различных геоструктурных областей, но и для всех проанализированных террас. Для последних они соответственно составляют 1,81 и 1,30 и отличаются от приведенных выше менее чем на 2%. Таким образом, мы получили еще одно свидетельство связи образования террас с климатическими ритмами.

Материалы предыдущего раздела свидетельствуют о том, что эпохи преимущественного вреза в речных долинах совпадали по времени с какими-то частями межледниковья. Поскольку высота террасы есть прежде всего функция эрозионного вреза, то при анализе террасовых рядов правильнее включать в климатический террасообразовательный ритм межледниковье, во время которого происходит преимущественно эрозионный врез в долинах и формируется уступ между террасами, а также последующее оледенение, когда формировалась верхняя часть разреза аллювия. Исходя из этого положения, попытаемся иными путями, чем это сделано нами ранее, получить возраст "пограничной" террасы. Понятно, что ее положение в лестнице террас должно определяться закономерностью, характерной для древних климатических ритмов.

Для этой цели построим полулогарифмический график климатических ритмов, но в расчет теперь положим не время окончания оледенения, а время завершения межледниковий. Такой график представлен на рис. 15. Мы видим, что в соотношении возраста климатических ритмов отчетливо проявляются две зависимости. Смена одной зависимости другой произошла после межледниковья, завершившегося 430 тыс. лет назад. Следовательно, нижние горизонты аллювия "пограничной" террасы должны были образоваться во время этого межледниковья, а ее верхние слои — во время последующего оледенения, окончившегося около 330 тыс. лет назад. Следующая, уже более низкая, терраса была сформирована ритмом, проявившимся в соответствии с закономерностью, характерной для террас группы А. По данным Н.В.Кинд и К.В.Никифоровой (1976), граница нижнего плейстоцена должна проводиться по подошве ливинских слоев и имеет возраст около 350 тыс. лет. Этот рубеж отвечает вымиранию млекопитающих тираспольского фаунистического комплекса, что мы и видели при анализе геологических материалов, когда устанавливали возраст "пограничных" террас. Таким образом, возраст "пограничной" террасы доказан двумя совершенно независимыми методами. Это дает нам право таким же методом датировать любую террасу закономерного ряда.

Понятно, что при этом речь может идти не о датировании террас в смысле вычисления их абсолютного возраста, а лишь об отнесении той или иной террасы к определенному ритму. Мы видели, что в основании террас некоторых рек залегают осадки, пусть даже маломощные, сформированные во время заключительных фаз оледенения. Подчеркивалось также, что в районах Русской равнины,

как, возможно, и в некоторых других, эрозионный врез начинался во вторую половину оледенения, в то время как в Восточной Сибири он происходил исключительно в первую половину межледниковий. Все это пока не позволяет предполагать существование строгой синхронизации процессов образования террас на более или менее обширных территориях. И в то же время рассмотренные материалы свидетельствуют о том, что террасы, одинаково расположенные относительно "пограничной", сформированы в течение одного и того же климатического ритма. Именно так и следует понимать наше утверждение об одновозрастности террас. Поскольку в проявлении климатических ритмов отмечается закономерность, она, несомненно, должна была также возникнуть и в соотношениях высот террас, если эти ритмы управляли геологической работой рек. При этом закономерность в распределении высот террас будет возникать как в долинах, где преимущественный эрозионный врез происходил в первую очередь в первую половину межледниковий, так и там, где он был "сдвинут по фазе" от хронологических рубежей климатических ритмов в ту или иную сторону на величину, пропорциональную их длительности. Таким образом, генетическая сущность закономерности, установленной в распределении высот террас, заключается в таком же закономерном проявлении климатических ритмов геологического прошлого.

Как же обстоит дело с океаническими террасовыми рядами? До сих пор главное внимание было уделено речным террасам по той причине, что "пограничные" террасы речных рядов занимают самые различные номера в речных долинах. Напротив, мы подчеркивали, что в океанических террасовых рядах "пограничными" всегда являются V снизу древние береговые линии. Мы также упоминали материалы, свидетельствующие о том, что отложения морских террас всегда сложены межледниковыми слоями (Шейнер, 1963). Следовательно, образование террас открытых морских бассейнов необходимо связывать с межледниковыми гляциоэвстатическими трансгрессиями уровня Мирового океана. Если в речных долинах закономерные колебания климата вызывали такое же закономерное во времени чередование эпох эрозии и речной аккумуляции, то на океанских побережьях они также должны были определять закономерное чередование во времени гляциоэвстатических трансгрессий и регрессий. Именно благодаря последнему и возникли математически закономерные океанические террасовые ряды. Таким образом, общим в формировании морских и речных террас является то, что в основе происхождения как первых, так и вторых лежат закономерные изменения климата Земли. Эти изменения как бы давали глобальные импульсы образованию террас, но уже от региональных причин должно было, вероятно, зависеть, реализовался ли каждый из них формированием террасы. Эти вопросы мы будем рассматривать ниже. В заключении этого раздела кратко остановимся на причинах, вызывавших закономерные изменения климата планеты. Для поставленных перед нами задач чрезвычайно важно знать, связаны ли коле-

бания климата с чисто "земными" причинами, либо в их основе лежат внеземные, космические факторы. Важно это потому, что, приняв первую точку зрения, нам пришлось бы признавать сложную зависимость образования террас от геоструктурных, то есть чисто региональных, причин, разобраться в которых на современном уровне знаний, как полагают некоторые исследователи, мы еще не можем. Непременным следствием такой позиции явилось бы резкое сужение границ применимости выводов, получаемых при изучении закономерных террасовых рядов.

Напротив, вторая точка зрения дает право предполагать, что фактор, одним из следствий деятельности которого явилось образование закономерных рядов речных и морских террас, должен был вызвать, хотя и в разной степени интенсивности, но такое же закономерное и соизмеримое с ним изменение всех других компонентов палеоландшафтов. При таком подходе к проблеме и морские, и речные террасы перестают быть просто генетически различными формами рельефа, а выступают уже своеобразными "формами-свидетелями" былых закономерных измерений природной среды со всеми логически вытекающими отсюда научными и практическими последствиями.

Рассмотренные в предыдущих разделах материалы свидетельствуют в пользу той точки зрения, которая связывает причину колебаний климата с космическими явлениями. В настоящее время все больше накапливается фактов по стратиграфии и геохронологии континентальных и морских отложений, свидетельствующих о существовании корреляционной зависимости между колебаниями климата и возмущениями элементов земной орбиты. В особенности интересны данные, полученные при изучении донных осадков Мирового океана. Сошлемся в этой связи хотя бы на работы Х.Х. Ви и Д. Чеппела (1974), показывающие существование связи между колебаниями уровня океана и изменениями инсоляции в течение последних 200 тыс. лет, или, например, исследования У.С. Брэкера и Я. Ван Донка (1974), которыми установлена зависимость между изменениями элемента орбиты и содержанием изотопов кислорода в раковинах фораминифер ядра глубоководных осадков.

Еще в XVIII в. были вычислены возмущения земной орбиты. Однако климатическое истолкование этим явлениям было дано Кроллем значительно позже. Оно разделялось далеко не всеми учеными. Лишь в 30-х годах XIX в. М. Миланкович создал стройную теорию колебаний климата, обусловленных солнечным облучением и тремя факторами небесной механики: наклоном эклиптики к экватору, эксцентриситетом и долготой перигелия орбиты Земли.

Расчет возмущений всех трех элементов орбиты позволил оценить изменения солнечной радиации на верхней границе атмосферы. Считается, что сами по себе эти колебания могут изменить среднегодовую температуру всего на $1,5^{\circ}\text{C}$. Эта величина значительно меньше той, которая устанавливается изотопными и другими методами. Быть может, прав Ф. Цейнер (1963), что эти изменения на-

рушили соотношения тепла в летнюю и зимнюю половины года, влияя тем самым на тип климата, который мог измениться от континентального до морского, или наоборот. В результате этого возникало оледенение или происходила его деградация. Появление оледенения в свою очередь могло вызвать снижение температур из-за высокой отражательной способности поверхности, покрытой льдом и снегом, и т.д. Не берясь отстаивать ту или иную точку зрения, подчеркнем, что в основе такого "саморазвития" или "самоуничтожения" ледниковых покровов все же лежат космические причины.

Длительные и сложные расчеты М. Миланковича (см. Цейнер, 1963) вылились в составление таблиц изменений количества солнечной радиации (интервалом в 5 тыс. лет) на 1 млн. лет назад, от 1850 года, для каждого 10-го градуса широты. Таблицы были составлены в канонических единицах, и, хотя их перевод в градусы чрезвычайно затруднен и в значительной мере условен, они дают возможность сравнить относительную интенсивность радиации в зависимости от времени и географической широты.

В связи с тем что пользоваться каноническими единицами не совсем удобно, при географическом изображении результатов вычислений условились выражать количество радиации в эквивалентной широте. Так, на рис. 16 показано изменение летней радиации для 65° с.ш., вычисленной М. Миланковичем. Можно видеть, что в определенные эпохи широта 65° получила такое же количество радиации, которое сейчас получает широта $75-80^{\circ}$.

Если считать, что причина оледенения кроется в колебаниях солнечной активности, то можно ожидать, что минимумы солнечной радиации, вызвавшие оледенения (пусть даже с определенной задержкой во времени), проявлялись с той же закономерностью, которая обнаружена и в высотах речных и морских террас и в продолжительности климатических ритмов. С целью проверки этого предположения построим (см. рис. 16) график времени проявления минимумов солнечной активности для 65° с.ш., рассчитанных М. Миланковичем, которые сопровождалась возникновением оледенения. Объединим двоянные минимумы, полагая, что они могут определять стадийность оледенений продолжительностью более 50 тыс. лет. Мы видим, что возникновение минимумов солнечной активности вследствие возмущений земной орбиты было закономерным. До минимума солнечной активности 435 тыс. лет промежутки времени между оледенениями сокращались с одной закономерностью, после него — с другой. Что же касается некоторых расхождений в датировках отдельных групп минимумов с использованной нами геохронологической шкалой, то, вероятно, здесь сказались некоторые неточности в исходных величинах (например, принятая при расчетах величина отношения массы Земли к массе Солнца и ряд других).

На рис. 17 приведена кривая летней радиации для 65° с.ш., рассчитанная А. Вункормом. В интервале до 300 тыс. лет она полностью совпадает с кривой М. Миланковича, но дальше имеется ряд различий: наличие значительных минимумов солнечной радиа-

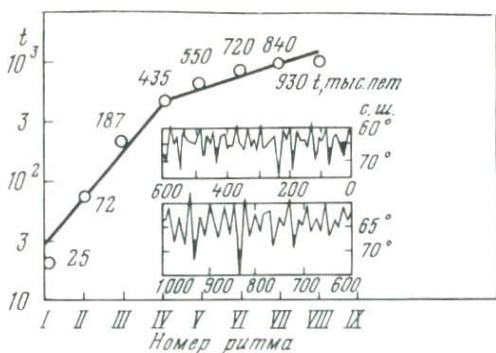


Рис. 16. Кривая изменений количества солнечной радиации, выраженная в эквивалентной широте, и график соотношений возраста наиболее значительных минимумов солнечной радиации по М. Миланковичу (см. Цейнер, 1963). Минимумы, возраст которых принят в расчет при построении графика, залиты (Ф. Цейнер, 1963)

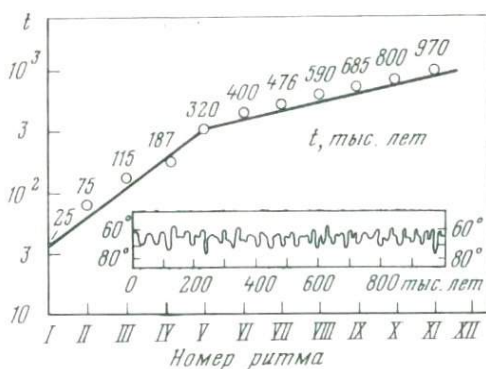


Рис. 17. Кривая летней радиации для 65° с.ш. и график временных соотношений ее минимумов. По А. Вункорму (см. Забаков, 1968б)

ции в 320, 610, 685, 800 и 900 тыс. лет, отсутствие минимума 840 тыс. лет. Построенный таким же способом, что и предыдущий, график времени возникновения минимумов солнечной радиации вследствие возмущения земной орбиты также обнаруживает четкие закономерности. Обращает на себя внимание уже довольно близкое совпадение во времени минимумов солнечной радиации и хронологических рубежей климатических ритмов позднего кайнозоя.

Таким образом, мы видели, что в распределении высот терр. и в изменении продолжительности климатических ритмов в определенных сочетаниях элементов земной орбиты, вызывавших колебания солнечной радиации, устанавливаются одинаковые по характеру закономерности. Следовательно, мы должны признать тесную взаимо-

связь этих явлений и сделать выводы, что образование террас есть глобальное явление, которым в позднем кайнозое управляли закономерные изменения климата.

В заключение раздела обратим внимание на тот факт, что при изучении закономерностей климатической ритмичности мы оперировали значениями возраста ритмов, то есть временем. При изучении террасовых рядов анализировалось распределение высот террас. Следовательно, можно было заключить, что высота террасы есть функция ее возраста (Беспалый, 1973; Васильев, 1973), то есть времени, истекшего после ее образования. Из приведенных материалов ясно одно, что одновозрастные террасы, возникшие в течение одного и того же климатического ритма, в различных районах имеют неодинаковую высоту. На платформах они, как правило, ниже, чем в складчатых областях, в особенности кайнозойского возраста. Такие различия в высотах одновозрастных террас, очевидно, объясняются неодинаковой интенсивностью тектонических движений — меньшей на платформах и более значительной в складчатых структурах. Таким образом, высота террас есть функция не только их возраста, но и интенсивности тектонических движений. При этом будем иметь в виду, что закономерности в высотах террас определялись столь же закономерными колебаниями климата. Поэтому, чтобы закономерность в высотах террас не была нарушена, тектонические движения должны были бы быть либо более или менее равномерными, либо колебательными, но при этом направленность и скорость движений должны были определенным способом сочетаться с изменениями климата. Иными словами, было бы необходимо допустить совпадение тектоники с климатом. Ниже мы подробно рассмотрим роль тектонических движений в образовании террас, однако прежде коснемся вопросов формирования террас с позиции рассмотренных выше закономерностей.

СХЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРРАС

При рассмотрении схемы формирования морских и речных террас коснемся тех сторон этого процесса, которые не нашли должного освещения в научной литературе или, на наш взгляд, трактуются недостаточно правильно. Для речных долин рассмотрим лишь особенности образования цикловых террас, понимая под этим термином такие террасы в речных долинах, совокупности высот которых обнаруживают связь с закономерностями изменений возраста климатических ритмов, то есть сбразуют террасовые ряды. Точно так же и на океанских побережьях рассмотрим только те террасы, которые были сформированы закономерно проявившимися в позднем кайнозое гляциоэвстатическими трансгрессиями и регрессиями.

Речные террасы

Как известно, исследователи резко расходятся во взглядах на происхождение террас. Одна группа считает, что террасы образовались вследствие колебательного характера новейших тектонических движений, другая главным процессом в формировании речных террас называет плейстоценовые колебания климата. Такое разделение точек зрения на происхождение террас безусловно схематично, ибо и сторонники первой из указанных точек зрения признают в той или иной мере влияние климата на ход флювиальных процессов образования рельефа, точно так же сторонники второй теории допускают определенную роль тектонических движений в образовании террас. Тем не менее в основе образования террас первые видят колебательные тектонические движения, вторые — колебания климата.

Мы не будем рассматривать многочисленные компромиссные точки зрения, так как их несостоятельность вытекает из самого факта существования математически закономерных террасовых рядов, свидетельствующих об естественноисторической упорядоченности процессов образования террас.

Идеи "климатического" происхождения террас далеко не новы. Они были сформулированы еще в середине прошлого столетия. Некоторая их "модификация" произошла в 20-х годах и принадлежит В.Зергелю. В целом А. Пенк и В. Зергель совершенно правильно подметили основную закономерность, управляющую образованием террас. Согласно представлениям этих авторов, решающей причиной,

вызвавшей аккумуляцию аллювия в долинах рек, явились периоды существования ледникового климата, когда под влиянием усиливающихся склоновых процессов реки оказывались перегруженными влекомыми наносами и не могли их транспортировать на сколько-нибудь значительное расстояние. Обломочный материал вследствие этого накапливался в речной долине. Значительная роль здесь принадлежала уменьшению водности рек (Волков, 1962, 1967), связанному с фазами аридности эпох похолоданий. В межледниковья поступление обломочного материала сокращалось, возрастала водность рек, высвобождалась более или менее значительная часть энергии потока, которая теперь уже расходовалась на перенос материала и эрозионный врез. Таким образом, оледенения явились эпохами преимущественной аккумуляции, межледниковья — эрозионного вреза.

В целом, как следует из изложенных выше материалов, такая формула может быть принята с некоторыми уточнениями. Чтобы показать это, рассмотрим бассейн реки, испытывающий поднятия. Если при этом деформируется продольный профиль, речной поток должен врезаться. Рассмотрим два возможных крайних случая. Первый — скорость тектонических поднятий, деформирующих продольный профиль реки, ниже ее эрозионной способности. Второй — скорость тектонических поднятий в единицу времени выше скорости эрозии реки.

И в первом, и во втором случаях реки будут врезаться. Однако в первом случае в каждый взятый момент времени река будет близка к своему динамическому профилю равновесия. Ее живая сила достаточна не только, чтобы ликвидировать постоянно происходящие деформации продольного профиля, но и расширить свою долину, выносить обломочный материал за ее пределы. Иными словами, такая река будет находиться в состоянии, которое Н.И. Маккавеев (1955) называет "автоматическим регулированием". Нет необходимости характеризовать геологические процессы в речной долине, происходящие в это время. Сведения о них содержатся в многочисленной специальной литературе. Заметим лишь, что И.П. Карташов был совершенно прав, когда писал: "Хотя процесс врезания представляет собой преобладание размыва над отложением, рыхлый материал, перемещаемый рекой в ходе этого процесса, не движется постоянно" (Карташов, 1972, стр. 64). В речной долине постоянно будет присутствовать аллювий, мощность которого будет пропорциональна параметрам речного потока.

Изменения климата вызывают нарушение баланса рыхлого материала в долине (Карташов, 1972). По мере наступления похолодания из отрицательного баланс постепенно будет становиться положительным и стадия врезания через более или менее длительную стадию динамического равновесия сменится стадией накопления аллювия. Причины, создающие положительный баланс рыхлого материала, могут быть различными. Вероятно, это и оживление процессов физического выветривания в горах, и золотые процессы (Рав-

ский, 1972), и увеличение поверхностного смыва (Васильев, 1973), и падение водности рек (Волков, 1967). К сожалению, разделить эти факторы чрезвычайно трудно. Можно лишь констатировать, что в эпохи похолодания обломочного материала выносилось меньше, чем поступало его в речные долины.

По мере потепления климата реки вновь обрели способность врезаться. По данным Ю.М.Васильева (1973), реки Русской равнины начинали врезаться сразу после максимального продвижения ледников. Э.И.Равский (1972) полагал, что реки Сибири начинали врезаться в конце оледенения. Трудно решить, кто из этих исследователей прав. Не исключено, что они правы оба и начало эрозионного вреза в различных районах было сдвинуто от границ разновозрастных климатических ритмов в ту или иную сторону на величину, пропорциональную их длительности.

За время климатической аккумуляции русло реки поднималось на более высокий гипсометрический уровень как за счет выполнения дна долины аллювием, так и вследствие тектонических поднятий территории. Понятно, что в начале эпохи врезания оно интенсивно эродировало аккумулярованную ранее толщу перигляциального аллювия и быстро достигало коренного ложа, то есть своего бывшего межледникового профиля динамического равновесия. Если бы тектонические движения носили ритмичный характер, то для того чтобы река врезалась в коренное ложе, необходимо было бы новое оживление тектонических движений. Учитывая, что эпохи аккумуляции происходили преимущественно во время оледенений, сторонникам положения об основной роли тектоники в флювиальной рельефообразующей деятельности рек пришлось бы связать межледниковья с эпохами оживления тектонических движений, а оледенения — с их ослаблением. Нужно сказать, что такие точки зрения имеются (Рагозин, 1970; Максимов, 1972). Раньше мы уже рассматривали этот вопрос (Беспалый и др., 1970) и указали на основные противоречия такой концепции. Здесь лишь отметим, что, учитывая особенности строения "аллювиальных свит", можно допустить, что тектонические поднятия происходили и в межледниковья и в эпохи оледенений, деформируя за время климатической аккумуляции те профили, которые выработали реки к началу стадии накопления аллювия. Такие деформации были тем значительнее, чем выше скорость тектонических поднятий и продолжительнее эпоха аккумуляции. В результате этого тектонические движения за время аккумуляции сообщали каждой точке продольного профиля реки как бы запас энергии, который она должна была расходовать, врезаясь в коренные породы, чтобы выработать в межледниковье новый продольный профиль. Это явление в свое время мы предлагали назвать "эрозионным потенциалом" (Беспалый и др., 1970). Если он был меньше величины эрозионного вреза за время последующей эпохи размыва, то русло, врезаясь в коренное ложе, сравнительно быстро приближалось к новому профилю динамического равновесия. После этого эрозионная деятельность потока была направлена на ликвидацию деформаций

продольного профиля, постоянно возникавших вследствие продолжавшихся тектонических движений, а также на расширение долины и вынос обломочного материала. В таком состоянии река пребывала до тех пор, пока не наступало новое изменение климатических условий, которое влекло за собой значительное нарушение баланса материала. Возникшая вследствие этого врезка терраса будет сложена осадками, которые в основании могут иметь констративный и перестративный аллювий, накопившийся во второй половине межледниковья, вверху — аллювий эпохи похолодания, то есть перигляциальный аллювий.

