



ЧЕТВЕРТИЧНАЯ  
ГЕОЛОГИЯ  
И ГЕОМОРФОЛОГИЯ  
•  
ДИСТАНЦИОННОЕ  
ЗОНДИРОВАНИЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО • НАУКА •



АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
Национальный комитет геологов  
Советского Союза

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС  
XXVI сессия

Доклады советских геологов

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ  
ГЕОЛОГИЯ  
И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

ДИСТАНЦИОННОЕ  
ЗОНДИРОВАНИЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
Москва 1980



ACADEMY OF SCIENCES OF THE USSR  
MINISTRY OF GEOLOGY OF THE USSR  
National Committee of Geologists of the Soviet Union

INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS

XXVI session

*Reports of the Soviet Geologists*

QUATERNARY GEOLOGY AND GEOMORPHOLOGY  
REMOTE SENSING

---

Редакционная коллегия:

"Четвертичная геология и геоморфология"

И.И. Краснов (ответственный редактор),  
А.Е. Додонов, Е.П. Заррина, И.К. Иванова,  
К.В. Никифорова

"Дистанционное зондирование"

В.Н. Брюханов (ответственный редактор), В.А. Буш,  
В.В. Козлов, Г.В. Махин, В.Г. Трифонов, И.В. Шумова

Editorial board

"Quaternary geology and geomorphology"

I.I. Krasnov (editor-in-chief), A.E. Dodonov, E.P. Zarrina,  
I.K. Ivanova, K.V. Nikiforova

"Remote sensing"

V.I. Briukanov (editor-in-chief), V.A. Bush, V.V. Kozlov,  
G.V. Machin, V.G. Trifonov, I.V. Schumova

# ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборники докладов советских геологов к очередным Международным геологическим конгрессам стали уже традиционными. Их назначение — показать основные достижения в области изучения четвертичной геологии и геоморфологии за время, прошедшее с момента предыдущего конгресса. В соответствии с тематикой, предложенной в первом циркуляре XXVI сессии Международного геологического Конгресса, редколлегией было отобрано 26 докладов, свидетельствующих о большом разнообразии ведущихся на территории СССР исследований.

В большинстве статей затронуты широкие научные проблемы, касающиеся не только территории СССР, но и значительных частей Евразии, Антарктиды, а также океанических и морских акваторий.

Часть докладов посвящена стратиграфическим проблемам, межрегиональным корреляциям стратиграфических схем и сопоставлению лёссово-почвенных стратиграфических шкал восточной и западной Европы. Характерно, что в последние годы все шире применяется методика климатической ритмостратиграфии, причем намечается возможность сопоставления схем континентальных отложений с ритмикой палеотемператур вод океанов.

Большое внимание уделено вопросам колебания уровня океанов и морей, сравнительному анализу значения гляциоэвстатического фактора, тектоники и климатических колебаний на изменение уровня океанических полузамкнутых и замкнутых бассейнов.

Освещаются проблемы построения хроностратиграфической шкалы, реконструкции палеогеографических условий в плейстоцене Европейской территории СССР, геологии палеолитических стоянок, скорости и интенсивности геохимических процессов в антропогене, значения морфоструктурного анализа для обнаружения структур центрального типа и др. Ознакомление со сборником показывает, что в Советском Союзе ведутся широкие и разнообразные исследования четвертичного периода с применением комплексной методики.

Помещенные в сборнике материалы освещают результаты новейших исследований и дают, хотя и неполное, представление о современном уровне исследований в области четвертичного периода в СССР.

Л. И. Алексеева, Л. Т. Шевырев

## СВОЕОБРАЗИЕ РИСС-ВЮРМСКОГО ТЕРИОКОМПЛЕКСА ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

Фауна крупных млекопитающих второй половины плейстоцена Восточной Европы — это холодоустойчивый комплекс. В основных чертах он сформировался на Русской равнине в процессе развития максимального (днепровского) оледенения. Начиная с одинцовского времени здесь же получает широкое распространение мамонтовая фауна. В ее составе главную роль начинают играть мамонты раннего типа, шерстистые носороги, крупные кабаллонидные лошади, крупные длиннорогие зубры, различные олени (большерогие, благородные), настоящие лоси. Без существенной перестройки эта фауна продолжала существовать до конца плейстоцена. Отмечаемые особенности и некоторые различия в составе комплекса на последовательных этапах его развития связаны в большей степени с изменениями границ ареалов животных или с появлением видов-мигрантов. Подобные смещения ареалов и временные появления видов-мигрантов отражали резкие климатические колебания, происходившие во второй половине плейстоцена.