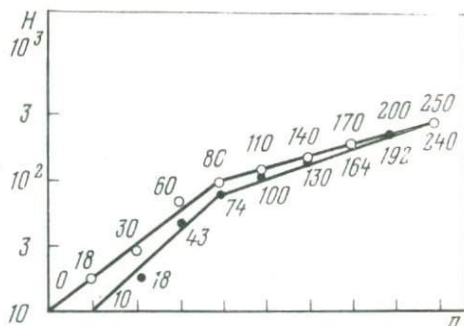
Рассмотрим другой крайний случай, когда "эрозионный потенциал" будет превышать на некоторую величину суммарную эродирующую способность реки за время межледниковья. Понятно, что после завершения фазы климатической аккумуляции такая река будет постоянно интенсивно врезаться в течение всего межледниковья. Стремясь выработать продольный профиль равновесия, она все же не сможет его достигнуть. В ее долине, с крутым продольным профилем, перед наступлением новой эпохи аккумуляции будет присутствовать лишь маломощный инстративный аллювий. Стадия динамического равновесия, предшествующая новой климатической аккумуляции, будет, очевидно, кратковременной, и в разрезе отложений таких рек мощности равновесного аллювия будут незначительными или он даже будет отсутствовать. Благодаря этому террасовый аллювий на всю мощность будет характеризоваться спорово-пыльцевыми спектрами, отражающими растительность ледниковых эпох, что мы собственно и показали на примере интенсивно поднимающихся районов Сахалина и Камчатки. В этих районах продольные профили современных рек характеризуются значительной крутизной. Следовательно, чтобы реки с крайне невыработанным профилем начали накапливать аллювий, глубина климатического преобразования ландшафтов должна быть более значительной, чем у равнинных рек. Именно по этой причине аккумуляция в горных районах, вероятно, запаздывала по времени и прекращалась раньше, что, однако, не сказалось да и не могло сказаться на закономерностях соотношений высот возникающих при этом террас.

Таким образом, для формирования речных террас в равной степени были необходимы как колебания климата, регулировавшие геологическую работу рек, так и тектонические поднятия, деформировавшие их продольные профили.

Сокращенные террасовые ряды

Выше при региональном анализе террасовых рядов было показано, что они, как правило, сокращены за счет выпадения из террасовой лестницы одной из чешковатых террас. Такие террасовые ряды мы назвали сокращенными, в противоположность "скрыто сокращенным" рядам. Если вторые присущи лишь некоторым регионам, то первые установлены во всех без исключения геоструктурных об-

Рис. 18. Графики террасового ряда Колымы на участке "Большие Меандры", построенные по высотам террас (верхний график) и отметкам соответствующих им цоколей (нижний график)



ластях. Они характерны и для речных долин на древнейших платформах, и для долин областей кайнозойской складчатости.

Как было нами показано, сокращение ряда может происходить вследствие размыва или пропуска при исследованиях одной или нескольких низких террас. Предположение, что во всех исследованных нами сокращенных рядах были размывы или пропущены одна или несколько низких террас, было бы мало убедительным, так как низкие террасы наиболее легко поддаются изучению и лучше сохраняются в рельефе. Очевидно, причина сокращения террасовых рядов иная и связана с особенностями образования террас.

При изучении закономерностей в распределении высот террас мы обратили внимание на то, что закономерный ряд образует не только высоты террас, замеренные по поверхности аккумулятивных чехлов, но и отметки цоколей террас. На графике высот террас и соответствующих им цоколей, построенном для долины Колымы, на участке "Большие Меандры" (рис. 18) видно, что "выше пограничной" (V) террасы крутизна линий графиков высот террас и отметок их цоколей одинакова или отличается незначительно. Ниже этой террасы линия графика отметок цоколей террас значительно более крутая, чем линия графика высот террас. Это означает, что после формирования "пограничной" террасы начала заметно увеличиваться мощность террасового аллювия. Поэтому высоты террас последовательно и постепенно возрастали, становились выше теоретических. Не связано ли возрастание мощности осадков с направленным прогрессивным похолоданием климата и его ксерофитизацией, о которой мы уже упоминали при характеристике особенностей строения аллювия различных территорий СССР? Напомним, что Э.П. Равский (1972) приводил данные о возрастании мощности перегляциального аллювия у четырех нижних надпойменных террас Ангары, Енисея и других рек.

Поскольку теперь представляется возможность оперировать количественными данными продолжительности климатических ритмов, а следовательно, эпох эрозионного врезания и аккумуляции, можно попытаться вычислить величину изменения во времени "удельной" аккумуляции, понимая под ней мощность аллювия, накопившегося в единицу времени. При этом будем иметь в виду, что получить

истинную величину удельной аккумуляции пока не представляется возможным, так как точно не известна продолжительность эпох накопления аллювия. Если, однако, принять, что аккумуляция была пропорциональна продолжительности оледенений, а эрозионный врез пропорционален длительности межледниковья, то полученный посредством вычислений последовательный ряд значений "удельной" аккумуляции также будет пропорционален истинным. Тем самым можно установить, действительно ли существовало направленное возрастание "удельной" аккумуляции в ходе плейстоценовой геологической истории.

Для этой цели необходимы данные о мощности отложений террас. Так, например, в долине Бёрёлёха мощность аллювия на "пограничной" (IV) террасе составляет 12 м, на более низких - III и II надпойменных террасах - 15 м. Теперь, если мы примем, что продолжительность эпох аккумуляции соответственно составила 60, 50 и 15 тыс. лет (см. рис. 14, 15), то вычисленная таким образом "удельная" аккумуляция выразится следующим возрастающим рядом величин: 0,2, 0,3, 1,0 м/тыс. лет. Проведем такие же расчеты для террас Днестра. По данным А.Л. Чепальги (1967), мощность аллювия без учета мощности покровных образований V надпойменной террасы (в террасовом ряду Днестра эта терраса является "пограничной") составляет 10 м, IV - 15 м, III - 8 м, II - 11,4 м. Отнесем эти величины к продолжительности эпох аккумуляции, которые примем соответственно 60, 50, 15 и 13 тыс. лет. Частные от деления мощности аллювия на продолжительность эпох аккумуляции дадут нам следующий возрастающий ряд величин: 0,17, 0,3, 0,53, 0,83 м/тыс. лет. Таким образом, и в долине Днестра отмечается значительное возрастание "удельной" аккумуляции аллювия в течение плейстоценовой геологической истории. Можно было бы продолжить такие вычисления. Но это излишне, ведь, чтобы установить наличие процесса возрастания "удельной" аккумуляции в речной долине, достаточно будет сравнить между собой графики террасового ряда, построенные по высотам террас и их цоколей. Направленное возрастание аккумуляции устанавливается также и сравнением крутизны графиков террасовых рядов с линией графика климатической ритмичности. Из приведенных данных мы можем сделать очень важный предварительный вывод: формирование террас возможно лишь при определенном сочетании скоростей тектонических поднятий и величины "удельной" аккумуляции аллювия. Последняя, вероятно, зависела от степени выраженности направленного изменения климата, так как в различных палеоландшафтных зонах она была неодинаковой.

Если скорости тектонических поднятий оставались более или менее неизменными на фоне прогрессивного возрастания "удельной" аккумуляции аллювия, то при определенном сочетании этих величин с продолжительностью климатических ритмов возникали условия, когда мощность осадков, накопившихся в эпоху оледенения, становилась соизмеримой с глубиной предшествовавшего ей эрозионного

вреза или даже превышала его. Возникший при этом аллювий либо прислонялся к образованиям предшествовавшей эпохи аккумуляции, либо перекрывал их. Поскольку такой процесс носил направленный характер, а величина аккумуляции от эпохи к эпохе возрастала, наряду с прогрессивным сокращением продолжительности межледниковых врезов в речных долинах происходило наращивание мощности аллювия и чрезвычайно усложнялось его строение. В результате возникло явление, получившее название "аградация речных долин". Рубеж в истории развития долин, когда уровень аккумуляции впервые сравнялся или превысил глубину предшествовавшего эрозионного вреза, условимся в дальнейшем называть "порогом аградации".

По достижении рекой "порога аградации" каждый более молодой цикл аккумуляции будет последовательно занимать все более высокий гипсометрический уровень. В результате последовательного наслаивания аллювия будут захороняться все более высокие террасы. Так возникли сокращенные террасовые ряды. Чем выше уровень аккумуляции, тем больше террас будет захоронено под молодыми осадками, тем больше сократится террасовый ряд.

Первые надпойменные террасы в речных долинах являются результатом последнего этапа климатической аккумуляции. Именно поэтому они не несут на себе покровных образований, что и является их характерной чертой (Горецкий, 1974). Можно сказать, что первые надпойменные террасы всех рек Евразии примерно одновозрастны, то есть возникли в течение последнего климатического ритма. Теперь можно будет объяснить разнорядность в радиоуглеродных датировках осадков первых надпойменных террас. В сокращенных террасовых рядах под отложениями I надпойменной террасы могут залегать любые по возрасту осадки, возникшие после достижения рекой "порога аградации". Становится понятным, почему под пойменными осадками некоторых речных долин залегают более древние, сложно построенные толщи аллювия, с нормальной или латеральной стратификацией. Понятен теперь и вывод, что одноименные террасы речных долин, а иногда и в пределах одной долины, далеко не всегда одновозрастны. Возраст II подпойменной террасы в долине будет определяться ее местом по отношению к "пограничной" террасе.

Существование в речных долинах сложно построенных толщ аллювия, которые часто рассматриваются как отложения пойменных террас, было принято И.П. Карташовым (1972, 1973) за признак длительного пребывания реки в стадии динамического равновесия. Последнее выдвигалось им как одно из самых существенных противоречий развиваемых мною взглядов о влиянии климата на флювиальную рельефообразующую деятельность рек Северо-Востока СССР (Беспалый и др., 1970). В основе такого длительного равновесия, по И.П. Карташову, лежат тектонические движения и ряд других факторов, влияющих на работу реки. Однако с этих позиций невозможно объяснить, почему соотношение высот цоколей погребенных террас столь же закономерно, как и высот цоколей надпойменных террас. Очевидно, закономерные высоты цоколей погребенных тер-

рас объясняются не чем иным, как чередованием эпох вреза и накопления аллювия с преобладанием эффекта аккумуляции по мере аградации речных долин.

Если факт существования сокращенных террасовых рядов в перигляциальной зоне умеренного климата объясняется прогрессивным возрастанием удельной аккумуляции аллювия, то в экваториально-тропической зоне ему следует, вероятно, искать иное объяснение. Анализ распределения мощностей террасового аллювия этой зоны не обнаружил сколько-нибудь значительного возрастания удельной аккумуляции аллювия. Если согласиться с тем, что врез речных долин этой зоны совпадал с пльвиалами, то во второй половине позднего плейстоцена реки должны были постоянно врезаться. В это время, например в северной Африке, господствовали преимущественно пльвиальные климатические условия. Эта эпоха получила название гембрийского пльвиала¹. Хотя на фоне пльвиального климата и происходили кратковременные флюктуации степени обводненности, они носили лишь количественный характер (Butzer, 1963). Следовательно, кратковременные эпохи ослабления эрозии или даже некоторого накопления аллювия не сопровождалась возникновением террас. Поэтому вследствие длительности эрозионного вреза между I надпойменной и более высокой террасой возник значительный эрозионный уступ, который часто объяснялся исследователями Африки тектонической активизацией в позднем плейстоцене (Алиман, 1960; Каэн, 1959; и др.).

Вместе с тем есть и другие точки зрения на взаимосвязь климатических событий различных климатических зон. В.Д. Брюкнер (Brückner, 1960) полагает, что пльвиалы Африки не совпадали с оледенениями Европы. Сходные взгляды высказывались и для Австралии (Pels, 1969), где также установлено, что аккумуляция в верхнем плейстоцене отвечает эпохам аридности климата, а эрозионный врез — эпохам гумидности. При этом аридные фазы датируются радиоуглеродным анализом в интервале 40–30, 26–13,5 и 9,8–4,2 тыс. лет назад. Нетрудно заметить, что два указанных интервала совпадают с ледниковыми фазами северного полушария.

Как бы ни решался данный вопрос в каждом конкретном районе, это не влияет на развиваемую концепцию формирования террас, мо-

¹ Вывод о большой длительности гембрийского пльвиала и незначительных изменениях климата Африки во время стадийных потеплений в умеренной зоне непременно вытекает из признания единой верхнеплейстоценовой ледниковой эпохи. Многочисленными исследованиями доказано, что существенные изменения природной среды в приполярной зоне сопровождалась лишь незначительной ее реакцией в тропической зоне. Это положение доказывается слабой эволюцией животного мира Африки, где до сих пор имеются живые "ископаемые" виды. Как будет показано ниже, есть все основания выделять единую верхнеплейстоценовую ледниковую эпоху.

гут возникнуть лишь дополнительные цели логических выводов, которые необходимо подтвердить или опровергнуть материалами детальных целенаправленных полевых исследований. При этом сущность идеи останется неизменной. Так, если плювиалы совпадали с оледенениями северного полушария, мы должны заключить, что в одно и то же время в экваториально-тропическом поясе и умеренной зоне флювиальная рельефообразующая деятельность рек была направлена противоположно. В первом из них реки презались, во втором накапливали перигляциальный аллювий. Если такая схема верна, то следует предположить существование какой-то промежуточной зоны, где эти противоположные процессы в речной долине будут уравновешены. В такой "равновесной" зоне террасы не формируются, так как тектонические движения в плейстоцене имели более или менее равномерный характер (Беспальый, 1973). Конечно, здесь можно допустить наличие промежуточных террас врезания, но их распространение носило бы здесь локальный и невыдержанный характер. Можно пойти дальше в такого рода выводах. Например, учитывая, что в течение новейшего отрезка геологической истории Земли происходит направленное изменение климата в сторону похолодания и иссушения, можно представить прогрессивное сужение таких "равновесных" зон. При этом горные сооружения, несомненно, будут вносить усложнение в конфигурацию их границ. Следовательно, миграция во времени границ "равновесных" зон должна фиксироваться появлением в речных долинах климатических террас. Иными словами, если граница такой зоны окончательно покинула какой-нибудь регион, то в речных долинах сразу же после наступления нового климатического ритма должна возникнуть терраса и образование террас должно происходить и в дальнейшем. Попытка произвести такой анализ по литературным источникам, к сожалению, не увенчалась успехом, так как нет гарантии, что отсутствие древних террас в речной долине не является результатом их полного уничтожения. Вместе с тем Ж. Трикар (Tricart, 1963), анализируя колебания климата и изменения границ аридных зон в Африке и Латинской Америке, пришел к выводу, что в последнем регионе колебания климата не были ярко выраженными. Он считал, что аридность климата не имеет зонального характера, а зависит от конфигурации материка. Поэтому климатические террасы в Латинской Америке встречаются только южнее 20° ю.ш. Не подтверждает ли это все выше сказанное?

Допустим, что это так. Но тогда возникает еще проблема. Это проблема формирования террас в долинах транзитных рек, которые пересекают несколько климатических зон. Представим, что имеем дело с долиной реки, берущей начало в горах, где в течение плейстоцена периодически возникали горно-долинные ледники. Они спустились до какого-то гипсометрического уровня. Ниже, очевидно, располагалась перигляциальная зона, которая сменялась по простиранию плювиальной. Такие случаи возможны, например, для восточной Африки, где в верхнем плейстоцене существовали горно-до-

линные ледники. Если считать, что пювиалы совпадали с оледенениями, то в горных районах накопление аллювия в долине такой транзитной реки будет происходить во время оледенения. В это время в пювиальной зоне должен был происходить эрозионный врез.

Если в предыдущей зоне в результате похолодания климата и оледенения будет сформирован перигляциальный аллювий, то в последней должен образоваться только аллювий стадии врезания. Таким образом, уровень аккумуляции в верховьях долины должен сливаться с уровнем эрозии в ее низовьях. Теперь с изменением климата в сторону потепления в первых двух зонах должен начаться эрозионный врез, в третьей, наоборот, — интенсивная аккумуляция в связи с наступившей эпохой аридности климата. К концу такого климатического террасообразовательного "полуритма" в нижней части долины возникает уровень аккумуляции и русло будет находиться гипсометрически выше, чем во время предыдущего. В верхнем течении, наоборот, будет образован эрозионный уступ, врезанный в созданный ранее уровень аккумуляции. Каково же взаимоотношение уровней аккумуляции друг с другом? Прежде всего можно ожидать, что на границе бывших пювиальной и перегляциальной зон должно отмечаться уравнивание процессов, вызывающих климатическую аккумуляцию и эрозию в речных долинах. Эта граница явится своеобразной "шарнирной" точкой или зоной, от которой вверх и вниз по реке одновременно происходили противоположно направленные флювиальные процессы (эрозия — аккумуляция). Возникновение такой зоны отнюдь не означает, что в ней река не будет ни врезаться, ни аккумулятировать свой аллювий. Если уравнивается климатический фактор, то остается тектонический. Поведение русла в этой зоне будет целиком контролироваться характером тектонических движений. Если в "равновесной" зоне территория все время испытывала поднятия, река постоянно врезалась, а при опусканиях накапливала аллювий. Не располагая достаточными материалами по изучению таких зон, трудно судить об их размерах и всех особенностях поведения здесь речного русла. Ясно одно, что в долинах транзитных рек, пересекающих перигляциальную и пювиальную зоны, аллювий одноименных террас будет отличаться по возрасту на половину климатического террасообразовательного ритма.

При этом в перигляциальной зоне аллювий должен быть несколько древнее, чем в пювиальной. Иными словами, возникает явление "хронологического несоответствия" аллювия террас, о котором уже упоминал Н.И. Кригер (1962).

Насколько реальна такая схема, судить трудно. Большинство рек Индии, Пакистана, восточной Африки, Южной Америки, Средней Азии, начинаясь в высоких горах, где установлены следы четвертичных оледенений, пересекает пювиальные пояса. В этих районах и следует, вероятно, искать такие "равновесные" зоны. Изучая долину Нила, К. Бутцер (Butzer, 1958) показал, что ниже Асуана в течение последних 10 тыс. лет происходит аккумуляция аллювия, а

выше него долина углубляется. Он также привел материалы, свидетельствующие о том, что галечники 25–30-метровой террасы Нила в низовьях несколько моложе, чем галечники аналогичной террасы в Верхнем Египте.

Конечно, этих материалов недостаточно для окончательной уверенности в правильности приведенной схемы формирования террас транзитных рек, однако опрометчиво было бы и не заострить внимание на этой проблеме. Вместе с тем надобность в такой схеме совершенно отпадает для регионов, где пливиалы совпадали с межледниковьями (Алексеев, 1975). Тогда и в экваториально-тропической и умеренной зонах флювиальная рельефообразующая деятельность рек будет направлена одинаково. Не нужно будет искать "равновесных" зон, где террасы не образуются, по-другому будет решаться проблема "хронологического несоответствия" аллювия террас. Однако с таких позиций не представится возможным объяснить возникновение сокращенных террасовых рядов в пливиальной зоне.

Настоящим исследованием мы не ставим перед собой задачи рассмотреть формирование террасовых рядов во всех без исключения районах земного шара. Мы ограничили себя перигляциальным поясом умеренной зоны Евразии. Мы даже сузили бы рамки исследования, ограничившись горными странами. Однако, чтобы понять некоторые особенности формирования террас, невольно приходится обращаться к другим районам. Одновременно мы стремились показать сложность проблемы образования террас и еще раз подчеркнуть справедливость утверждений Н.И. Кригера, что познание сущности математически закономерных террасовых рядов поможет решить многие современные проблемы геологии, геоморфологии и палеогеографии плейстоцена.

Ответ на возможные возражения гипотезе происхождения речных террас

Выше подчеркивалось, что идеи о климатическом происхождении речных террас были сформулированы сравнительно давно, и как было показано, они полностью подтверждаются особенностями образования террас интенсивно поднимающихся горных стран. В других районах с этих позиций не всегда удавалось объяснить некоторые из наблюдаемых фактов, и вместо дальнейшей разработки проблемы эти идеи чаще всего подвергались уничтожающей критике. Лишь изредка предпринимались безуспешные попытки примирить господствующую тектоническую концепцию происхождения террас с климатической гипотезой. Автор также предвидит, что некоторые из его положений об образовании террас и аллювиальных толщ вызовут возражения исследователей. Поэтому ниже будут рассмотрены факты, обычно выдвигаемые в качестве противоречий гипотезе климатического происхождения террас.

С мнением, что речные террасы далеко не всегда образуются согласно схеме, предложенной А. Пенком и В. Зергелем, высту-

пал П. Вольштедт (1955). У него не возникло сомнений по поводу ледникового возраста террас, аллювий которых вверх по долине смыкался с конечными моренами. Вместе с тем он указывал на ряд фактов в строении террас, которые, по его мнению с этих позиций не находят объяснения. Это хорошо известные всем геологам-четвертичникам факты двучленного строения "аллювиальных свит", нижние горизонты которых формировались в эпохи межледниковий, а верхние — в течение оледенений. Приводились также и факты существования в речных долинах террас, разрез аллювия которых полностью был образован в межледниковье. Такие "межледниковые" террасы были известны ему в долине Темзы и Эльбы. Наконец, в низовьях Темзы, недалеко от устья, в разрезе поймы аллювий холодной эпохи перекрывается межледниковым, то есть в строении аллювия здесь наблюдается своеобразная инверсия.

С критикой представлений А. Пенка и В. Зергеля и в особенности их последователей — геоморфологов сибирской школы выступал Е.В. Шанцер (1951), хотя, впрочем, он также допускал возможность формирования климатических террас в горных районах. Более того, он подчеркивал, что почти все террасы Европейской части СССР и Кавказа морфологически сопоставляются с моренами и зандрами разновозрастных оледенений и их стадий. Он также указывал на двучленное строение аллювиальных свит, что, по его мнению, совершенно необъяснимо с позиций климатического происхождения террас. Е.В. Шанцер полагал, что вследствие большой длительности формирования аллювия при достаточно широкой долине возможны случаи, когда на одном и том же уровне будут залегать как межледниковые, так и ледниковые аллювиальные отложения. К сожалению, он не привел конкретных разрезов с таким строением террасового аллювия. Недостаточно обоснованным представляется и замечание Е.В. Шанцера, что с позиции климатического происхождения речных террас не могут найти объяснения плиоценовые террасы, когда оледенений еще не существовало, и тем более террасы экваториально-тропической зоны, где оледенения не играли никакой роли в развитии рельефа. По нашему мнению, плиоценовые террасы находят удовлетворительное объяснение, если учитывать, что глубокие климатические преобразования ландшафтов происходили уже начиная с миоцена. Понятным будет и образование речных террас тропической зоны, где в плейстоцене установлено чередование засушливых и влажных эпох (Каэн, 1958).

Критика И.П. Карташова (1972, 1973) сводится к двум основным положениям. Основываясь на данных, что накопления аллювия, выстилающего днища долин рек Западной Чукотки, началось по крайней мере с каргинского межледниковья, И.П. Карташов заключил, что реки могут длительное время пребывать в стадии динамического равновесия, несмотря на происходящие колебания климата. Правда, И.П. Карташов склонен к пересмотру интерпретации возраста осадков. Он считает, что, возможно, "теплые" спорово-пыльцевые спектры нижних горизонтов разреза долинных отложений правильнее

относится к одному из теплых интервалов заключительной стадии последнего оледенения. И.П. Карташов также говорит о длительной стадии динамического равновесия долины Большой Куобах-Баги, где шурфами, заложенными в днище долины, был встречен полный разрез голоценового аллювия. В этой связи заметим, что по материалам Н.А. Шило (1961) можно говорить о еще более длительном формировании разреза долинных отложений региона. Н.А. Шило отмечал, что под осадками пойменных террас в долинах залегают слои, содержащие остатки верхнепалеолитических млекопитающих.

Другой факт, выдвигаемый в качестве противоречия гипотезе климатического происхождения террас, привел в своей работе И.П. Карташов (1973), полемизируя с автором. Опираясь на данные палинологического анализа аллювиальных отложений 35-40-метровой террасы руч. Буревестник, выполненного З.В. Орловой, И.П. Карташов утверждает, что аккумуляция, начавшаяся еще в ледниковое время, продолжалась и в межледниковье, и в наступившее за ним оледенение в следующее потепление. При этом заметных перерывов осадконакопления не отмечено.

Правда, такой вывод совершенно не вытекает из анализа спорово-пыльцевой диаграммы, помещенной в статье И.П. Карташова, в которой кривые, отражающие изменения групп растений и отдельных родов по мере накопления аллювия, чрезвычайно выровнены. Поэтому интерпретация климата, выполненная по этим данным, может быть совершенно иной.

Между тем действительно в бассейне Колымы известны разрезы аллювия террас, в которых фиксируется многократная смена растительности, отраженная в составе спорово-пыльцевых спектров. Так, например, в разрезе 115-130-метровой террасы Бэрёлёха (данные Ю.И. Гольдфарба) вверх по разрезу отмечается нижеследующая смена растительных группировок: елово-пихтовые леса, березняки и ольховики, елово-березовые леса. Сведения о таких "трех" - или "четырёхслойных" аллювиальных свитах приводятся в некоторых работах по Сибири и Европейской части СССР.

Отметим, наконец, и своеобразную "инверсию" спорово-пыльцевых спектров террасового аллювия, сведения о которой содержатся в работе Ю.И. Гольдфарба, Г.И. Капрановой (1971). По их данным, спектры нижних горизонтов аллювия I надпойменной террасы Бэрёлёха отражают ледниковый тип растительности, верхних - межледниковый тип. С подобным явлением мы уже сталкивались, упоминая работу П. Вольштедта. Если в долине Темзы оно было объяснено подпором морскими водами устья реки (что, по нашему мнению, мало убедительно), то в центральных районах бассейна Колымы этому явлению, очевидно, необходимо искать иное объяснение.

Таким образом, факты, противоречащие, казалось бы, климатической гипотезе происхождения террас, могут быть сведены к следующему:

1) наряду с террасами, аллювий которых был полностью образован во время оледенения, существуют и такие "аллювиальные сви-

ты", которые имеют "двуслойное" строение. В нижних горизонтах залегают слои, сформированные в межледниковье, в верхних — во время оледенений;

2) в строении аллювия некоторых террас наблюдается своеобразная "инверсия" спорово-пыльцевых спектров. Нижние горизонты таких террас накапливались во время оледенений, верхние — в межледниковья;

3) в речных долинах иногда присутствуют одна или несколько террас аллювий которых полностью образован во время межледниковья;

4) существуют "аллювиальные свиты" с "трех- или четырех-слойным" строением, состоящие, например, из двух "холодных" и одной "теплой" пачек, двух "теплых" и двух "холодных" и т.д.;

5) реки пребывают в стадии динамического равновесия, несмотря на неоднократные изменения климатических условий.

Как вытекает из изложенного, некоторые из противоречий должны быть сняты. Например, двучленное строение аллювиальных свит не противоречит, а, наоборот, подтверждает идею климатического происхождения террас. Это касается и положения о длительном пребывании речных долин в стадии динамического равновесия, выдвинутого И.П. Карташовым. Залегание в речной долине под отложениями пойм более древних аллювиальных осадков, как было показано, объяснено явлению сокращения террасовых рядов.

Пожалуй, одним из серьезных противоречий развиваемых взглядов на происхождение террас является факт "инверсии" в строении аллювиальных свит. Действительно, для ее объяснения пришлось допустить, что в речной долине после формирования террас с нормальным двучленным аллювием произошло нарушение закономерного процесса образования террас. Во время оледенения, по каким-то причинам, река перестала аккумулировать перегляциальный аллювий и начала врезаться, а во время последовавшего за ним межледниковья образовала верхние горизонты аллювия террасы. Следовательно, высота такой террасы должна быть выше теоретической. Такие террасы можно было бы выявить путем построения графика террасового ряда по методике, примененной в этой работе. Между тем при анализе упомянутого выше случая "инверсии" в лестнице террас Берелёха каких-либо отклонений от закономерности обнаружено не было. Обратившись к первичным данным, мы обнаружили, что разрез аллювия такой террасы мощностью 6,5 м охарактеризован пробами, отобранными с глубин (от бровки террасы) 2,2; 3,7; 3,9; 4,2 и 5,5 м. Таким образом, оказались неизученными ни самые нижние слои аллювия, ни его верхние горизонты мощностью свыше 2 м. Поэтому нет достаточных оснований считать, что верхние горизонты террасы также были образованы в межледниковье. Учитывая, что террасовый ряд Берелёха сокращен, в разрезе его первой террасы можно ожидать самых разнообразных сочетаний пачек аллювия.

Рассмотрим данные о "межледниковых" террасах. Сведения о них находим у П. Вольшtedта (1955), С.М. Цейтлина (1964), Ю.И. Гольдфарба (1972) и других исследователей.

Обратимся к материалам по р. Темзе. Упомянутая П. Вольдштедтом межледниковая терраса (Бойн-Хилл) сопоставляется с 32-метровой морской террасой тирренского возраста (Цейнер, 1963). Разрез аллювия представлен нижними (базальными) галечниками, перекрытыми слоем нижних суглинков. Выше располагается горизонт средних галечников и суглинков, заканчивается разрез верхними галечниками и суглинками, имеющими, по Ф. Цейнеру, солифлюкационное происхождение. Отложения террасы Бойн-Хилл датируются "большим межледниковьем" на основании находок в нижних галечниках остатков (дата clactonianus и Trogontherium Cuvieri). В средних галечниках были найдены два зуба раннего мамонта. Эта форма мамонта, близкого к позднему трогонтериевому слону, по мнению Ф. Цейнера, характеризует на континенте время, близкое к предпоследнему оледенению. По палеонтологическим данным, за время накопления аллювия террасы Бойн-Хилл произошли существенные изменения в эволюции млекопитающих. Поэтому вряд ли можно полностью отнести к межледниковью весь разрез аллювия этой террасы. К сожалению, мы не располагаем данными палинологического анализа этого разреза, по которым можно было бы более отчетливо проследить ход изменения климата по мере седиментации аллювия. Вместе с тем необходимо признать и своеобразие строения этой террасы. Здесь не устанавливается четко выраженного в других разрезах аллювия ледниковых эпох, то есть перигляциального аллювия. Этот факт Ф. Цейнер объясняет влиянием колебаний базиса эрозии, так как этот разрез расположен рядом с береговой чертой.

С.М. Цейтлин считает полностью "межледниковым" весь разрез аллювия IV террасы Нижней Тунгуски. О материалах, послуживших основанием для такого вывода, можно судить по цитате из его работы: "О климате этого времени некоторые данные приводит В.Ю. Малиновский (1957). Он указывал, что "в пылевых спектрах образцов, взятых из глинистых прослоев, в основании (разрядка наша. - В.Б.) аллювия преобладает пыльца древесных пород (ели, сосны, березы)". Эти указания, а также литологические особенности накоплений, отложившихся в условиях значительной обводненности, и наряду с этим полное отсутствие в осадках каких-либо свидетельств суровой климатической обстановки - все это говорит о климатических условиях более теплых и влажных, чем во время отложения предшествующих толщ среднего плейстоцена" (Цейтлин, 1964, стр. 110).

Не опаривая вывода о возрасте нижних горизонтов этой террасы, где получены были палинологические данные, все же подчеркнем, что оснований для отнесения всего разреза аллювия к межледниковью совершенно недостаточно. Отсутствие следов мерзлотных нарушений в разрезе террасы также не может служить достаточно веским аргументом в пользу вывода С.М. Цейтлина, который подчеркивал, что в литологическом составе аллювия этой террасы несколько больше крупных частиц, чем у более древних террас. Быть может, по этой причине и не происходили мерзлотные нарушения.

В долине р. Колымы, ниже больших порогов, Ю.И. Гольдфарб (1972) отнес к первому верхнеплейстоценовому межледниковью разрез 50-метровой террасы (мальдякские слои). Аллювий террасы имеет прекрасно выраженный базальный горизонт, представленный галечниками с песчаным цементом, выше залегают пески и алевриты. В верхней части разреза наблюдается слоистый торф, в котором найдены макроостатки межледниковой флоры (шишки лиственницы, ели, плоды сосны сибирской). На межледниковые климатические условия во время накопления аллювия указывают и спорово-пыльцевые спектры, свидетельствующие о произрастании темнохвойных и хвойно-мелколиственных лесов. Однако обращает на себя внимание тот факт, что в этом разрезе старичные фации располагаются у кровли разреза. Выше подчеркивалось, что старичные фации не характерны для перигляциальных толщ (Васильев, 1973; Равский, 1972), поэтому можно предположить, что изученный разрез террасы не полный. Действительно, в дальнейшем М.П. Гричук (устное сообщение) нашла и изучила более полный разрез этой террасы, в котором установлен аллювий межледниковья и последующего оледенения.

Ледниковый тип растительности был установлен также и И.А. Каревской (1972) в верхней части разреза аллювия этой же террасы, который вскрывается в стенке карьера в руч. Звериный.

В трех приведенных выше случаях выводы о наличии "межледниковых" террас основывались на недостаточно полном изучении их разреза. Поэтому к таким выводам впредь следует относиться с большой осторожностью. Мы не берем на себя смелость утверждать, что все описанные в литературе "межледниковые" террасы являются недостаточно изученными. Между тем подчеркнем, что процессы денудации в некоторых районах делают полные разрезы аллювия террас чрезвычайно редкими. При размыве террас прежде всего уничтожаются их верхние горизонты. При этом размыв террас происходит у бровок (где обычно и встречаются обнажения) более интенсивно, чем у тыловых швов. Понятно, что нижние, межледниковые, слои аллювия значительно чаще сохраняются в разрезах. Теоретически возможен случай, когда на всем протяжении речной долины перигляциальный аллювий какой-нибудь из террас будет полностью уничтожен денудацией. Будет ли это противоречить развиваемым в этой работе взглядам? Очевидно, нет, так как совокупность всех остальных материалов является свидетельством в их пользу. Поэтому все такие "аномальные" факты должны подвергаться самому тщательному анализу, прежде чем предъявлять их в качестве противоречия гипотезе происхождения террас.

Нам осталось попытаться объяснить, почему некоторые из разрезов террас многослойны. Вопрос этот чрезвычайно сложный и имеет принципиальное значение, так как от его решения зависят некоторые стороны практического применения анализа террасовых рядов, например при стратиграфических исследованиях. Все это заставляет нас пока воздерживаться от каких-либо категориче-

ких высказываний, а изложенное ниже следует воспринимать лишь как возможный вариант решения этой проблемы.

Детальные стратиграфические исследования четвертичных отложений свидетельствуют, что почти все оледенения и межледниковья имели фазы и стадии и в верхнем плейстоцене, и в голоцене, хорошо изученные комплексом биостратиграфических методов и радиоуглеродным датированием. Более древние ритмы первого порядка распадались на ритмы более высокого ранга. Несомненно, что последние также оказывали влияние на флювиальную рельефообразующую деятельность рек. При этом, например, выявляется, что на Западной Камчатке межстадиальные эрозионные врезы были намного меньше, чем межледниковые (Беспалый, 1973а; Беспалый и др., 1974). Интересен и тот факт, что межстадиальный климат раннего плейстоцена этого региона был значительно благоприятнее современного, но более суровым, чем климат предыдущего и последующего межледниковий. Поэтому не исключено, что при изучении древних плейстоценовых и эоплейстоценовых толщ могут возникать затруднения в установлении ранга выявленных климатических фаз. В результате этого межстадиальные пачки аллювия, в особенности если они залегают в верхней части разреза, могут быть приняты за межледниковые. Такое решение приведет к тому, что единая аллювиальная свита, состоящая из межледниковых слоев в основании, и ледниковых, разделенных пачкой межстадиальных осадков вверху, будет расчленена на ряд климато-стратиграфических горизонтов равного таксономического ранга. К отложениям собственно террасы в таком случае будут отнесены осадки межстадиала и заключительных стадий оледенения. Хотя такое решение формально и не противоречит развиваемым нами взглядам, его ошибочность очевидна. В зависимости от географического положения района, интенсивности тектонических поднятий, параметров палеопотока и степени воздействия климата на его геологическую деятельность во время межстадиалов река либо обретала геоморфологическое равновесие (Карташов, 1972), либо даже врезалась в накопившийся аллювий. Понятно, что сложные количественные сочетания упомянутых выше величин могут привести к самым различным конечным результатам. Если аллювий ранней стадии оледенения будет перемыт полностью, то после завершения террасообразовательного ритма возникнет "трехслойная" аллювиальная свита. Если он частично сохранится, образуется "четырёхслойная" аллювиальная свита. Опираясь на материалы Ю.М. Васильева (1973), полученные при изучении аллювия рек Русской равнины, нетрудно объяснить и "трехслойную" аллювиальную свиту, в которой две холодные пачки аллювия разделены или подстилаются одной теплой.

Вероятно, возможны и другие решения этих проблем. С позиций климатического образования террас многослойные аллювиальные свиты вполне объяснимы возникновением "скрыто сокращенных" террасовых рядов, как это мы видели в долине Енисея, хотя сами процессы, вызывающие такое явление, еще недостаточно ясны автору.

Вероятно, с этих же позиций можно было бы объяснить и древние гальвеги рек Северо-Востока СССР, которые в последние годы находят С.С. Воскресенский и его сотрудники (Воскресенский, 1971, 1975).

Морские террасы

Если при анализе материалов по речным террасам нам пришлось искать объяснения "инверсиям" аллювиальных свит, "межледниковым" террасам и ряду других фактов, то применительно к морским террасам задача несколько упрощается. В настоящее время общепринято, что морские террасы формировались во время межледниковий. Почти все исследователи сходятся в одном — основная причина возникновения морских террас кроется в гляциоэвстатических колебаниях уровня Мирового океана. Широко бытует точка зрения, что гляциоэвстатические колебания уровня Мирового океана происходили на фоне общей геократической регрессии. Правда, существует мнение (Каплин, 1973), что некоторые морские террасы являются как бы результатом саморазвития поднимающегося побережья и ничего общего не имеют с колебаниями уровня моря. Вместе с тем эти исследователи не отрицают существования эвстатических террас (Каплин, 1975). Поскольку такие "локальные" террасы встречаются редко и не образуют закономерного ряда, на их рассмотрении мы останавливаться не будем.

По свидетельству К.К. Маркова и А.А. Величко (1967), гляциоэвстатические колебания уровня Мирового океана для объяснения происхождения морских террас впервые использованы А. Тейлером еще в 1868 г. Классическим примером гляциоэвстатических морских террас считались террасы Средиземноморья. Для этого региона Ш. Депре и Л. де Ламот (см. Марков, Величко, 1967) устанавливали следующую их последовательность: сицилийская (90–100 м), милацкая (55–60 м), тирренская (28–32 м), монастирская (18–20 м) и гримальдийская (6–8 м). С морскими террасами Средиземноморья сопоставлялись речные террасы наиболее крупных рек Европы и Северной Америки. Длительное время аналоги классической лестницы морских террас находили почти на всех побережьях Мирового океана, в особенности в районах, считавшихся тектонически стабильными. Однако в дальнейшем стали отмечаться несоответствия с этой схемой даже в пределах самой Средиземноморской провинции, где также были установлены значительные деформации морских террас. Так, например, К.К. Марков (Марков, Величко, 1967) наблюдал в Испании плиоценовые морские отложения, поднятые на высоту от 400 до 1000 м, а в Сицилии четвертичные морские осадки с абсолютной высоты 125 м погружаются под уровень моря. Все это свидетельствует о том, что при изучении морских террас необходимо учитывать тектонические движения.

Ф. Цейнер (1963), рассматривая хронологию и распространение морских террас, заметил, что если исключить местные влияния тек-

тонических движений, то береговые линии расположатся тем ниже, чем они моложе. Эту закономерность он нашел весьма интересной и объяснил ее общей прерывистой регрессией Мирового океана в плейстоцене. По мнению К.К. Маркова (Марков, Величко, 1967), такой подход намечает "позитивное решение проблемы средиземноморских террас". Ниспадающий ряд средиземноморских террас, по их представлениям, "возник вследствие общей регрессии уровня океана, имевшей тектоническо-геократическую природу. Регрессия океана прерывалась его кратковременными межледниковыми трансгрессиями - гляциоэвстатическими, иначе - гидрократическими" (Марков, Величко, 1967, стр. 384). Таким образом, трансгрессивные и регрессивные гляциоэвстатические волны сочетались, по К.К. Маркову и А.А. Величко, с общей регрессией Мирового океана, имевшей геократическую природу. В силу этих причин отдельные трансгрессивные - регрессивные волны приходились на различную, постепенно убывающую высоту.

Полученные материалы М. Жигу (Gigout, 1958) противоречат гипотезе общей регрессии Мирового океана. Изучая береговые линии Марокко, он развил концепцию о тектонической гомологии плейстоцена и плиоцена, исходя из которой отметки береговых линий не являются изначальными и отражают не последовательное снижение уровня океана, а прогрессивное поднятие суши. Однако окончательный удар по классической гляциоэвстатической гипотезе был нанесен геоморфологом Р. Баттистини (Battistini, 1968), который установил, что на южном Мадагаскаре разновозрастные береговые линии находятся практически на одной высоте. Более высоких плейстоценовых террас в этом районе не было найдено. Южная часть Мадагаскара в течение всего плейстоцена являлась тектонически стабильной. Более древние террасы должны были бы встречаться и здесь, но, возможно, они первоначально были также образованы на высотах, не превосходящих современный уровень океана. Поэтому их и не находят на юге Мадагаскара. Р. Баттистини объяснил это тем, что во время всех плейстоценовых межледниковых трансгрессий уровень Мирового океана был близок к современному. К такому же выводу независимо пришли К.К. Марков и И.А. Суетова (1964), позднее Ю.М. Васильев (1969), П.В. Федоров (1969), А.П. Кулаков (1973) и др.

Обратимся теперь к океаническим террасовым рядам и посмотрим, какие выводы следуют из их анализа.

Уже отмечалось, что во всех проанализированных океанических террасовых рядах "пограничной" всегда являлась V снизу береговая линия (считая голоценовую). Поскольку гляциоэвстатические трансгрессии происходили в межледниковья, то, обратившись к графику времени их завершения (см. рис. 15), можно установить, что "пограничная" терраса океанических рядов образована во время межледниковья, закончившегося около 430 тыс. лет назад.

Если обратиться к океаническим террасовым рядам (см. табл. 2-6), видно, что с закономерностью, характерной для террас группы

А, связаны высоты террас от II до V. Высота I террасы оказывается незакономерной. Следовательно, океанические террасовые ряды сокращены за счет отсутствия нескольких низких террас. Нетрудно установить, что отсутствуют террасы, которые должны были возникнуть во время верхнеплейстоценовых теплых интервалов.

Если сравнивать пропорции возрастания высот морских террас с пропорциями изменений возраста климатических ритмов, то увидим их близкое совпадение друг с другом. Это означает, что и при возникновении закономерности в распределении высот террас сказалось столь же закономерное чередование по времени эпох трансгрессий и регрессий. Такие закономерности могли возникнуть лишь при условии, что уровни межледниковых трансгрессий были близки друг к другу.

Как же могли в таком случае возникнуть морские террасы? Ведь береговая линия, созданная одной трансгрессией, была бы уничтожена во время последующей межледниковой трансгрессии, либо располагалась бы с ней на одном уровне. Очевидно, для возникновения океанических террасовых рядов необходимо, чтобы береговые линии, образованные предшествующей трансгрессией, к моменту достижения самого высокого уровня последующей межледниковой трансгрессии были подняты тектоническими движениями на определенную высоту. Это свидетельствует, что для формирования морских террас, точно так же как и речных, вторым необходимым условием являются тектонические поднятия. Именно благодаря совпадению между собой уровней межледниковых трансгрессий на тектонически стабильных структурах разновозрастные береговые линии залегают на одном уровне (Battistini, 1968). На опускающихся берегах террасы вовсе не возникают (Кулаков, 1973), так как максимальный уровень каждой последующей трансгрессии оказывается гипсометрически выше предыдущей по возрасту береговой линии.

Становится понятной и причина сокращения океанических террасовых рядов. В ней отсутствуют террасы, которые могли быть образованы трансгрессиями верхнеплейстоценовых теплых интервалов с кульминацией около 16, 25 и 45 тыс. лет назад. Следовательно, уровень Мирового океана в эти отрезки времени был ниже современного настолько, что во многих поднимающихся районах позднеледниковые террасы не были выведены на дневную поверхность. Допустить, что эти террасы были абрадированы последледниковой трансгрессией, не представляется возможным, так как был проанализирован материал по большим регионам, таким, например, как побережье Африки, Кавказа и др. Вместе с тем в большинстве районов на прибрежном мелководье до глубин 45–50 м насчитывается 3–5 затопленных морских террас, часть из которых, возможно, была образована не только в ходе последледниковой трансгрессии, но и во время верхнеплейстоценовых теплых интервалов.

Вывод о более низком, чем современный, положении уровня Мирового океана в верхнем плейстоцене, сделанный на основании анализа океанических террасовых рядов, подтверждается новейшими ма-

териалами определений абсолютного возраста морских четвертичных отложений. В настоящее время для этой цели применяется главным образом торий-урановый метод, позволяющий достоверно перекрыть "диапазон" геохронологической шкалы от нескольких тысяч до 240-300 тыс. лет.

По данным Ч.Стирнса и Д.Л. Тэрбера (Stearns, Thurber, 1965, 1967), анфатские (миндель-рисские) и древнетирренские отложения Марокко и Балеарских островов, по ториево-урановым датировкам, образовались более 200 тыс. лет. Тирренские морские осадки Испании, Туниса и Балеарских островов имеют возраст в пределах 115-140 тыс. лет. Ульжаские и позднетирренские отложения этих же районов характеризуются датами в пределах 75-95 тыс. лет. Подчеркнем, что выше голоценовых (фландрских) береговых линий здесь непосредственно располагается береговая линия первого верхнеплейстоценового межледниковья (по принятой нами геохронологической шкале). Таким образом, в Средиземноморье выпадают верхнеплейстоценовые береговые линии. Это могло произойти лишь в том случае, если уровень океана в это время не достигал современного.

Если этот вывод правилен, тогда в районах с чрезвычайно интенсивными тектоническими поднятиями верхнеплейстоценовые береговые линии могут быть выведены выше современного уровня моря. Обратимся к материалам по о.Новая Гвинея, где средние скорости тектонических поднятий достигали высоких значений (1-3 мм/год). Здесь были изучены поднятые каралловые рифы, образующие серию террас, возраст которых (снизу вверх) следующий: I-6, 7-8; II -29, 3; III -30, 4; IV -60-70; V -116-140; VI -180-190; VII, VIII- более 250 тыс. лет. Расчеты Х.Х. Ви и Д. Чепела (1974) показали, что уровень Мирового океана во время трансгрессий, сформировавших II, III, IV и VI террасы, был ниже современного. Таким образом, данные о более низком уровне Мирового океана во время верхнеплейстоценовых межстадиальных трансгрессий по Новой Гвинее согласуются с данными анализа террасовых рядов.

Районы с интенсивными тектоническими поднятиями чрезвычайно редки. Там, где тектонические движения были более слабыми, вероятно, не все верхнеплейстоценовые стадийные береговые линии были выведены выше современного уровня моря. Например, на о-ве Барбадос, где, по данным У.С. Брэкера и др. (1974), средние скорости тектонических поднятий составляют около 0,3 мм/год, поднятые береговые линии снизу вверх имеют следующий возраст: Барбадос-I - 82 тыс. лет, Барбадос-II - 103 тыс. лет, Барбадос-III - 122 тыс. лет. Расчеты этих авторов показывают, что только во время формирования III береговой линии уровень моря был выше современного на 6 м. Две более молодые террасы были сформированы при уровне моря на 10-16 м ниже современного. По другим материалам (Matthews, 1973) он был ниже на 20-25 м.

Вместе с тем обращает на себя внимание, что на островах Барбадос и Новая Гвинея устанавливаются террасы возрастом 103-

106 тыс. лет. В других районах терраса такого возраста не встречена. Однако Д.М. Гопкинс (1973) указывает, что на Аляске, в разрезе отложений пелукской трансгрессии, отчетливо выделяются два горизонта, которые он связывает с осцилляциями уровня Мирового океана. По нашим наблюдениям, на побережье Берингова пролива и в заливе Креста, где распространены морские отложения валькатленской трансгрессии, возможно, одновозрастной пелукской, такого двучленного строения разреза не устанавливается. Однако отметим, что базальные горизонты валькатленских морских отложений нигде не обнажаются. Между тем на мысах, сложенных устойчивыми к абразии гранитоидами, которые, вероятно, испытывают более значительные тектонические поднятия по сравнению с районами развития плейстоценовых морских толщ, наблюдаются два сближенных по высоте скалистых бенча, верхний из которых по ряду данных можно связать с валькатленской трансгрессией. Возраст возникновения нижнего бенча пока установить невозможно.

Приведенное позволяет предполагать, что первая верхнеплейстоценовая морская трансгрессия, возможно, была осложнена регрессивной осцилляцией. В районах с интенсивными тектоническими движениями в результате этого были образованы две самостоятельные разновысотные береговые линии. Там, где движения были более слабыми, сформировался двучленный разрез террасы, либо осцилляторные осадки были переработаны полностью за время последующей фазы трансгрессии. Естественно, если бы построить график океанического террасового ряда, в котором присутствовала бы такая осцилляторная морская терраса, то его линия испытала бы характерный прелом, точно такой же, какой наблюдался при введении в террасовый ряд несуществующей (лишней) террасы. Таким образом, океанические террасовые ряды могут искажаться в районах интенсивных тектонических движений. Отсюда вытекает вывод, что "типичные" океанические террасовые ряды с изломом графиков на II и V террасах, отражают самые высокие уровни гляциоэвстатических трансгрессий, которые были близки к современному.

Для нас важно заключение, что во время верхнеплейстоценовых тепловых интервалов уровень моря был ниже современного. Это привело к сокращению океанических террасовых рядов. Образованные в верхнем плейстоцене террасы и береговые линии располагаются в прибрежном мелководье, на глубинах, не превышающих 45-50 м. В этом интервале глубин, как правило, выделяется 3-5 затопленных береговых линий, часть из которых, несомненно, связана с ходом позднеледниковой трансгрессии.

Вместе с тем анализ террасовых рядов вполне определенно позволяет высказываться против мнения об общей плейстоценовой регрессии Мирового океана. Сам факт существования океанических террасовых рядов, в которых высоты террас пропорциональны времени проявления гляциоэвстатических трансгрессий, говорит о выполнении в целом для планеты закона компенсации тектонических движений. Вследствие этого уровень Мирового океана, по крайней мере в те-

чение позднего кайнозоя, во время гляциоэвстатических трансгрессий, был близок к современному, несмотря на происшедшие крупные тектонические преобразования, сопровождающиеся погружением огромных территорий суши, заложением глубоководных впадин, поднятиями срединных океанических хребтов, островных дуг, накоплением донных осадков. Вполне вероятно, что тектоническая компенсация была характерна в целом и для более ранних геологических эпох. Поэтому, нам кажется, прав А.Л. Яншин (1973), когда утверждает, что за последние сотни миллионов лет Мировой океан не претерпел сколько-нибудь существенных изменений ни в своей средней площади, ни в своей средней глубине. Можно лишь допустить, что некоторая общая регрессия уровня Мирового океана произошла тогда, когда возник Антарктический ледниковый щит. Во всяком случае около 4 млн. лет назад ледниковый покров Восточной Антарктиды уже достигал уровня океана. По мнению некоторых ученых, возникновение Антарктического ледяного купола вызвало гляциоэвстатическую регрессию величиной в 60 м (Дентон и др., 1974). Ледниково-морские осадки возрастом в 4,7 млн. лет установлены в разрезе отложений Ледовитого океана (Кларк, 1974), что, вероятно, свидетельствует об оледенении Гренландии. По другим сведениям, разнос ледникового материала в южной части Индийского океана начался около 6,5 млн. лет назад.

К сожалению, мы не располагаем сведениями об океанических террасовых рядах, насчитывающих большое количество террас, чтобы попытаться проследить ход такой регрессии. Если опираться на террасовый ряд побережья Новой Англии, то до формирования "пограничной" террасы следует предполагать еще восемь гляциоэвстатических трансгрессий, проявившихся с закономерностью, характерной для террас группы В. Возраст самой ранней из них можно приблизительно оценить, экстраполируя эту закономерность на длительность климатических ритмов. Такая трансгрессия должна была бы закончиться около 4 млн. лет назад, что очень близко к приведенным выше сведениям о возрасте древнейших ледниково-морских осадков. Не исключено, что террасовый ряд Новой Англии далеко не полон, а более древние уровни не сохранились в рельефе. В таком случае, вероятно, гляциоэвстатические трансгрессии происходили ранее.

Данные анализа террасовых рядов, свидетельствующие о совпадении уровней межледниковых трансгрессий, подтверждают вывод о том, что ледниковый покров Антарктиды в течение позднего кайнозоя не претерпел существенных изменений (Марков, Величко, 1967). Эти данные также позволяют поддерживать тех исследователей, которые рассматривают поздний плейстоцен как единую ледниковую эпоху.

Взаимоотношения морских и речных террас

При региональном анализе террасовых рядов обращалось внимание на то, что в речных рядах "пограничной" может быть любая терраса — от II до VII. Напротив, в океанических рядах она всег-

да приурочена к V террасе. Этот факт заставляет высказать сомнение о существовании зависимости между формированием речных террас и плейстоценовыми колебаниями уровня моря. Если бы такая зависимость существовала, то следовало бы ожидать, что и речные, и океанические террасовые ряды были бы идентичными в смысле величины сокращения как тех, так и других. Широко распространенному мнению о влиянии положения базиса эрозии на формирование террас противоречат, казалось бы, и геологические наблюдения. В более ранних работах мы уже показали, что на побережьях дальневосточных морей на осадках верхнеплейстоценовых морских террас залегают мощные аллювиальные отложения (Беспальный, 1964; Беспальный и др., 1970). Из этих фактов вытекает вывод, что после регрессии моря (в начале эпохи оледенения) и снижения базиса эрозии на величину, превышающую 100 м, на прибрежных равнинах происходила мощная аккумуляция континентальных осадков. Согласно существующим представлениям, здесь должна была наблюдаться иная картина. По мере снижения базиса эрозии в речных долинах следовало бы ожидать оживление процессов врезания. Противоречие, в которое вступают реальные факты с теоретическими представлениями, может быть удовлетворительно разрешено лишь с позиций гипотезы влияния климата на геологическую рельефообразующую деятельность рек.

Поскольку максимальные уровни гляциоэвстатических трансгрессий были близки друг другу, а в речных долинах в это время происходил преимущественный эрозионный врез, их продольные профили выработывались относительно этих уровней. В эпохи оледенений, когда имела место регрессия, в речных долинах господствовали преимущественно процессы аккумуляции, вызванные изменениями климата. За этот отрезок времени тектонические движения продолжали деформировать продольные профили рек, точно так же, как они поднимали или опускали сформированные ранее межледниковые береговые линии.

Во время нового межледниковья, когда уровень моря повышался, реки обретали способность врезаться, стремясь выработать свой новый продольный профиль динамического равновесия относительно межледникового уровня моря. Если бы депрессия уровня происходила при изменяющихся климатических условиях, скажем, в межледниковье, то это непременно привело бы к оживлению процессов эрозии. Собственно это и получается, когда производят экспериментальные исследования поведения потока в зависимости от колебания базиса эрозии. Однако в природе, в течение позднего кайнозоя, любое более или менее значительное изменение уровня Мирового океана всегда вызывалось соответствующим изменением климата, на которое определенным образом реагировали речные потоки. Изменение климата, вызывавшее регрессию, в речных долинах сопровождалось аккумуляцией, вызывавшее трансгрессию — оживлением процессов врезания. Таким образом, реакция речных систем на изменения климата была как бы противоположна той, которая должна

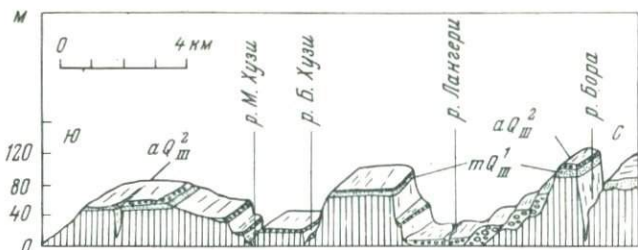


Рис. 19. Схема устьевой части речных долин на одном из участков побережья Охотского моря

возникать вследствие колебаний уровня Мирового океана. Именно поэтому наблюдения над конкретными разрезами, в которых вскрываются континентальные и морские осадки, казалось бы, противоречат теоретическим представлениям о роли изменений базиса эрозии в флювиальной деятельности рек.

Между тем правильность этого положения можно видеть, анализируя историю развития речных долин прибрежной зоны.

На побережьях дальневосточных морей, как, вероятно, и в прочих районах зоны умеренного климата, широко распространено явление переуглубления устьевых частей речных долин. Их тальвеги в настоящее время располагаются ниже современного уровня моря на 30–50 м. Вместе с тем в районах, где распространена морская терраса, возникшая во время первого верхнеплейстоценового межледниковья, аллювиальные отложения залегают выше ее осадков. В речных долинах, вложенных в террасу, наблюдается ряд низких речных террас, количество которых обычно не превышает трех (рис. 19). Они, как правило, аккумулятивные, то есть имеют цоколь, опущенный ниже уровня воды. Высокая пойменная терраса обычно смыкается с низкой голоценовой береговой линией, где иногда можно наблюдать взаимопереходы морских и аллювиальных образований. Серия упомянутых низких речных террас срезается современным абразионным уступом.

Следовательно, в верхнеплейстоценовые эпохи врез речные долины поднимающихся структур развивались относительно более низкого уровня моря, чем современный. Поэтому нет оснований вообще отвергать влияние положения базиса эрозии на геологическую работу рек. Однако следует помнить, что в позднем кайнозое геологический эффект таких колебаний уровня моря с избытком компенсировался изменениями климата, регулировавшими деятельность рек.

К выводу, что колебания базиса эрозии не оказывали влияние на образование речных террас, пришел А.П. Кулаков (1973), изучавший террасы Амура. Однако причину этого он видел в слабых уклонах шельфа.

Из изложенного вытекает, что речные террасы не могут непосредственно переходить в морские. В разрезах удается наблюдать

лишь взаимоотношения межледникового аллювия с морскими осадками. Последние всегда будут перекрыты аллювием эпох оледенений. Непосредственный переход речных и морских террас возможен лишь в пльвиальной и экваториально-тропической зонах, где аккумуляция в речных долинах совпадала по времени с трансгрессиями Мирового океана.

В заключение кратко суммируем основные выводы, вытекающие из рассмотрения особенностей происхождения речных и морских террас:

1) формирование террас в речных долинах и на морских побережьях стало возможным благодаря тому, что степень воздействия направленных и ритмичных изменений климата на окружающую среду в позднем кайнозое стала настолько значительной, что она начала оказывать существенное влияние на деятельность рек и вызвала эвстатические колебания уровня Мирового океана;

2) для формирования речных и морских террас в одинаковой степени необходимы как колебания климата, так и тектонические поднятия. Однако последние, очевидно, не были ни колебательными, ни ритмично-поступательными. Их скорости на протяжении эпохи образования террас либо были сравнительно равномерными, либо изменялись настолько мало, что в подавляющем большинстве случаев не вносили искажений в закономерные ряды террас;

3) образование речных террас в ледниковой и перигляциальной зонах Евразии было возможным лишь при определенном сочетании: интенсивности тектонических поднятий, величины "удельной" климатической аккумуляции аллювия и продолжительности климатических ритмов;

4) возникновение закономерных рядов морских террас произошло благодаря тому, что максимальные уровни разновозрастных межледниковых морских трансгрессий были близки между собой, либо отличались на величину, не превышающую точности применяемого метода исследований;

5) уровни моря во время верхнеплейстоценовых теплых интервалов не достигали современного, что явилось причиной сокращения океанических террасовых рядов в районах с умеренными тектоническими поднятиями. Этот вывод позволяет поддерживать мнение тех исследователей, которые рассматривают поздний плейстоцен как единую ледниковую эпоху;

6) сам факт существования закономерных океанических террасовых рядов, отражающих столь же закономерное чередование во времени гляциоэвстатических регрессий и трансгрессий, наряду с близким совпадением максимальных уровней последних свидетельствует против гипотезы общей геократической регрессии Мирового океана. Он говорит о том, что в позднем кайнозое, несмотря на глубокие тектонические преобразования, объем океанических впадин оставался неизменным.

ХАРАКТЕР НОВЕЙШИХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ В ЭПОХУ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕРРАС

Изложенные выше схемы формирования морских и речных террас отчетливо выявляют роль тектонических движений. Как уже подчеркивалось, тектонические поднятия наряду с колебаниями климата являлись неперменным условием в образовании речных и морских террас. Они создавали своеобразный "эрозионный потенциал" в речных долинах, деформируя продольные профили за время эпох аккумуляции; на морских побережьях за эпохи регрессий поднимали созданные ранее береговые линии выше уровня последующей, более молодой, гляциоэвстатической трансгрессии. Вместе с тем было показано, что закономерности в распределении высот морских и речных террас обязаны своим происхождением столь же закономерным изменениям климата, определявшим в речных долинах чередование эпох эрозии и аккумуляции, а на океанических побережьях — столь же закономерную смену во времени гляциоэвстатических трансгрессий и регрессий.

Являясь неперменным условием образования террас, тектонические движения в то же время не внесли каких-либо искажений в закономерности распределения высот террас и в террасовые ряды, если не считать тех участков побережий, где тектонические поднятия проявились с чрезвычайной интенсивностью. Каков же был характер тектонических движений? Можно предложить три решения этого вопроса.

Во-первых, территория бассейна могла быстро подняться, оставаясь в дальнейшем длительное время относительно стабильной. Реки в таком случае обрели бы способность врезаться, но этот врез периодически ослаблялся бы похолоданиями климата и оледенениями либо гляциоэвстатическими колебаниями уровня океана, происходившими на фоне его общей геократической регрессии. В речных долинах вследствие этого были бы сформированы закономерные террасовые ряды.

Во-вторых, ритмы тектонических поднятий происходили преимущественно в межледниковья, а их резкие замедления и даже инверсия знака движений совпадали с эпохами оледенений. Иными словами, наблюдалась бы согласованность тектоники и климата. В таком случае в речных долинах следовало ожидать образования закономерных террасовых рядов.

В-третьих, тектонические движения на протяжении всей эпохи образования террас были более или менее равномерными, а если

и менялись, то столь незначительно, что не нарушали существенно закономерностей в распределении высот террас.

Рассмотрим каждое из этих предположений.

Если территория во время фазы тектогенеза была бы поднята на какую-либо высоту, а затем оставалась длительное время стабильной (тем самым создав "запас энергии" речным потокам на более или менее длительный отрезок их истории), то не представлялось бы возможным объяснить особенности строения аллювиальных свит. В этих случаях во всех долинах аллювий был бы либо аллювием эпох похолодания, либо, что менее вероятно, двучленным аллювием. Кроме того, на побережьях не возникло бы террасовых рядов, если уровни разновозрастных гляциоэвстатических трансгрессий были бы близки друг к другу. Правда, можно в этом случае объяснить морские террасы геократической регрессией Мирового океана, на фоне которой происходили его гляциоэвстатические колебания (Марков, Величко, 1967). Такому объяснению противоречат последние данные по возрасту террас, сведенные, например, в интересных работах П.А. Каплина (1973, 1975). Таким образом, предположение об импульсном характере новейших тектонических движений не может быть принято.

Нельзя согласиться с идеями "удивительной согласованности тектоники и климата", развиваемыми в последние годы Л.А. Рагозиным (1970) и Е.М. Максимовым (1972). Если бы тектонические ритмы совпадали с климатическими, то, пожалуй, удовлетворительно объяснить с этих позиций можно было бы только речные и морские террасы плейстоценовых зон Африки и Южной Америки, где врез в речных долинах совпадал по времени с гляциоэвстатическими регрессиями. Но и для таких же зон Восточной Азии совершенно невозможно было бы объяснить происхождение террас, где плейстоценовые были синхронны межледниковьям (Алексеев, 1975).

Неразрешимые противоречия согласованности тектоники с климатом возникают при анализе происхождения морских террас приледниковой зоны. Если тектонические поднятия побережий происходили бы только в межледниковья, во время высокого положения уровня моря, когда оно выработывало свой береговой профиль, морские террасы не смогли бы возникнуть. Ведь с началом регрессии происходило бы резкое замедление тектонических поднятий, а во время новой трансгрессии море достигало бы своей прежней береговой линии.

Не остается ничего другого, как признать, что тектонические движения происходили постоянно в течение всей эпохи образования террас. Они имели место в межледниковья, во время оледенений или значительных похолоданий климата и были, очевидно, более или менее равномерными. Попытаемся показать это на конкретных примерах.

При решении этой проблемы напомним, что анализ террасовых рядов позволяет установить, с каким климатологическим ритмом связано происхождение той или иной речной или морской террасы. Зная

возраст климатического ритма и высоту террас, нетрудно вычислить среднюю скорость тектонических движений как за время формирования каждой террасы, так и всего террасового ряда в целом.

Заметим, однако, что полученные таким образом поэтапные скорости по своей величине вряд ли будут отражать действительные скорости тектонических движений, так как мы не можем точно установить хронологические рамки начала и завершения формирования той или иной террасы. Тем не менее полученный ряд величин будет пропорционален истинным скоростям тектонических движений, а следовательно, и отразит тенденцию их изменений за более или менее продолжительный срок.

Для вычисления поэтапных скоростей тектонических движений наиболее подходящими являются данные о высотах цоколей речных террас. Можно было бы использовать при расчетах и высоты террас, однако явление направленного возрастания удельной аккумуляции аллювия, характерное для рек некоторых районов, будет внести существенные искажения в полученные результаты. Правда, в расчеты можно было бы внести соответствующие поправки, но, поскольку мы не ставим перед собой задачу выяснить региональные особенности тектонических движений, ограничимся лишь рассмотрением нескольких примеров. Заметим, что для пловиальной зоны, где возрастание удельной аккумуляции не установлено, приближенные значения средних поэтапных скоростей тектонических движений могут вычисляться по высотам террас. Точно так же не будет значительных искажений, если при расчетах поэтапных скоростей использовать высоты морских террас.

Результаты таких вычислений в виде графиков изменений скоростей тектонических движений представлены на рис. 20, 21. Анализ графиков показывает, что из 12 изученных нами районов практически равномерными движениями характеризовались в плейстоцене бассейн верхнего течения р. Томи, побережье о-ва Гаити в северный берег Гибралтарского пролива. Однако во всех этих районах в верхнем плейстоцене отмечалось некоторое снижение средних скоростей тектонических поднятий. Южные районы Русской равнины (нижнее течение р. Прут), западные районы Африканской платформы, центральная часть мезозойд Северо-Востока СССР, западные районы Кавказа и Камчатки испытали некоторое оживление тектонических движений в конце эоплейстоцена — начале раннего плейстоцена. Величина такой активизации в различных районах неодинаковая. Максимальной она была на Камчатке. Средняя скорость здесь возросла до 600 мм/тыс. лет, однако затем резко замедлилась и в течение примерно 400 тыс. лет составляла всего 200–240 мм/тыс. лет. В конце среднего плейстоцена в этом районе вновь отмечалось возрастание скоростей тектонических движений, а в середине позднего плейстоцена обозначается их резкий спад.

Интересные результаты показывает сравнение тенденции изменения скоростей тектонических движений, рассчитанных по высотам речных и морских террас. Так, например, графики скоростей дви-

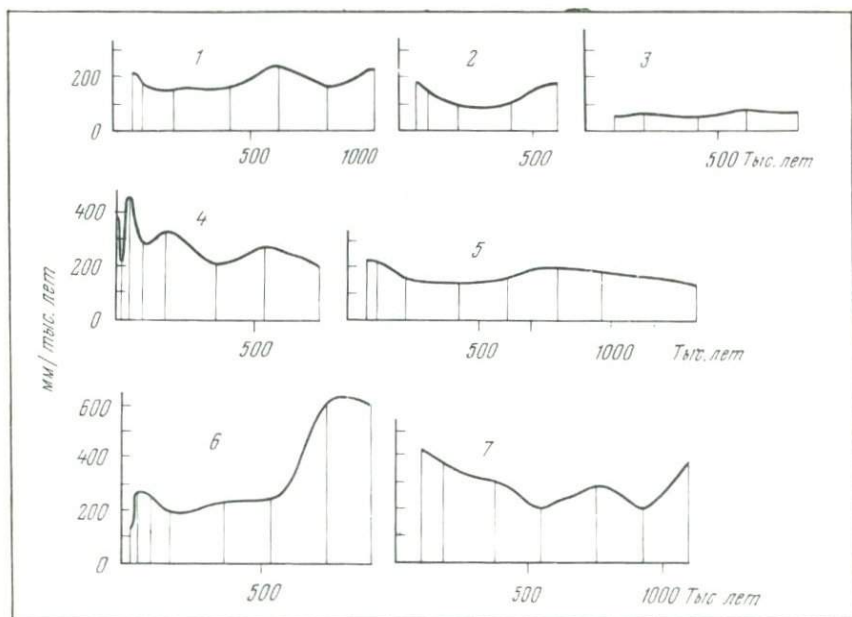


Рис. 20. Графики изменений средних поэтапных скоростей тектонических поднятий, рассчитанные по рядам речных террас

1 – нижнее течение р. Прут; 2 – среднее течение р. Нил; 3 – среднее течение р. Томь; 4 – долина р. Неры; 5 – долина р. Кольмы в районе "Большие меандры"; 6 – долина р. Быстрой в пределах Срединного Камчатского хребта; 7 – долина р. Риони в районе Речи

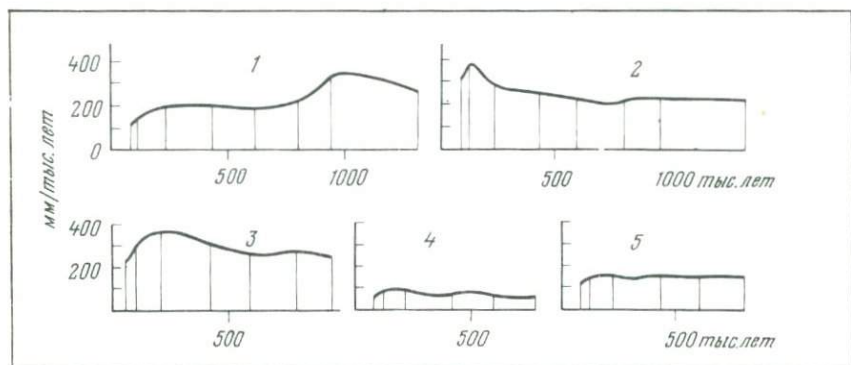


Рис. 21. Графики изменений средних поэтапных скоростей тектонических поднятий, рассчитанные по рядам морских террас

1 – побережье п-ова Озерного, Восточная Камчатка; 2 – Черноморское побережье Кавказа; 3 – побережье Чили; 4 – побережье о. Гаити; 5 – северный берег Гибралтарского пролива

жений в районе долины Быстрой (Срединный Камчатский хребет) и п-ова Озерного (Восточная Камчатка) хотя и отличаются величиной скоростей, обнаруживают сходную тенденцию их изменений в течении плейстоценовой геологической истории (см. рис. 21).

Некоторое возрастание скоростей тектонических движений в конце среднего плейстоцена обнаружилось при анализе речных и морских террасовых рядов Кавказа и других районах. Наиболее резко оно выражено в мезозойской складчатой области, где скорости возросли почти вдвое.

Анализ графиков показывает, что тектонические движения в течение эпохи образования террас на носили колебательный характер, хотя их скорости временами возрастали, временами замедлялись. Эффект изменения скоростей движения не смог, однако, значительно исказить закономерность в распределении высот террас в связи с кратковременностью отдельных климатических ритмов.

Несмотря на имевшее место некоторое возрастание средних скоростей тектонических поднятий в конце эоплейстоцена — начале раннего плейстоцена, по приведенным данным как будто не устанавливается этап, который знаменовался резким оживлением тектонических движений и мог бы быть принят за фазу четвертичного тектонеза. Между тем мнение о существовании таких фаз прочно вошло в геологическую литературу. С ними, как правило, связывается возникновение основных черт современного рельефа. Например, О.А.Брайцева с соавторами (1968) полагают, что основные черты рельефа Камчатки возникли не раньше среднего плейстоцена, поэтому следов оледенений, более древних, чем верхнеплейстоценовые, здесь нет и, по их мнению, быть не может. По представлениям Е.М.Максимова (1972), некоторые вершины Полярного Урала поднялись на огромную высоту лишь в течение голоцена, за каких-нибудь 10 тыс. лет.

Сведения о плейстоценовой активизации платформенных областей содержатся в работах В.А.Обручева, М.А.Усова и многих других исследователей. О четвертичной фазе тектогенеза писал и автор настоящей работы (Беспалый, 1969; Беспалый, Максимов, 1973).

Если анализировать факты, на основании которых выделяются четвертичные фазы тектогенеза, то их можно разделить на две группы.

Первая группа — это факты дислоцированности четвертичных отложений. Оказывается, что в тектонически активных областях дислоцированными бывают главным образом раннеплейстоценовые осадки (Беспалый и др., 1970), более же молодые характеризуются первичным наклоном слоев. При объяснении тектонических нарушений четвертичных образований обычно забываются фактор времени и эпизодичность процессов. Так, например, раннеплейстоценовые доледниковые и ледниковые отложения Западной Камчатки падают к юго-западу под углом $5-12^{\circ}$. Более же молодые морены и слоистые ледниковые образования, залегающие стратиграфически выше, явных следов дислокаций не обнаруживают. Естественно, если не учиты-

вать длительны промежутки времени между накоплением этих двух разновозрастных комплексов, можно прийти к выводу о существовании между ними углового несогласия, а следовательно, и выделить фазу тектогенеза.

Второй пример из этого же региона. На высоких водоразделах Камчатки, Курильских островов и Сахалина часто присутствуют плато-эффузивы. Это — осадки щитовых плиоцен-раннеплейстоценовых вулканов. Плато-эффузивы считают свидетельством тектонических движений, создавших основные черты рельефа этих районов. Вместе с тем над поверхностью Западно-Камчатской равнины возвышается щитовой вулкан Большая Ипелька диаметром около 45 км. Отметки его плоской вершины составляют около 900–1100 м. Излияния базальтов, очевидно, могли происходить на различной высоте, поэтому существование плато-эффузивов вряд ли следует всегда объяснять интенсивными плейстоценовыми поднятиями.

Другая группа фактов, которые обычно объясняются тектоническими движениями, касается преимущественно платформенных областей или жестких срединных массивов. При геоморфологических исследованиях в речных долинах таких структур часто устанавливается значительный уступ между сериями низких и высоких террас. Если при этом исследователь стоит на позициях главенствующей роли тектонических движений в формировании террас, то такой уступ объясняется им резким оживлением тектонических движений, вызывающим врезание рек. Такие уступы прекрасно выявляются путем сопоставления так называемых диаграмм "колебательных тектонических движений" (Рагозин, 1961) и считаются свидетельством существования среднеплейстоценовой фазы тектогенеза.

Однако если обратиться к графикам террасовых рядов, то обнаруживается, что такой уступ располагается между "пограничной" и более низкой террасами. Следовательно, он был сформирован во время "длинного" (миндель-рисского) межледниковья (см. раздел "Возраст пограничных террас"). В этом легко убедиться и при анализе геохронологической шкалы. Во время этого межледниковья реки врезались примерно на 30 тыс. лет дольше, чем во время предыдущего, и почти на 100 тыс. лет продолжительнее, чем во время последующего. Естественно, и возникший в это время уступ будет более значительным, чем все другие. Поэтому сведения о наличии четвертичной фазы тектогенеза вызывают сомнение, а материалы, послужившие для ее выделения, находят совершенно иное объяснение с позиций изучения математически закономерных процессов образования террас.

Таким образом, мы не видим достаточно убедительных данных, свидетельствующих о том, что на границе плиоцена и плейстоцена произошло резкое оживление тектонических движений. Очевидно, они наследовали как свой знак, так и в какой-то степени интенсивность от движений более ранних эпох. Роль четвертичных тектонических движений в формировании современного рельефа многих районов часто сильно преувеличена. Вследствие этого может оказаться, что

современный рельеф более древний, чем представляется некоторым исследователям. Убедиться в этом нетрудно, если обратиться к таблицам высот террас, помещенным в разделе "Региональный анализ террасовых рядов". Напомним, что I терраса, расположенная выше "пограничной", была сформирована в конце эохи Матуяма, то есть около 700 тыс. лет назад. Этот рубеж часто принимается за нижнюю границу плейстоцена. Следовательно, высота террасы будет приблизительно соответствовать амплитуде тектонических поднятий за весь плейстоцен. Из данных таблиц видно, что даже в чрезвычайно молодых складчатых областях, где предполагается самая высокая интенсивность тектонических движений амплитуда поднятий за плейстоцен обычно не превышает 120-150 м. Если величины плейстоценовых скоростей тектонических движений распространить и в прошлое, то для создания современного рельефа многих территорий потребовалось бы несколько миллионов лет. Однако это уже не входит в задачи настоящего исследования.

Суммируя изложенное, еще раз подчеркнем, что тектонические поднятия в бассейнах рек и на морских побережьях, где сейчас наблюдаются террасы, происходили в плейстоцене постоянно. Их скорости временами замедлялись, временами возрастали на фоне кратковременных, но значительно более активных по своему воздействию на окружающую среду климатических ритмов. Благодаря этому искажения, вносимые неравномерными движениями в закономерные ряды террас, не смогли затушевать их связи со столь же закономерно проявившимися климатическими ритмами. Таким образом, тектонические движения положительного знака являются вторым неизменным условием формирования морских и речных террас. Неравномерность скоростей не может быть поводом для выделения позднекайнозойских тектонических движений в особый "террасообразующий" тип.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА ТЕРРАСОВЫХ РЯДОВ

В предыдущих разделах было показано, что образование речных и морских террас и их отложений подчинялось строгим естественно-историческим закономерностям. Зная их, мы вправе ожидать, что они послужат дальнейшему, более углубленному и целенаправленному изучению комплекса взаимосвязанных проблем геологии плейстоцена, палеогеографии и неотектоники. На этой основе представляется возможным совершенно по-новому решить и целый ряд прикладных задач, с которыми постоянно сталкиваются исследователи на практике.

Некоторые примеры учета закономерностей, вытекающих из анализа террасовых рядов, были приведены выше в различных разделах настоящей работы. Мы затрагивали вопросы межрегиональной корреляции террас, показывали возможные пути изучения характера тектонических движений и многое другое. Поэтому здесь мы ограничимся лишь самыми общими замечаниями по использованию террасовых рядов. Сделаем это применительно к районам, наиболее знакомым автору по многолетним личным полевым исследованиям.

Использование террасовых рядов при стратиграфических исследованиях

В подавляющем большинстве горных районов и платформенных областей аллювиальные свиты речных террас являются основными объектами стратиграфических исследований. Однако при этом исследователи сталкиваются с неполнотой геологической летописи вследствие эпизодического накопления аллювиальных осадков. Казалось бы, таких недостатков лишены тектонические впадины, где можно предполагать наличие полных разрезов четвертичных отложений. Но и там, если они анализируются по материалам бурения, установить более или менее полный разрез даже одного климатостратиграфического горизонта плейстоценовых отложений удается крайне редко.

Построение стратиграфических схем в дальневосточном регионе заключается в выделении отложений "холодных" и "теплых" эпох. Хорошо, если при этом хотя бы один из древних климатостратиграфических горизонтов охарактеризован фауной млекопитающих. Тогда, установив общую последовательность стратиграфических единиц, нетрудно провести их корреляцию с каким-либо из соседних, хоро-

шо изученных регионов. Однако и этого не всегда оказывается достаточным. Так, например, на Северо-Востоке СССР известны всего два пункта с находками тираспольских млекопитающих. Один из них расположен в нижнем течении р. Колымы, где у обнажения ожелезненных песков найдены кости раннеплейстоценового бобра. Естественно, такая находка чрезвычайно интересна, но стратиграфическая ее ценность незначительна.

Другое местонахождение фауны установлено на низменности, прилегающей к Ледовитому океану, в бассейне р. Чукотской. Эта фауна была найдена и изучена А.В.Шером (1971).

Можно было бы надеяться по данным палинологического анализа "привязать" стратиграфическую схему Яно-Колымского пояса к фаунистически охарактеризованным разрезам Приморских низменностей. Однако этому препятствует существование в раннем плейстоцене четко выраженной природной географической зональности. По данным Р.Е.Гитерман (1973), в палинологических спектрах нижнеплейстоценовых отложений Приморских низменностей преобладает пыльца недревесных растений, что говорит о господстве безлесного типа растительности. В это время в горных районах Северо-Востока СССР, по материалам Ю.И. Гольдфарба (1972), произрастали хвойно-широколиственные леса. При такого рода сопоставлениях возникает явное несоответствие палеогеографической обстановки в двух сравниваемых районах, которое нельзя объяснить, даже допуская широтную зональность.

Между тем последовательная смена плейстоценовой флоры и растительных группировок в горных районах Северо-Востока СССР в настоящее время более или менее установлена. Многие в этом направлении сделано А.П. Васьковским, М.П. Гричук, Ю.И. Гольдфарбом, Н.А. Шило и другими исследователями. Однако надежно "привязать" их схемы к общей стратиграфической шкале не представляется возможным. Поэтому в районах, где редко встречаются остатки фауны млекопитающих или они ограничиваются лишь верхнепалеолитическим комплексом, проведение плио-плейстоценовой границы вызывает большие трудности. Анализ этих вопросов мы провели в одной из наших совместных работ с Н.А. Шило (Шило, Беспалый, 1974) и, основываясь на изучении террасовых рядов, предложили их решение (Беспалый, 1975), а поэтому останавливаться на них не будем. Замечу лишь, что построение стратиграфических шкал для районов, не имеющих четких временных рубежей, по сути дела опирается только на чередование "теплых" и "холодных" эпох геологического прошлого. При этом за начало отсчета чередующихся климатических эпох либо принимают первое заметное похолодание климата, либо исходят из положения, что пойменные осадки имеют голоценовый возраст. Независимо от того, сколько климатических ритмов было установлено в разрезе четвертичных отложений того или иного района, четыре самых молодых из них обычно относятся к позднему плейстоцену, остальные в различных пропорциях "распределяют" между средним и ранним плейстоценом.

Если учесть тот факт, что стратиграфические схемы районов главным образом опираются на материалы изучения речных террас, а также вспомнить о существовании сокращенных террасовых рядов, то нетрудно представить себе те ошибки, которые неизбежны при такого рода "арифметическом" подходе к климатостратиграфии. Встречаясь с "многослойными" аллювиальными "свитами", исследователь невольно вынужден принимать альтернативное решение: либо выделить последовательный ряд климатостратиграфических горизонтов одинакового таксономического ранга в разрезе одной и той же террасы, либо нижние его слои связать с древней эпохой эрозионного вреза. В течение последних лет и те и другие точки зрения высказывались различными исследователями для бассейна р. Кольмы.

Неудовлетворительно обстоят дела со стратиграфией аллювиальных толщ в районах с интенсивными тектоническими поднятиями. Выше было показано, что в некоторых районах Камчатки и Сахалина отложения речных террас на всю мощность характеризуются спорово-пыльцевыми спектрами, отражающими растительность "холодных" и влажных эпох. В результате этого палинологические характеристики разновозрастных горизонтов часто близки друг к другу. Отсутствие органических остатков в аллювии горных рек делает здесь применение радиоуглеродного анализа невозможным. Эти особенности стратиграфии аллювиальных толщ отчетливо выявились в дискуссиях на Первом семинаре палинологов Дальнего Востока, состоявшемся в 1974 г. в Магадане. Трудности с расчленением разновозрастных "аллювиальных свит" Камчатки вызвали, например, необходимость постановки здесь специальных палинологических исследований.

Мы подчеркивали, что основные трудности при построении местных стратиграфических шкал заключаются в привязке установленных рубежей к общей стратиграфической шкале, то есть в их корреляции, что может быть выполнено анализом террасовых рядов (Беспалый, 1974, 1975).

При выяснении генетической сущности закономерного террасообразования анализом фауны млекопитающих и данными галеоманнитного анализа (к сожалению, немногочисленными) было показано, что террасы, одинаково расположенные по отношению к "пограничной", — приблизительно одновозрастны. Исходя из этого можно считать, что каждому климатическому ритму в полных террасовых рядах отвечает вполне определенная терраса. Однако в подавляющем большинстве случаев мы встречаемся с сокращенными террасовыми рядами, то есть с такими, когда выпадает одна или несколько террас. Поскольку I надпойменная терраса всегда оказывается созданной последним климатическим террасообразовательным ритмом, нетрудно установить, отложения каких ритмов следует искать под осадками пойменных и первой надпойменной террас.

Стратиграфические схемы, построенные с учетом анализа террасовых рядов, будут прекрасно коррелироваться друг с другом и

с общей стратиграфической шкалой. При установлении разновозрастных террас на огромных территориях, различия в их палеоботанической и палеофаунистической и других характеристиках будут объясняться теперь существованием ландшафтных особенностей в прошлом. На этой основе возможны различные палеогеографические обобщения. Мы неоднократно подчеркивали примерную разновозрастность террас, устанавливаемую этим методом. Поэтому абсолютные определения возраста крайне необходимы для выявления многих важных "деталей" образования террас. Именно такие "детали", как, например, установление хронологических рубежей эпох аккумуляции и вреза, еще более раздвинул рамки применения анализа террасовых рядов.

Анализ террасовых рядов при палеогеографических реконструкциях

Поскольку при палеогеографических реконструкциях, точно так же как и при построении стратиграфических шкал, на первый план выдвигается проблема привязки климатических ритмов к общей геохронологической шкале, анализ террасовых рядов может оказать при этом неоценимую услугу. Используя "пограничные" террасы в качестве своеобразных реперов при сопоставлении террасовых лестниц различных рек, исследователь получает возможность реконструировать растительность, животный мир, особенности осадконакопления как по отдельным временным срезам, так и для новейшего периода в целом. Использование этого метода при построении серии палеогеографических карт позволит уверенно выделить провинциальные черты природной среды и установить ее широтную географическую зональность. В отдельных случаях может быть выявлена и вертикальная поясность палеорастительности и других компонентов ландшафтов прошлого.

Мы также упоминали, что, используя анализ террасовых рядов, можно выявить очаги возникновения новых видов растений и животных, проследить их миграцию как во времени, так и пространстве. Однако для этих целей требуется постановка специальных совместных геоморфологических и палеонтологических исследований.

Наряду с этим анализ террасовых рядов позволяет решить и некоторые другие палеогеографические проблемы. Возьмем, к примеру, проблему оледенений и изменений уровня Мирового океана. По всем имеющимся данным, эпохам оледенений соответствует низкое положение уровня океана, межледниковьям, — наоборот, высокое. Между тем в некоторых районах, в том числе и на Восточной Чукотке, установлено широкое развитие плейстоценовых ледниково-морских толщ (Петров, 1966). Эти факты были объяснены совпадением оледенений с трансгрессиями. Между тем исследования на Аляске показали, что на восточном побережье Берингова пролива трансгрессии совпадали с межледниковьями. Каково же может быть решение этого "палеогеографического парадокса", как его образно назвал Д.М. Гопкинс (1973)?

После приведенного регионального анализа рядов морских террас можно сделать вполне определенный вывод, что такого парадокса не должно существовать. Очевидно, в результате недостаточной изученности разреза четвертичных отложений Чукотки или неправильного истолкования некоторых фактов и возникли представления о совпадении оледенений с трансгрессиями. Чтобы показать это, кратко обратимся к материалам наших исследований Восточной Чукотки и Камчатки, в значительной мере еще не опубликованных.

Они свидетельствуют о том, что ледниково-морские фации широко распространены в прибрежных районах северо-западной части Тихого океана. Их разрезы изучены нами и рядом других исследователей в устье р. Анадырь, в проливе Литке, на о-ве Карагинском, п-ове Камчатский мыс. Самые древние из этих отложений известны в последнем районе (Беспалый и др., 1972; Беспалый, 1973а; Беспалый, Давидович, 1974). Ледниково-морские фации установлены в самых верхних горизонтах разреза нижнеплейстоценовой ольховской свиты. В одних разрезах они переслаиваются с типичными морскими мелководными осадками, представленными диагонально-слоистыми гравийниками и галечниками, в других — с морскими отложениями перемежаются лишь нижние горизонты морены. Верхние слои ее в таких разрезах, несомненно, накапливались в субэаральных условиях. В целом вверх по разрезу свиты отмечается поглубление обломочного материала. Иногда устанавливаются пачки лагунных отложений с ритмичным характером осадконакопления и следами перерывов в седиментации. Все это, несомненно, свидетельствует о развивавшейся регрессии ольховского бассейна и о приуроченности ледниково-морских фаций к ее заключительной стадии. Об этом говорят и другие факты, в частности, палеонтологические материалы (Беспалый и др., 1972).

Такие же последовательные переходы межледниковых морских отложений в ледниково-морские фации, а последних в субэаральную морену установлены нами на Восточной Чукотке и в проливе Литке, южнее пос. Оссоры. Переходы ледниково-морских фаций крестовской свиты в субэаральную морену отмечались ранее О.М. Петровым (1966).

Решение упомянутого выше палеогеографического несоответствия эпох трансгрессий по обе стороны Берингова пролива предложено Д.М. Гопкинсом (1973). Он считает, что эйнахнутская трансгрессия, происходившая около 225 тыс. лет назад, представляет собой III "конечную фазу" Брокера и Ван Донка. За ней последовала регрессия, сменявшаяся "двойной" пелукской трансгрессией, состоявшей из межледникового и межстадиального повышений уровня моря. По мере развития среднеплейстоценовых ледников Чукотки они выдвигались на континентальный шельф и достигали о-ва Св. Лаврентия. Гляциоизостатическая реакция территории шельфа проявилась в опускании Анадырского залива, где сохранялись морские условия и накапливались ледниково-морские осадки средней пачки крестовской свиты. По мере того как в конце иллинойса начал подниматься уровень моря, его воды вторгались в Бристольский залив. Фронт

ледника оказался на плаву, и там отлагались ледниково-морские осадки. После таяния ледников началась обратная изостатическая реакция. Глубина Анадырского залива уменьшилась, а осадки крестовской свиты были подняты выше уровня моря. Возможно, в некоторых районах Берингии модель геологического развития, предложенная Д.М. Гопкинсом, и имела место. Что касается северного побережья Анадырского залива, то нами собраны факты, не свидетельствующие в ее пользу.

Как показали материалы изучения геологического строения берегов залива Креста, северной части Анадырского залива и Берингова пролива, ледниково-морские фации средней части крестовской свиты приурочены главным образом к районам речных долин, по которым двигались ледники. В береговых разрезах между долинами осадки утрачивают черты, характерные для ледниково-морских фаций, и приобретают все особенности типичных морских отложений. При горно-долинном характере крестовского оледенения ожидать существования на шельфе мощного ледникового щита не представляется возможным. В связи с этим изостатическая реакция Анадырского залива вряд ли была значительной. Об этом свидетельствует и строение некоторых разрезов крестовской свиты, верхние горизонты которых включают трансгрессивно лежащие на ледниково-морских фациях грубые галечники с обломками толстостенных раковин моллюсков. Несомненно, эти галечники возникли в результате перемыва отложений крестовского времени.

Как же объяснить все особенности строения ледниково-морских и морских отложений прибрежных районов северо-западной части Тихого океана? Думается, что наиболее удовлетворительно это можно сделать, приняв, что в высоких широтах оледенение развивалось значительно раньше, чем в подавляющем большинстве других регионов. Поэтому ледниковые языки, выдвигаясь из речных долин, успевали "догонять" море, отступающее вследствие гляциоэвстатической регрессии, что и приводило к накоплению ледниково-морских осадков, перекрытых затем субаэральной мореной. Процессам ледниково-морского осадконакопления в значительной мере способствовала и приглубость берега. Чем больше был свал глубин, тем меньше плановое несовпадение межледниковых и ледниковых береговых линий, тем меньше длина ледникового языка необходима была для достижения уровня моря. Если конечные морены среднеплейстоценовых ледников устанавливаются данными сейсмоакустического профилирования на удалении около 50 км от западного побережья Берингова пролива, то верхнеплейстоценовые конечные морены располагаются в прибрежном мелководье, непосредственно против устья фьордов, на глубинах всего 18-20 м. При этом дно фьордов, по отношению к центральной части акватории Берингова пролива, переуглублено на 50-70 м. Понятно, что после среднеплейстоценового цикла седиментации в акватории Берингова пролива и в северной части Анадырского залива небольшая депрессия уровня океана уже сопровождалась значительным удалением береговой линии. Сокращение масштаба верхнеплей-

стоценовых оледенений не приводило к формированию ледниково-морских фаций. Таким образом, если однажды исчезали условия для накопления ледниково-морских фаций, в дальнейшем они не возобновлялись. В некотором смысле этот процесс для плейстоценовой истории западного Притихоокеанья является необратимым. Наступление таких условий фиксируется появлением в строении побережья типичной морской межледниковой террасы. В Усть-Камчатском районе это поверхность образования отложений среднеплейстоценовой лахтакской свиты, на Восточной Чукотке – верхнеплейстоценовой валькатленской террасы, на о-ве Карагинском – межледниковой террасы высотой до 25 м. На западном побережье пролива Литке такая межледниковая терраса отсутствует. Если только она не размыта, то не исключено, что оссорские ледниково-морские слои, сопоставляемые О.М. Петровым и М. М. Хоревой (1968) с крестовской свитой Восточной Чукотки, имеют более молодой верхнеплейстоценовый возраст.

Анализ террасовых рядов при изучении неотектоники

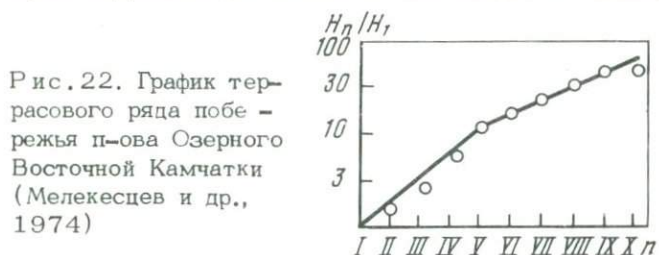
В настоящее время, вероятно, не требуется доказывать важность изучения вопросов новейшей тектоники, позволяющей решать ряд фундаментальных научных проблем и многих практических вопросов поисков месторождений полезных ископаемых, устойчивости долговременных инженерных сооружений, сейсмического районирования и ряд других. Эти проблемы хорошо показаны Н.И. Николаевым (1962) в его известной монографии. В ней также характеризуются основные методы изучения. Новейшие тектонические движения, по Н.И. Николаеву (1962), в своем проявлении имели три фазы, отражающие крупную ритмичность:

- 1) конец палеогена – начало неогена. Преобладание поднятий, дифференцированных по крупным структурам и неотектоническим элементам;
- 2) плиоцен. Преимущественно общие опускания и замедление темпа восходящих движений;
- 3) плейстоцен. Общие поднятия, дифференцированно проявившиеся в пределах материковых структур.

Н.И. Николаев (1962) считает, что указанная ритмичность тектонических движений находит свое выражение в формировании поверхностей выравнивания, в перемещении береговых линий моря, ослаблении процессов денудации и аккумуляции, в образовании речных террас, в явлениях оледенений и т.д. На крупные колебания накладывались более мелкие ритмы, также нашедшие отражение в формировании различных элементов рельефа, как, например, речных террас. Этот тип колебаний предлагалось назвать "террасообразующим". Н.И. Николаев подчеркивал: "Нельзя не отметить, что проявление некоторых ритмов движений, фиксирующихся в формировании основных поверхностей выравнивания и террасовых уровней, одинаковы для всех континентов и отражают их общие планетарные закономерности" (Николаев, 1962, с. 72).

О чем свидетельствует анализ террасовых рядов?

Было показано, что в позднем кайнозое новейшие тектонические поднятия были более или менее равномерными. Между тем анализ террасовых рядов дает представление только об изменениях скоростей тектонических движений за более или менее продолжительный отрезок времени, равный длительности того или иного климатического



ритма. Судить же о том, как они менялись на протяжении самого ритма, по данным изучения террасовых рядов, не представляется возможным. Поэтому вполне вероятно, что движения, которые мы считаем более или менее равномерными, на самом деле могли состоять из серии короткопериодических ритмов. Во всяком случае, анализ террасовых рядов полностью исключает только предположение о колебательном характере тектонических движений лишь в том смысле, который вытекает из термина "колебательные террасообразующие движения".

Хочется еще раз подчеркнуть, что в работах по неотектонике молодых складчатых областей тектоническим движениям четвертичного возраста приписывается основная рельефообразующая роль. В более древних складчатых сооружениях такое же огромное значение придается и плиоцен-раннеплейстоценовым движениям. Мы уже упоминали, что, например, рельеф Камчатки представляется некоторым исследователям чрезвычайно молодым. Так, по данным И.В. Мелекесцева и др. (1974), на о-ве Карагинском и п-ове Озерном средние скорости тектонических поднятий составили 1,1–1,2 мм/год. В основу вычислений таких скоростей авторы положили взаимоотношения морских террас с конечными моренами оледенений, которые датируются ими поздним плейстоценом.

Исходя из таких значений средних скоростей тектонических поднятий, О.А. Брайцева и другие исследователи полагают, что многие районы Восточной Камчатки еще в раннем плейстоцене находились ниже уровня моря. Предлагается пересмотреть возраст раннеплейстоценовых отложений ольховской свиты, в верхних горизонтах которой установлены ледниково-морские фации, а нижние характеризуются обратной намагниченностью (Беспалый и др., 1972).

Нужно отметить, что вычисление средних скоростей тектонических движений, основанное на определении возраста морских террас, по их взаимоотношению с моренами, крайне ненадежно, так как ледниковые образования налегают на осадки самого различного возраста. Кроме того, ледниковый язык может остановиться на

поверхности любой древней морской террасы. Упомянутые авторы без достаточных доказательств считают, что выраженные в рельефе Камчатки аккумулятивные ледниковые формы созданы исключительно верхнеплейстоценовыми ледниками. Нет гарантии, однако, что они могли наблюдать взаимоотношения морских террас и более древних, чем верхнеплейстоценовые, ледниковых отложений. Поэтому вычисления средних скоростей тектонических движений, основанные на таких допущениях, страдают большой погрешностью.

Этих недостатков были бы лишены расчеты средних скоростей тектонических движений, основанные на анализе террасовых рядов. Их можно было бы рассчитать как по этапам, так и относительно "пограничной" террасы. Возьмем, к примеру, террасовый ряд п-ова Озерного. И.В. Мелекесцев и др. (1974) приводят сведения о высотах следующих морских террас: I-6-7; II-10-12; III-15-20; IV-40-45; V-80-100; VI-110-120; VII-160-170; VIII-200-220; IX-300-320 и X-340-360 тыс. м. График террасового ряда, построенный по этим данным (рис. 22), изламывается на V снизу морской террасе высотой 80-100 м. Следовательно, формирование этой террасы закончилось около 430 тыс. лет назад. Отсутствие точки перелома на II береговой линии, вероятно, объясняется тем, что высота I береговой линии выше георетической. Такие явления отмечались и ранее для голоценовых террас открытых морских берегов со значительным по высоте штормовым волнением.

Средняя скорость тектонических движений, рассчитанная относительно высоты "пограничной" террасы для районов п-ова Озерного и о-ва Карагинского, составит всего лишь 0,21 мм/год. Средние поэтапные скорости тектонических движений для этого района представлены на рис. 21, 1. Суммарная величина поднятий за плейстоцен равна высоте морской террасы, располагающейся непосредственно выше "пограничной", то есть будет составлять всего 110-120 м. Таким образом, представления о том, что в ранем плейстоцене горы п-ова Камчатский мыс покрывались морем, не подтверждаются. Думается, что на основе анализа террасовых рядов следует пересмотреть подобные представления и для многих других районов.

Террасовые ряды и геохронология позднего кайнозоя

Мы уже писали, что небольшие ошибки в хронологических рубежах отдельных климатических ритмов существенно не скажутся на выявлении закономерностей их проявления, так как в построениях использованы не продолжительность того или иного ритма, а их возраст. Иными словами, анализировались отрезки времени, истекшего после завершения того или иного климатического события. При таком подходе ошибки в определениях хронологических рубежей климатических ритмов не суммируются, а выступают довольно отчетливо и могут быть замечены. Особенно хорошо это видно на графиках времени завершения плейстоценовых климатических собы-

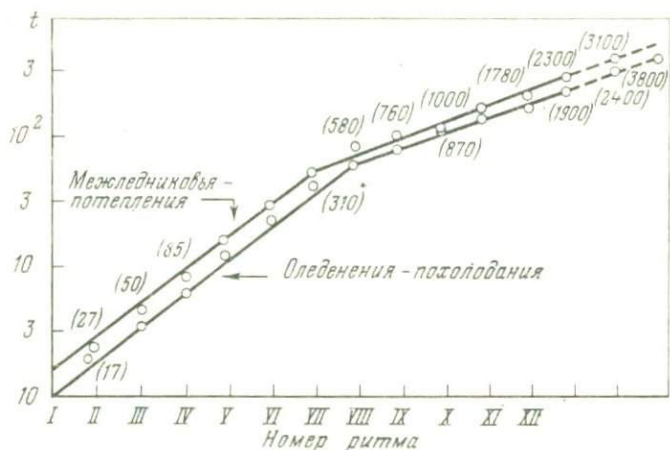


Рис. 23. Графики соотношений возраста климатических ритмов. Цифры в скобках — теоретическое значение возраста ритмов

тий. Можно было бы попытаться внести "исправления" в возраст тех или иных климатических событий, приблизив точки значений этих величин к линии графика (рис. 23).

При построении графика межледниковий мы принимали время окончания второго рисского теплового интервала в 140 тыс. лет, вопреки дате в 120 тыс. лет (Кинд, Никифорова, 1976). С принятым нами значением времени завершения интеррисского межледниковья, с одной стороны, согласуются данные определений возраста морских террас Средиземноморья (см. выше), с другой — находятся в противоречии термолюминесцентные датировки среднеплейстоценовых отложений на территории СССР. Так, например, по материалам З.В. Алешинской и др. (1973), в Ярославском Поволжье датировки в интервале 152–110 тыс. лет совпадают с существованием "холодных" климатических условий. Датировка в 145 ± 13 тыс. лет в Чеганском разрезе также характеризует ледниковое время (Зубаков и др., 1974). Вместо с тем В.А. Зубаков и В.В. Кочегура (1973) отмечают, что интервал в 180–127 тыс. лет имеет неясную палеоклиматическую характеристику. По всей вероятности, здесь мы сталкиваемся с трудностью разделения межледниковых и межстадиальных потеплений.

В настоящее время в связи с быстрым внедрением в стратиграфические исследования термолюминесцентного анализа наметилась неопределенность хронологических рубежей климатических ритмов. Быть может, все дело в том, что термолюминесцентный метод позволяет определять возраст отложений с точностью $\pm 10\%$. Как показывает анализ литературных данных, многие выводы сейчас строятся на единичных датировках. Возникающая при этом неопределенность, из-за больших допусков при термолюминесцентом датирова-

нии, часто превышает продолжительность не только отдельных стадий, но и ледниковых и межледниковых интервалов. Естественно, что надежные выводы должны опираться на массовые анализы всех без исключений стратиграфических границ.

Вместе с тем совершенно определенно можно говорить о том, что, как и в верхнем плейстоцене, климатические ритмы более ранних эпох также состояли из ритмов более мелкого ранга. Они фиксированы следами колебаний уровня Мирового океана, возможно, многослойными аллювиальными свитами и другими явлениями. Очевидно, не всегда достаточно четко удается отличить границы разнорядковых ритмов, что, несомненно, также вносит разнорядковые стратиграфические схемы и геохронологические шкалы. Думается, что в этой связи определенную помощь могли бы оказать выводы, вытекающие из анализа террасовых рядов, так как террасообразовательные ритмы отвечают наиболее крупным ритмам природной среды, когда происходили ее самые значительные качественные изменения. Исходя из этого, а также учитывая тот факт, что выше "пограничной" террасы с закономерностью террасовых рядов связано еще не менее восьми надпойменных террас, можно экстраполировать геохронологическую шкалу по крайней мере до II "пограничной" террасы. Чтобы избежать сложных математических расчетов, для этой цели применены графические построения (см. рис. 23). Линии графиков продлены вправо. Для окончаний оледенений (похолоданий) получим соответственно следующие приблизительные значения возраста: 1900, 2400 и 3200 тыс. лет, для межледниковий (потеплений): 2300, 3100 тыс. лет.

Можно надеяться, что последующие исследования абсолютного возраста позднекайнозойских образований подтвердят эти данные.

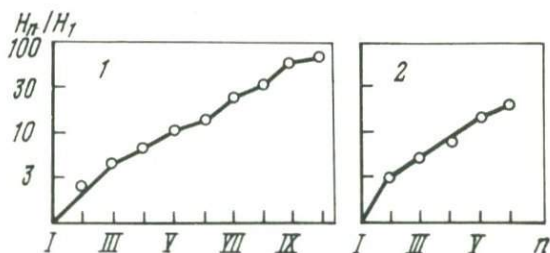
Некоторые методические замечания к изучению террасовых рядов и направления дальнейших исследований

Как нетрудно заметить, при выявлении закономерностей в распределении высот террас автором были использованы главным образом литературные данные. Невольно может возникнуть вопрос о достоверности исходных материалов, а следовательно, и полученных, порой далеко идущих, выводов. Не секрет, что высоты террас измеряются различными исследователями неодинаково. Одни измеряют их по бровкам террас, другие — по тыловым швам, а в районах Северо-Востока СССР, например, принято измерять террасы по высотам цоколей, из-за интенсивно развитых здесь склоновых процессов. Специалистам, знакомым с методами изучения террас, хорошо известно, что высота одной и той же террасы многократно измеряется в процессе полевых исследований на более или менее протяженных отрезках долины или морского побережья. Таким образом, средние высоты террас анализированных нами рядов обеспечены десятками, если не сотнями, частных полевых измерений. По этой

причине наиболее пригодными для анализа террасовых рядов служат данные специальных геоморфологических или геологических исследований, где террасы являются основным объектом изучения. Материалы таких исследований и принимались нами во внимание. Возникает вопрос, возможны ли ошибки при специальных исследованиях? Безусловно. Однако их характер специфичен. Источник ошибок здесь лежит не столько в непосредственных измерениях высот террас, сколько в корреляции террас на различных участках долины или

Рис. 24. Графики террасового ряда Странджинского побережья Болгарии

1 - по данным Д.А. Лиленберга и др., 1964;
2 - по данным Лиленберга и др., 1965



морского побережья, в особенности если новейшие тектонические движения носили в районе резко выраженный дифференцированный характер. Результаты ошибочных корреляций приводят к тому, что высоты отдельных террас получаются несколько завышенными или заниженными. При построении графика террасового ряда значение высоты такой террасы несколько не совпадает с ее теоретическим местом. В целом это не влияет на выявление общей закономерности, и по этой причине в процессе изложения материала по террасовым рядам мы не акцентировали внимание на таких ошибках. Наряду с этим встречаются данные, где в приводимых высотах террас содержатся и значительные ошибки, а при корреляции выделены лишние или пропущены существующие террасы (мы не касаемся случаев, когда терраса размыта). При построении графиков по таким данным ошибки проявляются чрезвычайно рельефно. В этих случаях использовались материалы более поздних исследований этого же автора или других специалистов. Сошлемся в этой связи на работы Д.А. Лиленберга, Вл. Попова и К. Мишева по морским террасам Болгарии. В работе, опубликованной ими в 1964 г. по странджинскому побережью Черного моря, были сообщены следующие сведения о высотах террас: I - 1,5-2; II - 3; 5-5; III - 7-9; IV - 10-12; V - 16-18; VI - 20-25; VII - 35-40; VIII - 55-60; IX - 100 и X - 120 м. График этого ряда не обнаруживает никакой закономерности в распределении высот террас (рис. 24, 1).

В более поздней работе, посвященной этому же району, уже приведены следующие данные о высотах террас: I - 1,5-2; II - 3; 5-5; III - 8-14; IV - 20-25; V - 30-40; VI - 55-65; VII - 80-90; VIII - 100-105 м (Лиленберг и др., 1965). Построенный график (рис. 24, 2) уже ничем не отличается от "типичных" графиков океанических террасовых рядов.

Наряду с этим автору ни разу не удалось построить график математически закономерного террасового ряда для территории Японии. По данным японских исследователей, сведения о высотах террас имеют большие колебания. Для примера приведу данные о высотах морских террас о. Танегасимы, которые содержатся в работе Наката Такаси (1968): I - 5-8; II - 20-30; III - 25-75; IV - 50-90; V - 25-130; VI - 80-210; VII - 120-170; VIII - 120-180 м. График террасового ряда, построенный по максимальным,

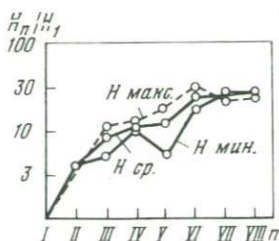


Рис. 25. Террасовый ряд о. Танегасима. Данные о высотах террас по Наката Такаси, 1968

и минимальным, и средним значениям высот террас, не обнаруживает математической закономерности, выявленной нами в других районах (рис. 25). Что является причиной этого, интенсивные ли дифференцированные тектонические движения региона, специфические ли методические приемы японских исследователей, применяемые при изучении террас, либо манера изложения фактического материала, автор судить не берется. После проведенного нами анализа террасовых рядов вряд ли возможно рассматривать острова Японии в качестве особого региона, где не происходило математически закономерного процесса образования террас.

Методические приемы изучения террас прекрасно изложены в многочисленных инструкциях и методических руководствах по геоморфологическим исследованиям речных долин и морских побережий, геологической съемке разных масштабов и ряде других изданий инструктивного порядка. В них признается, что информация о высотах террас, особенностях строения их осадков и возрасте позволяет получить много интересных выводов. Профилирование террас является второй важной задачей их изучения. Оно заключается в прослеживании террас вдоль речной долины или морского побережья и построении их продольного профиля. Именно при корреляции террас в речной долине допускаются наиболее значительные ошибки, в особенности в районах с дифференцированным характером тектонических движений. Здесь высоты террас наиболее изменчивы, и разновозрастные террасы на разобренных участках часто сопоставимы друг с другом по высоте. Вместе с тем таких ошибок можно полностью избежать, если построению продольных профилей террас будет предшествовать составление графика логарифмов отношений их высот.

В речной долине следует взять за основу какой-нибудь хорошо выраженный низкий "базисный" уровень. Обычно это I надпоймен-

ная терраса, поверхность которой лишена более или менее мощных покровных образований. В участках распространения более высоких надпойменных террас, независимо от номера, наряду с их измерениями необходимо каждый раз замерять высоты "базисного" уровня. Можно для этой цели применить и одну из пойменных ступеней. Если на продольном профиле долины, обозначенном на графике горизонтальной линией, откладывать не высоты террас, а логарифмы их отношений к высоте выбранного "базисного" уровня (I надпойменная терраса или высокая пойма), то у одновозрастных террас они будут совпадать или окажутся близки друг к другу. Таким образом, пространственно разобщенные фрагменты террас легко могут быть сопоставлены друг с другом. Только на этой основе могут быть построены лишенные ошибок продольные профили террас методами, рекомендуемыми многочисленными методическими руководствами.

Упомянутый прием построения графиков отношений логарифмов высот террас может быть применен и при изучении морских побережий.

Из сказанного вытекает, что высоты террас снова должны стать объектом самого пристального внимания геологов и геоморфологов. Необходимо получать данные о высотах цоколей, что позволит рассчитать средние поэтапные скорости тектонических движений. Изучение соотношений высот террас и отметок их цоколей дает информацию о направленном возрастании удельной аккумуляции аллювия. Вместе с тем необходимо изучать и всевозможные высокие уровни рельефа в верхних частях склонов речных долин и междуречий, а также на океанических и морских берегах. Обычно таким уровням не уделяется должного внимания, так как они не несут осадков. Их происхождение объяснить чрезвычайно трудно. Считается, что они не несут информации о каких-либо ритмично происходивших природных процессах.

Между тем Б.В. Ежовым и В.Д. Дмитриевым (1974) данные о таких уровнях рельефа на склонах долин и междуречий были использованы как для выявления первичного рельефа, существовавшего на территории горных районов Камчатки до этапа новейших поднятий, так и для расчета амплитуд тектонических движений и возраста рельефа. Все это заставляет полагать, что изучение ритмичности природных процессов, связанных с ними осадков и форм рельефа приобретает важное научное и практическое значение.

В настоящей работе мы рассмотрели преимущественно террасовые ряды перигляционной зоны Евразии. Это было вызвано необходимостью избежать влияния на математически закономерный процесс образования террас гляциостатических движений, которые, несомненно, вносили в него определенные искажения. Можно теперь считать, что для областей умеренной зоны особенности образования террас в речных долинах достаточно выяснены. Думается, что в значительной степени установленные закономерности можно применить и для экваториально-тропического пояса. Между тем для

плювиальной зоны, вероятно, предстоит еще немало сделать в этом направлении. В предыдущих разделах мы попытались наметить некоторые пути исследований террасовых рядов этого пояса. При этом были приведены две параллельные цепи возможных логических построений. Однако склониться к какой-нибудь из них пока рано.

Мы также совершенно не касались террасовых рядов замкнутых морей и крупных озер, которые, несомненно, испытывали в плейстоцене неоднократные трансгрессии и регрессии. Современные высоты их террас, в противоположность высотам террас открытых морей и океанических побережий, отражают не только интенсивность тектонических движений, но, вероятно, и несовпадение уровней разновозрастных трансгрессий. Теперь, зная роль климата и тектонических движений в процессе формирования речных террас, можно использовать эти выводы для определения амплитуд тектонических движений побережий замкнутых водоемов. Тем самым появляется возможность разделить роль тектонического и эвстатического факторов. На основании этого можно судить, какие из климатических эпох совпадали с максимальными трансгрессиями замкнутых водоемов, какие — с самыми большими их регрессиями. Первые из них, вероятно, и явятся эпохами максимальных регрессий открытых морей. Именно такие материалы в дальнейшем могут послужить отправным моментом при изучении плейстоценовых регрессивных береговых линий Мирового океана, о которых у нас пока имеются отрывочные сведения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Образование террас свойственно исключительно новейшему отрезку геологической истории Земли. Оно стало возможным лишь тогда, когда направленные климатические изменения природной среды начали оказывать существенное влияние на флювиальную рельефообразующую деятельность рек и вызывать значительные эвстатические колебания уровня Мирового океана. Для формирования террас в равной мере были необходимы как колебания климата, так и тектонические поднятия.

2. Математически закономерные террасовые ряды встречаются в речных долинах и на океанических побережьях в пределах разновозрастных геотектонических структур независимо от того, в каком современном климатическом поясе они находятся.

3. Совокупности высот террас в восходящем или нисходящем порядке их расположений по склону приближенно можно аппроксимировать геометрической прогрессией с разными показателями для древних и молодых террас. Известны наиболее полные террасовые ряды, в которых высоты террас объединяются в три закономерные группы.

4. Происхождение закономерности в распределении высот террас связано с таким же закономерным характером колебаний климата. В речных долинах колебания климата обусловили закономерную во времени смену эпох аккумуляции и вреза, на морских побережьях — такое же закономерное чередование гляциоэвстатических (гидрократических) трансгрессий и регрессий. Вследствие этого при более или менее равномерном характере тектонических поднятий высоты террас оказались пропорциональными возрасту климатического ритма, в течение которого они возникли.

5. Анализ средних скоростей тектонических поднятий за эпоху образования террас, вычисленных по глубинам эрозионных врезов и высотному положению древних береговых линий, свидетельствует о том, что в некоторых структурах они были более или менее равномерными, в других временами ускорялись или замедлялись, но эти изменения были настолько незначительными, что существенно не нарушили закономерные террасовые ряды. Не удается выделить и этап, который мог бы быть принятым за четвертичную или верхнеплищевую фазу тектогенеза.

6. Направленный характер изменений климата в сторону его похолодания и ксерофитизации сопровождался в Евразии эквивалентным ему возрастанием удельной аккумуляции аллювия речных долин. На фоне прогрессивного сокращения продолжительности климатических ритмов и при определенных сочетаниях ее со скоростями тектонических поднятий речные долины в своем развитии достигали "порога аградации", после чего террасы, формированием которых заканчивался каждый климатический ритм, оказывались погребенными под отложениями более молодых эпох аккумуляции. Происходило "сокращение" террасовых рядов. Достижение рекой "порога аградации" наступило тем раньше, чем ниже скорости тектонических поднятий и чем интенсивнее проявилось в регионе направленное ухудшение климатических условий. Благодаря этому в речных террасовых рядах Евразии высоты одновозрастных "пограничных" террас и их номера (снизу вверх) изменяются в широких пределах.

7. "Сокращение" океанических террасовых рядов происходило в результате того, что во время трех последних позднеплейстоценовых теплых интервалов уровень Мирового океана не достигал современного. Образованные в это время террасы располагаются в прибрежном мелководье, на глубинах до 50 м. Лишь в районах чрезвычайно интенсивных тектонических движений некоторые из таких террас были выведены выше современного уровня моря.

8. Различное положение "пограничных террас" в речных долинах и на морских берегах опровергает положение о наличии связи между колебаниями уровня моря и направленностью флювиальной деятельности рек в течение позднекайнозойской истории геологического развития планеты.

9. Сам факт существования закономерных океанических рядов террас свидетельствует о том, что максимальные уровни гляциоэвстатических трансгрессий за последние 4–5 млн. лет были близки друг к другу. Поэтому гипотеза о последовательном падении уровня Мирового океана (геократическая регрессия) вследствие прогибания его дна должна быть отвергнута как несостоятельная. Очевидно, в течение позднего кайнозоя размах движений, приводивших к поднятиям и опусканиям поверхности Земли, практически оставался неизменным.

10. Скачкообразное изменение климатической ритмичности, отразившееся в строении террасовых рядов, позволяет использовать "пограничные" террасы в качестве своеобразных "точек отсчета" при корреляции речных и морских террас и их отложениях. Эти данные могут быть положены в основу палеогеографических реконструкций, а также широко использоваться в качестве одного из вспомогательных методов при построении стратиграфических шкал.

11. Дальнейшие исследования террасовых рядов должны быть направлены на более полный охват явлений и процессов, связанных с природными ритмами.

ЛИТЕРАТУРА

- Агаджанян А.К., Боярская Т.Д., Глушанкова Н.И., Судаковская Н.Г., Фаустов С.С., Хорев В.С., Шлюков А.И. Разрез новейших отложений Мамонтова гора. М., Изд-во МГУ, 1973, с. 198.
- Алексеев М.Н. Стратиграфия четвертичных отложений Вилуйской впадины. - В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по изучению четвертичного периода. М., Изд-во АН СССР, 1961, т. 3, с. 181-185.
- Алексеев М.Н., Куррина Н.П., Медянцеv А.И., Хорева И.М. Стратиграфия и корреляция неогеновых и четвертичных отложений северо-западной части Сибирской платформы и ее восточного обрамления. - Труды Геол. ин-та АН СССР, 1962, вып. 66, с. 126.
- Алексеев М.Н. Граница между неогеном и четвертичной системой в Восточной Азии. Международный коллоквиум по проблеме "Граница между неогеном и четвертичной системой". Сборник докладов, т. IV. М., 1973, с. 3-19.
- Алексеев М.Н. Антропоген Восточной Азии (стратиграфия и корреляция). Автореф. докт. дисс. М., 1975, с. 59.
- Алешинская З.В., Гунова В.С., Судакова Н.Г. К стратиграфии и палеогеографии Ярославского Поволжья. - В кн.: Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. Л., 1973, с. 154-159.
- Алиман А. Доисторическая Африка. М., ИЛ, 1960, с. 503.
- Беспалый В.Г. К вопросу о четвертичных трансгрессиях моря в районах о. Сахалина и Курильской островной дуги. - В кн.: Доклады по геоморфологии и палеогеографии Дальнего Востока, вып. 1, 1964, Л., с. 56-66.
- Беспалый В.Г. Поверхности выравнивания о. Сахалина. - Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1969, № 4, с. 104-108.
- Беспалый В.Г. Раннеплейстоценовые оледенения востока Азии. - В кн.: Новые данные по геологии Северо-Востока. (Труды СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, вып. 55), 1973а, с. 74-82.
- Беспалый В.Г. О плио-плейстоценовой границе. - "Кайнозой Северо-Востока СССР". Тезисы докладов межведомственного стратиграфического совещания. Магадан, 1975, с. 9-11.
- Беспалый В.Г., Валпетер А.П., Ложкин А.В., Павлов Г.Ф. Особенности формирования россыпей на участках долин с повышенной мощностью аллювия. - В кн.: Проблемы геологии россыпей. Магадан, 1970, с. 182-189.
- Беспалый В.Г., Давидович Т.Д. Страторайоны плейстоцена Камчатки. - В кн.: Вопросы стратиграфии плейстоцена Камчатки. (Труды СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, вып. 59), 1974, с. 26-83.
- Беспалый В.Г., Максимов А.Е. Неотектоника и изостазия Северо-Востока СССР. - Геоморфология, 1971, № 3, с. 47-51.

- Беспалый В.Г., Давидович Т.Д., Линькова Т.И., Файнберг Ф.С., Ремизовский Р.И. Палеомагнитная характеристика разрезов плейстоцена Камчатки. - В сб.: Палеомагнитная и биостратиграфическая характеристика некоторых опорных разрезов мезозоя и кайнозоя севера Дальнего Востока. (Труды СВКНИИ, вып. 37). Магадан, 1970, с. 39-49.
- Беспалый В.Г., Борзунова Г.П., Давидович Т.Д., Линькова Т.И., Файнберг Ф.С., Шапиро М.Н. К вопросу о возрасте золотоносных морских отложений ольховской свиты (Восточная Камчатка). - В сб.: Актуальные проблемы геологии золота на Северо-Востоке СССР. (Труды СВКНИИ, вып. 44), 1972. Магадан.
- Благообразов Е.А., Костромин С.А., Чунакин В.М. О речных террасах Большого и Малого Нарына. - Труды геогр. фак. Кирг. ун-та, 1959, вып. 3, с. 47-52.
- Борисов Б.А. Аллювиальные образования среднего и нижнего течения р. Бухтармы. - Материалы ВСЕГЕИ, 1960, вып. 33, с. 199-206.
- Брайцева О.А., Мелекесцев И.В., Евтеева И.С., Лупикина Е.Г. Стратиграфия четвертичных отложений и оледенения Камчатки. М., "Наука", 1968, с. 226.
- Брэкер У.С., Донк Я. ван. Колебания интенсивности инсоляции, объема льда и содержание O_2 в глубоководных колонках. - В кн.: Четвертичное оледенение Земли. Современные представления, теории, методы исследования. М., "Мир", 1974, с. 126-166.
- Вангенгейм Э.А. Палеонтологическое обоснование стратиграфии антропогенных отложений севера Восточной Сибири (по фауне млекопитающих). - Труды Геол. ин-та АН СССР, 1961, вып. 48, с. 183.
- Васильев Ю.М. Формирование антропогенных отложений ледниковой и внеледниковой зон. М., "Наука", 1969, с. 182.
- Васильев Ю.М. О перегляциальном аллювии. Бюл. комис. по изуч. четвертич. периода, 1973, № 40, с. 87-95.
- Введенская М.В., Голубева И.И. Древние и современные речные долины Вицая и Койвы на Западном Урале. - Науч. труды Пермского политехн. ин-та, 1966, сб. 20, с. 40-49.
- Введенская М.В., Болонкин П.Ф., Голубева И.И., Спириин А.Н. Древние долины и аллювиальные отложения в среднем течении р. Камы. - Учен. зап. Пермского ун-та, 1967, № 170, с. 104-130.
- Величко А.А., Певзнер М.А., Печи М. Положение границы Брунес-Матуама в лёссово-почвенных комплексах и лиманно-морских отложениях юга Русской равнины и Пононской низменности. - Материалы IX конф. по вопросам постоянного геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма. Баку, 1973, с. 34-35.
- Ви Х.Х., Чеппел Д. Астрономическая теория изменения климата; подтверждение данными с острова Новая Гвинея. - В кн.: Четвертичное оледенение Земли. Современные представления, теории, методы, исследования. М., "Мир", 1974, с. 7-17.
- Волков И.А. К истории речных долин юга Западно-Сибирской низменности. Труды Ин-та геологии и геофизики СО АН СССР, 1962, вып. 27, с. 34-37.
- Волков И.А. Новое в изучении следов деятельности рек и изменений климата. - В кн.: Методы геоморфологических исследований, т. I. Новосибирск, "Наука", 1967, с. 97-103.
- Вольштедт П. Программы террасообразования. - В кн.: Вопросы геологии четвертичного периода. М., ИЛ, 1955, с. 197-208.
- Воскресенский С.С. Палеогеография Дальнего Востока в кайнозое. - Вестн. Моск. ун-та. География, 1971, № 6, 11-17.

- Воскресенский И.С., Лебедев С.А., Соловьев В.А., Шубин Г.А. Реконструкция древней долинной сети для целей поисков россыпных месторождений золота (на примере бассейнов верхнего течения Кольмы и Нервы). - В сб.: Вопросы геоморфологии. М., 1975, с.11-13.
- Гитерман Г.Е. О растительности перигляциального типа в районе низовьев реки Кольмы в нижнем плейстоцене. - В сб.: Палинология плейстоцена и плиоцена. М., "Наука", 1973, с.109-115.
- Гожик П.Ф., Шевченко А.И., Трашук Н.И., Шелкопляс А.П., Ромоданова А.П. Схема периодизации плейстоцена Украины. - В сб.: Периодизация и геохронология плейстоцена. Л., 1970, с.107-110.
- Гольдфарб Ю.И. Геоморфологическое строение, неотектоника, стратиграфия четвертичных отложений и россыпная золотоносность юго-восточной части Главного кольмского золотоносного пояса. - Информ. бюлл. о результатах тематических работ Северо-Восточного терр. геологич. управления, Магадан, 1970, вып. 1.
- Гольдфарб Ю.И. Стратиграфия четвертичных отложений верховин Кольмы. - В кн.: Проблемы изучения четвертичного периода. М., "Наука". 1972, с. 220-228.
- Гольдфарб Ю.И., Капранова Т.И. Новые данные о возрасте золотоносных террас р.Кольмы в Санга-Талонском районе. - "Кольма", 1971, № 8.
- Гопкинс Д.М. История уровня моря в Берингии за последние 250 тысяч лет. - В кн.: Берингийская суша и ее значение для развития голарктических флор и фаун в кайнозое. Хабаровск, 1973, с.40-43.
- Горецкий Г.И. О перигляциальной формации. - Бюлл. комисс. по изуч. четвертич. периода, 1958, № 22, с.3-23.
- Горецкий Г.И. О возрастных и пространственных соотношениях антропогенных террас р.Кубани. - Труды комисс. по изуч. четвертич. периода, № 19, 1962, с.194-197.
- Горецкий Г.И. Основные проблемы палеопотамологии антропогена. - Бюлл. комисс. по изуч. четвертич. периода, 1974, № 42, с.3-17.
- Горшков С.П. Геологический возраст и палеогеографические особенности формирования террас среднего течения р.Енисея. - Докл. АН СССР, 1961, т.137, № 5, с.1181-1184.
- Горянин А.Б. Чильмахрам как особый геоморфологический ландшафт района Ферганы. - Науч. труды Ташкентского ун-та, вып. 266, 1964(1965), с.126-132.
- Гричук М.П. Особенности плейстоценовой истории флоры в Индигиро-Кольмском горном районе. - В кн.: Палинология плейстоцена и плиоцена. М., "Наука", 1973, с.116-124.
- Громов В.И. Тираспольский фаунистический комплекс. - В кн.: Геология и фауна нижнего и среднего плейстоцена Европы. М., "Наука", 1972, с.169-178.
- Гуделис В.К. Общие черты развития морских берегов Восточной Прибалтики в поздние и последледниковое время. - Труды Ин-та геол. АН Эст.ССР, вып. 8, 1961, с.89-96.
- Дентон Дж. Х., Армстронг Р.Л., Стьювиер М. История и хронология оледенений в районе залива Мак-Мердо, южная часть Земли Виктория, Антарктида. - В кн.: Четвертичное оледенение Земли. Современные представления, теории, методы, исследования. М., "Мир", 1974, с.126-165.
- Думитрашко Н.В. Геоморфология и палеогеография Байкальск й горной области. - Труды Ин-та геогр. АН СССР, 1952, вып. 55, № 9, с. 189.

- Ежов Б.В., Дмитриев В.Д. Новейшая структура южного окончания массива докембрийских пород Центральной Камчатки. - В сб.: Структурный анализ дислокаций. Хабаровск, 1974, с. 315-320.
- Зубаков В.А. Климатический ритм 370 тыс. лет и его значение для геохронологии и стратиграфии плейстоцена. - В кн.: Проблемы геохимии и космологии. М., "Наука", 1968а, с. 141-148.
- Зубаков В.А. Геохронология плейстоцена. Сопоставление кривой солнечной радиации с радиометрической шкалой плейстоцена. - Изв. Академии наук СССР, сер. геогр., 1968б, № 6, с. 10-23.
- Зубаков В.А. Новейшие отложения Западно-Сибирской низменности. Л., "Недра", 1972, с. 310.
- Зубаков В.А., Кочегура В.В. Хронология новейшего этапа геологической истории СССР (от 3 300 000 до 60 000 лет. - В кн.: Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. Л., 1973, с. 39-74.
- Зубаков В.А., Кочегура В.В., Шелкоплас В.Н. Средний-поздний плиоцен. - В кн.: Геохронология СССР, т. III. Новейший этап. Л., "Недра", 1974, с. 271-292.
- Золотарев А.Г., Молотков Н.К. К вопросу о террасах и аллювиальных комплексах средней части р. Уды. - Изв. Вост.-Сиб. отд. Географ. об-ва СССР, 1960, вып. 59, № 1, с. 89-96.
- Иванова Н.Г. К вопросу о возрасте террас среднего течения р. Вятки. - Бюлл. МОИП, 1962, отд. геол., 36, № 1, с. 111-119.
- Каплин П.А. Новейшая история побережья Мирового океана. Изд-во МГУ, 1973, с. 2-3.
- Каплин П.А. Террасы океанических островов тропической зоны. - В сб.: Островные шельфы тропической зоны океана. М., 1975, с. 134-149.
- Каревская И.А. История развития растительности плейстоцена р. Кольмы в связи с проблемами палеогеоморфологии. Автореф. канд. дисс. М., 197- с. 21.
- Карташов И.П. Террасоувалы и связанные с ними рыхлые отложения и россыпи. - Докл. АН СССР, 1966, т. 153, № 6, с. 424-426.
- Карташов И.П. Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран. - Труды Геол. ин-та АН СССР, 1972, вып. 245, с. 185.
- Карташов И.П. О влиянии изменения климата на геологическую деятельность рек. - "Кольма", 1973, № 3, с. 41-44.
- Каэн Л. Геология Бельгийского Конго. М., ИЛ, 1958, с. 537.
- Кинд Н.В. Изменения климата и оледенения в верхнем антропогене (абсолютная геохронология). Автореф. докт. дисс. М., 1971, с. 44.
- Кинд Н.В., Никифорова К.В. Геохронологическая шкала четвертичного периода (состояние вопроса). - В сб.: Определение абсолютного возраста рудных месторождений и молодых магматических пород. М., "Наука", 1976, с. 71-73.
- Кларк Д. Палеоэкология и осадконакопление в некоторых частях Арктического бассейна. - В кн.: Четвертичное оледенение Земли. Современные представления, теории, методы, исследования. М., "Мир", 1974, с. 227-241.
- Константинова Н.А. Антропоген южной Молдавии и юго-западной Украины. - Труды Геол. ин-та АН СССР, 1967, вып. 173, с. 137.
- Константинова Н.А., Чепалыга А.Л. Фауна моллюсков из аллювия VII террасы р. Прута и ее значение для стратиграфии. - В кн.: Геология и фауна нижнего и среднего плейстоцена Европы. М., "Наука", 1972, с. 184-188.
- Кригер Н.И. О террасах верхнего течения р. Эльбы и других рек Чехословакии. - Бюлл. Комисс. по изуч. четвертич. периода, 1948, № 13, с. 88-100.

- Кригер Н.И. Террасовые ряды, методы их нахождения и перспективы практического использования. — Материалы по инж. геологии, вып. 1. Металлургия, 1951, с. 94–112.
- Кригер Н.И. Океанические террасовые ряды. — Материалы совещ. по четвертич. геологии, вып. 1. М., Изд-во АН СССР, 1951, с. 165–172.
- Кригер Н.И. Четвертичные отложения Африки и Передней Азии. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 143.
- Кригер Н.И. Террасовые ряды. Некоторые итоги исследований. — Вопросы географии, 1963, № 63, с. 20–32.
- Кулаков А.П. Четвертичные береговые линии Охотского и Японского морей. Новосибирск, "Наука", 1973, с. 188.
- Куница М.О. Геоморфологический очерк Скибовой зоны Буковинских Карпат. — "Прац. Експедиц. по комплексному вивченню Карпат і Прикарпаття". Чернівцьк. ун-т", 1960, № 5, с. 43–53.
- Лаухин С.А. Стратиграфия четвертичных отложений нижнего течения Ангары. — В кн.: Четвертичный период Сибири. М., "Наука", 1966, с. 91–100.
- Лаврентьев А.И. К вопросу о строении и развитии долин Кузнецкого нагорья. — Геология и геофизика, 1968, № 11, с. 65–73.
- Лилиенберг Д.П., Мишев К.И., Попов В.И. Новые данные о черноморских террасах стронжинского побережья Болгарии. — Докл. АН СССР, 1964, вып. 159, № 3, с. 552–555.
- Лысенко Н.И. К вопросу о террасах Салгира. — Изв. Крымск. отд. геогр. об-ва СССР, 1961, вып. 6, с. 73–78.
- Лютцау С.В. К анализу террасовых рядов. — Уч. зап. МГУ, 1956, вып. 182, с. 153–167.
- Лютцау С.В. Особенности террасовых рядов и террасовых комплексов речных долин Русской равнины. — Вестник МГУ, сер. геогр., 1963, № 3, с. 51–57.
- Лютцау С.В. Особенности террасовых рядов на речных долинах Сибири и Дальнего Востока. — Изв. АН СССР, сер. геогр., 1969, № 1, с. 99–106.
- Маккаев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М., Изд-во АН СССР, 1955, с. 346.
- Марков К.К., Суетова И.А. Эвстатические колебания уровня океана. — В кн.: Современные проблемы географии. М., "Наука", 1964, с. 149–156.
- Марков К.К., Величко А.А. Четвертичный период, т. III. М., "Недра", 1967, с. 440.
- Максимов Е.М. Проблемы оледенения Земли и ритмы в природе. Л., "Наука", 1972, с. 296.
- Мелекесцев И.В., Брайцева О.А., Эрлих Э.Н., Шанцер А.Е., Челебаева А.И., Лупикина Е.Г., Егорова И.А., Кожемяка Н.Н. Камчатка, Курильские и Командорские острова (История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока). М., "Наука", 1974, с. 493.
- Меннер В.В., Никифорова К.В., Певзнер М.А., Алексеев М.Н., Гладенко Ю.Б., Гурарий Г.З., Трубикин В.М. и др. Палеомагнетизм в детальной стратиграфии верхнего кайнозоя. — Изв. АН СССР, сер. геол., 1972, № 6, с. 3–17.
- Миндель И.Г. К вопросу о форме уравнивания террасового ряда. — В кн.: Рельеф Земли и математика. М., "Мысль", 1967, с. 80–82.
- Муратов В.М. Морские и речные террасы северо-западного Кавказа в связи с неотектоническими движениями. — Бюлл. МОИП, сер. геол., 1961, вып. 6, с. 124–125.

- Неманишвили С.Н. К геоморфологии северной части Нижней Рачи. "Сакаралос ССР мешниербата Академия. География институти шромеби", вып. 12, 1959, с. 23-37.
- Неманишвили С.Н. Террасы р. Ингури и Кодори. - Труды Ин-та геогр. АН Груз.ССР, 1962, вып. 17, с. 25-39.
- Никифорова К.В., Ренгартен Н.В., Константинова Н.А. Антропогенные формации юга Европейской части СССР. - Бюлл. комисс. по изуч. четвертич. периода, 1965, № 30, с. 3-25.
- Николаев Н.И. Неотектоника и ее выражение в структуре и рельефе территории СССР. Госгеолтехиздат, 1962, с. 392.
- Нинашев С.А., Ширинов Н.Ш. Основные черты геоморфологии бассейна р. Кошкадары. - Науч. труды Ташкентского ун-та, вып. 248, 1965, с. 86-88.
- Островский Б.А. Стратиграфия, неотектоника и геологическая история плейстоцена Черноморского побережья северо-западного Кавказа (между г. Анапа и устьем р. Шахе). Автореф. канд. дисс., 1968, с. 18.
- Певзнер М.А., Чепалыга А.П. Палеомагнитные исследования плиоцен-четвертичных террас Днестра. - Докл. АН СССР, 1970, т. 194, № 1, 179-182.
- Петров О.М. Стратиграфия и фауна морских моллюсков четвертичных отложений Чукотского полуострова. М., "Наука", 1966, с. 290.
- Петров О.М., Хорева И.М. Корреляция позднеогеновых и четвертичных отложений Крайнего Северо-Востока СССР и Аляски. - В кн.: Граница третичного и четвертичного периодов. М., "Наука", 1968, с. 70-74.
- Поспелова Г.А., Гнибиденко З.Н., Ларионова Г.Я. Возрастное сопоставление отложений Приобья и Приднестровья. - В кн.: Постоянное магнитное поле Земли, палеомагнетизм и магнетизм горных пород. Киев, "Наукова думка", 1973, с. 53-54.
- Равский Э.И. Геология мезозойских и кайнозойских континентальных отложений и алмазность юга Тунгусского бассейна. - Труды Геол. ин-та АН СССР, 1959, вып. 22, с. 179.
- Равский Э.И. Осадконакопление и климаты Внутренней Азии в антропогене. М., "Наука", 1972, с. 336.
- Рагозин Л.А. К методике оценки интенсивности неотектоники некоторых районов Западной Сибири. - В кн.: Неотектоника СССР. Рига, Изд. АН Лит. ССР, 1961, с. 79-87.
- Рагозин Л.А. Поверхности выравнивания и геологические циклы. - В кн.: Поверхности выравнивания, вып. 1, Иркутск. 1970, с. 66-69.
- Рагозин Л.А. Речные террасы и поверхности выравнивания Хентейской горной страны в Монголии. - В кн.: Некоторые вопросы региональной геологии. Изд-во МГУ, 1973, с. 23-31.
- Русанов Б.С. Биостратиграфия кайнозойских отложений Южной Якутии. М., "Наука", 1968, с. 459.
- Русанов Б.С., Бороденкова З.Ф., Гончаров В.Ф., Гриненко О.В., Лазарев П.А. Геоморфология Восточной Якутии. Якутское кн. изд-во, 1967, с. 376.
- Сергеев Г.М. Особенности геоморфологии и неотектоники в бассейне среднего течения р. Чульма. - Изв. АН СССР, сер. геогр., 1964, № 6, с. 71-75.
- Синицин В.М. Древние климаты Евразии. Часть I. Палеоген и неоген. Изд. ЛГУ, 1965, с. 168.
- Скиба Л.А. История развития растительности Камчатки в позднем кайнозое. - Труды ГИН АН СССР, 1975, вып. 276, с. 81.

- Соколов Н.И., Тюменцев Н.В. К вопросу о находке *Elephas trogontherii* Rohlf. в бассейне Ангары. - Докл. АН СССР, 1949, т. 69, № 3, с. 413-415.
- Турбин А.И., Александрова Н.В. Основы климато-ритмостратиграфии кайнозоя. - В кн.: Проблемы изуч. четвертич. периода. М., "Наука", 1972, с. 384-388.
- Финаров Д.П. Особенности строения долины Енисея и новейших тектонических движений в пределах минусинского межгорного прогиба. - Изв. ВГО, вып. 45, 1963, № 3, с. 245-252.
- Федоров П.В. Морские террасы Черноморского побережья Кавказа и проблема новейших вертикальных движений. - Докл. АН СССР, 1969, т. 185, № 3, с. 661-663.
- Цейнер Ф.Е. Плейстоцен. М., ИЛ, 1963, с. 309.
- Цейтлин С.М. Сопоставление четвертичных отложений ледниковой и внеледниковой зон Центральной Сибири. - Труды ГИН АН СССР, 1964, вып. 100, с. 187.
- Чепалыга А.Л. Антропогенные пресноводные моллюски юга Русской равнины и их стратиграфическое значение. Труды ГИН АН СССР, 1967, вып. 166, с. 222.
- Чигарев Н.В. Некоторые основные приемы анализа террасовых рядов и их практическое применение. - Геоморфология, 1970, № 3.
- Шатцер Е.В. Замечание по поводу статьи Н.И. Кригера "О террасовых рядах верхнего течения Эльбы и других рек Чехословакии". - Бюлл. комис. по изуч. четвертич. периода, 1949, № 14, с. 142-144.
- Шатцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. - Труды ГИН АН СССР, 1951, вып. 135, нов. сер., вып. 55, с. 274.
- Шатцер Е.В., Краснов И.И., Никифорова К.В. Стратиграфическая классификация, терминология и принципы построения общей стратиграфической шкалы применительно к четвертичной (антропогенной) системе (проект). М., 1973, с. 36.
- Шер А.В. Млекопитающие и стратиграфия плейстоцена Крайнего Северо-Востока СССР и Северной Америки. "Наука", 1971, с. 310.
- Шило Н.А. Четвертичные отложения Яно-Кольмского золотоносного пояса, условия и этапы формирования. - Труды ВНИИ-1, геология, вып. 66, 1961, с. 136.
- Шило Н.А., Беспалый В.Г. Нижняя граница плейстоцена Камчатки. - В кн.: Вопросы стратиграфии плейстоцена Камчатки. (Труды СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, вып. 59). 1974, с. 3-8.
- Ширинов Н.Ш., Годжиев М.П. Геоморфология долины р. Тер-Тер. - Изв. АН Аз.ССР, сер. геол.-геогр., 1964, № 2, с. 91-93.
- Яншин А.Л. О так называемых мировых трансгрессиях и регрессиях. - Бюлл. МОИП, сер. геол., 1973, т. 48, вып. 2, с. 9-44.
- Яхимович В.Л. Антропоген Южного Урала. М., "Наука", 1965, с. 272.
- Australian and New Zeland research in Eustasy. Pt II. - Austral. J. Sci., 1956, 19, N 2, 54-50.
- Bakker J.P. Die Flussterrassen Surinams als Hinweise auf etwas trockenere Klimate während der quartären Eiszeiten. - Acta Univ. debrecen. Ser. geogr., geol. et meteorol., 1968, 14, 9-17.
- Battistini R. Les modifications quaternaires du climat dans l'Extreme - sud de Madagascar. - Compt. rend. Soc. géol. France, 1967, Tananarive, 1968, 9-11.
- Berrett W. Emerged and submerged shorelines of the Dominican Republic. - Rev. geogr. (Brasil), 1962, 30, N 56, 51-77.

- Brindus C., Petreus J., Unquireanu A. Contributii Castudine geomorfologic al vail Tazlăului Unit între Tescani si Slobozia Mielului. — An. Stiint. Univ. Iasi, 1965, sec. 2b, 11, 111–119.
- Bruckner W.D. Africanische Quartarprobleme. — Reqc basil., 1960, 2, N 1, 41–46.
- Butzer K.W. Quaternary stratigraphy and climate in the Near East. — Bonn. geogr. Abh., 1958, H. 24.
- Butzer K.W. Changes of climate during the late geological record. Introductory remarks. — Arid Zone Res., 1963, N 20, 103–204.
- Chatterjee S.P. Fluctuations of sea level around the coasts of India during the Quaternary period. — Z. Geomorphol., 1961, Suppl., N 3, 48–56.
- Ciermann G. Meeresterrassen am Nordufer der Strabe von Gibraltar. — Ber. Naturforsch. Ges., Freiburg, 1962, 52, 111–118.
- Davies O. Pleistocene shorelines in the southern and suth-eastern Cape Province. Pt 1. — Ann. Nat. Mus., 1971, 21, N 1, 183–223.
- Davies O. Pleistocene shorelines in the southern and south-eastern Cape Province. Pt 2. — Ann. Nat. Mus., 1972, 21, N 2, 225–279.
- Dépôts et niveaux marins et fluviatiles de la région de Catane (Sicile). Leur corrélation avec certains épisodes d'activité tectonique ou volcanique. — Méditerranée, 1971, 2, N 5–6, 591–626.
- Динић Ј. Коренаточка Кљчсура Трговишког Тимока. — Гласник Српског геогр. друшт., 1959, 39, № 2, 107–113.
- Fischer H. Geomorphologische Beobachtungen bei Kom el Ahmar im Niltal Oberägyptens. — Geogr. Jahresber. Österr., 1969–1970, Bd. 33, Wien, 1971, 138–140.
- Gigout M. Reflexions sur les bases du Quaternaire Marin. — Bull. Soc. géol. France, ser. 7, 8, N 4, 1958, 349–362.
- Gonzales A. Estudio de los procesos de hundimiento en el valle del rio Harama y sus terrazas (nota prelim). — Estud. geol., 1971, 27, N 4, 317–324.
- Grumăzescu H. Contributii la cunoasterea teraselor fluviale din zona subcarpatica dintre Cilnău si Sisita. — Probl. heogr. (RPR), 1961, 8, 59–86.
- Hails J.R., Hoyt J.H. An appraisal of the evolution of the lower Atlantic Coastal Plain of Georgia, U.S.A. — Trans. Inst. Brit. Geogr., 1969, N 46, 53–58.
- Keller J. Alter und Abfolge der vulcanischen Ereignisse auf den Äolischen Insel (Sicilica). — Ber. Naturforsch. Ges. Freiburg, 1967, 57, N 1, 33–67.
- Лиленберг Д.П., Попов Вл., Мишов К. Морфология на терасите по Странджанскогo Черноморско крайбрежъя между Созополския залив и устьего на река Велека. — Изв. геогр. ин-т Бьелг. АН, 1965, № 9, с. 25–43.
- Leser H. Bericht über eine Forschungsreise in Randlandschaften der Kalahari (Südwest- un' Südarctica). — Erde, 1972, 103, N 2, 162–178.
- Matthews R.K. Relative elevation of Late Pleistocene high sea level stands: Barbados uplift rates and their implications. — Quatem. Res., 1973, 3, N 1, 147–153.
- Monjoie A. La plaine alluviale et les terrasses de l'Ambleve dans le méandre de Coe (Stavelot). — Ann. Soc. géol. Belg., 1968, 91, N 1, 5–22.
- Мишов К. Морфология на терасите в долината на р. Видима. "Изв. Бьелг. г. огр. д-во", Б.м., 1964, с. 7–26.
- Наката Такаси. Тиригаку херон, Chirigaky hyron. — Geogr. Rev. Japan, 1968, 41, № 10, 601–614.
- Paskoff R.P. Les terrasses d'abrasion de la côte du Chili semiaride. — Int. Geogr., 1972, 1, Montreal, 1972, 96–98.
- Pels S. Radio-carbon datings of ancestral river sediments on the Riverine Plain of south-eastern Australia and their interpretation. — J. and Proc. Roy. Soc. N.S.W., 1969, 102, N 3–4, 189–195.

- Пърличев Д. Кватернерни тераси в долината на р. Крумовица. - Изв. Геогр. ин-т Бълг. АН^о, 1965, 9, 93-109.
- Segerstrom K. High marine terraces in the Caldera region of northern Chile. - Geol. Soc. Amer. Spec. Pap., 1963, N 73, 237-238.
- Stearns C.E., Thurber D.L. Th 230/U 234 dates of late Pleistocene marine fossils the Mediterranean and Moroccan littorals. - Quaternaria, 1965, 7, 29-42.
- Stearns C.E., Thurber D.L. Th 230/U 234 dates of late Pleistocene marine fossils from the Mediterranean and Moroccan littorals. - Progr. Oceanogr., 1967, 4, 293-305.
- Sweeting M.M. The caves of the Bachan area, Victoria, Australia. - Z. Geomorphol., 1960, 4, Suppl. Bd. 2, 81-91.
- Teio M. As praias levantadas de regioa do Lobito e da Baia Farta. - Carcia de orta, 1960, 8, N 2, 357-370.
- Tricart J. Oscillations et modification de caractere de la zone aride en Afrique Latine lors des periodes glaciaires des hautes latitudes. - Arid. Zone. Res., 1963, N 20, 415-419.
- Thornbury W.D. Regional geomorphology of the United States. New York, London, Sydney, 1965, p. 609.
- Wiche K. Geomorphologische Studien in Südostspanien (Provinz Murcia). - Mitt. Österr. geogr. Ges., 1959, 101, N 3, 390-395.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Введение | 3 |
| Итоги изучения террасовых рядов | 7 |
| Региональный анализ террасовых рядов | 13 |
| Метод изучения террасовых рядов | 14 |
| Террасовые ряды древних платформ | 15 |
| Террасовые ряды областей байкальской, каледонской и герцинской складчатостей | 20 |
| Террасовые ряды молодых платформ | 23 |
| Террасовые ряды рек мезозойской складчатой области | 26 |
| Террасовые ряды кайнозойских складчатых областей | 30 |
| О размыве террас | 40 |
| Возраст "пограничных" террас речных рядов | 44 |
| Некоторые особенности строения аллювиальных свит | 56 |
| Генетическая сущность закономерного образования террас | 71 |
| Схема формирования террас | 81 |
| Речные террасы | - |
| Сокращенные террасовые ряды | 84 |
| Ответ на возможные возражения гипотезе происхождения речных террас | 91 |
| Морские террасы | 98 |
| Взаимоотношения морских и речных террас | 103 |
| Характер новейших тектонических движений в эпоху образования террас | 107 |
| Практическое применение анализа террасовых рядов | 114 |
| Использование террасовых рядов при стратиграфических исследованиях | - |
| Анализ террасовых рядов при палеогеографических реконструкциях | 117 |
| Анализ террасовых рядов при изучении неотектоники | 120 |
| Террасовые ряды и геохронология позднего кайнозоя | 122 |
| Некоторые методические замечания к изучению террасовых рядов и направления дальнейших исследований | 124 |
| Заключение | 129 |
| Литература | 131 |

1 р. 40 к.

2579