Сведения, имеющиеся о фауне млекопитающих верхнего плейстоцена, не равнозначны. Наибольшее количество данных относится ко второй половине верхнего плейстоцена, к периоду верхнего палеолита. Многочисленные стоянки палеолитического человека дали богатые материалы по фауне млекопитающих валдайского (вюромского) оледенения. Открытие двух новых местонахождений фауны последнего межледниковых (Шкурлатовское в Воронежской области и Гирей в Краснодарском крае), связанных с микулинским горизонтом, — это недостающее звено в цепи фаунистических стадий развития мамонтовой фауны. Наиболее полное представление о составе терриокомплекса микулинского межледниковых дает Шкурлатовское местонахождение. Захоронение остатков связано с древней аллювиальной толщей, синхронной нижней части третьей надпойменной террасы долины Дона [Раскатов, Шевырев, Анциферова, Алексеева, 1977]. Изучение собранных костных остатков показало, что в составе шкурлатовской фауны присутствуют: ранний тип *Mammuthus primigenius* (Blum.), прогрессивная форма *Palaeoloxodon antiquus* (Falc.), *Equus ex gr. caballus* L., *Coelodonta antiquitatis* (Blum.), *Bison priscus* Boj., *Panthera (Leo) spelaea* (Goldf.), *Cervidae gen.*, *Marmota bobac paleorossica* I. Gromov, *Arvicola terrestris* L., *Microtus arvalis* Pall., *Eolagurus luteus* Evers., *Lagurus lagurus* Pall., *Allactaga jaculus* Pall., *Ochotona* sp. Наличие в составе фауны прогрессивной формы *P. antiquus* подтвердило предположение о рисс-вюрмском возрасте аллювия III террасы Дона, так как эта форма палеолоксодонтного слона являлась характерным представителем фауны рисс-вюрма (эзма) Западной и Центральной Европы. Проникновение палеолоксодонтного слона на восток было вызвано расширением площадей лесной зоны. На западе

Европы прогрессивная форма *P. antiquus* сопутствовала лесному комплексу, когда были характерны *Dicerorhinus merckii* (= *D. kirchbergensis*), олени группы *elaphus*, косули, кабаны и другие животные, связанные в своем обитании с лесными массивами. Сравнение фаун рисс-вюрмского (эземского) и микулинского времена показало различие доминирующего состава форм, входящих в комплекс. В отличие от фаун рисс-вюрма восточноевропейский териокомплекс был существенно степным и лесостепным. В составе животных преобладали мамонты раннего типа, крупные первобытные зубры, шерстистые носороги, пещерные хищники, крупные формы лошадей кабаллоидного типа, степные сурки. Большинство перечисленных животных изредка встречается в синхронных местонахождениях Западной и Центральной Европы, но они, как правило, не играли доминирующей роли, кроме пещерных хищников.

Для микулинского времени Восточной Европы характерный элемент фауны — мамонт раннего типа в сочетании с прогрессивной формой *P. antiquus*. Если находки *P. antiquus* представляют собой довольно редкое явление для этого района, то остатки мамонта раннего типа, как правило, встречаются повсюду в культурных слоях мустьерского времени. Примерно на границе среднего и верхнего палеолита его сменияет мамонт позднего типа, в сопровождающей фауне которого присутствует большой процент находок северного оленя, измельчавшей формы первобытного зубра, песца. В фауне поздневалдайского времени обычны овцебыки, широкопальные лошади, многочисленны лемминги.

Анализ мамонтовой фауны территории Европейской части СССР показал, что время ее существования приходится примерно на интервал от одицковского горизонта до голоцене и соответствует рамкам верхнепалеолитического комплекса в понимании В. И. Громова [1960, 1961]. Принимая во внимание новые материалы по фауне млекопитающих и современные уточненные представления, касающиеся среднего и верхнего палеолита Восточной Европы, можно сказать, что пришло время пересмотреть вопрос об объеме вышеназванного верхнепалеолитического комплекса. В свете этих новых данных он может быть разделен на два самостоятельных фаунистических комплекса. Для ранней стадии развития верхнепалеолитического комплекса, отвечающей интервалу от начала одицковского межледникового до начального этапа валдайского оледенения (включительно), предлагается название «шкурлатовский комплекс» по названию одноименного местонахождения, расположенного близ села Шкурлат в Воронежской области. Разрез плейстоценовых отложений, с которым связано костное захоронение, хорошо изучен геологически, геоморфологически, палеонтологически и палинологически [Раскатов и др., 1977]. Название «верхнепалеолитический комплекс» предлагается оставить для второй, поздней стадии, связанной с той частью валдайского оледенения, которую характеризует культура верхнего палеолита. В качестве типового месторождения может служить стоянка Сунгирь во Владимирской области. Костные остатки, в изобилии встречающиеся в культурных слоях стоянки, принадлежат фауне млекопитающих, имевшей широкое распространение в период второй половины валдайского оледенения. Это местонахождение достаточно полно охарактеризо-

вано с точек зрения геологии, археологии и палинологии [Сукачев и др., 1966]. Установлено, что костеносная часть разреза этой стоянки отвечает брянскому интерстадиалу и имеет абсолютную дату в пределах 23—25 тыс. лет. В этом новом, более узком, объеме верхнепалеолитический комплекс характеризуется фаунистическим сообществом, определяющие элементы фауны которого представляли мамонты позднего типа, зубры, лошади, северные олени, лемминги, песцы и зайцы-беляки. Это — последний этап развития мамонтовой фауны. Начавшееся потепление повлекло за собой резкую перестройку фауны. С этим временем связано быстрое вымирание ряда видов (мамонты, пещерные хищники, шерстистые носороги), заметное сокращение численности (лошади, первобытные зубры и туры, сайгаки) и сдвиг ареалов многих животных в приполярные тундровые районы (северные олени, овцебыки, лемминги, песцы).

## ABSTRACT

During the last (Mikulin) interglacial time the Mammoth fauna inhabited the territory of the Eastern Europe. *Mammuthus primigenius* (early type), *Coelodonta antiquitatus*, *Equus eh gr. caballus*, *Bison priscus* dominated here. Besides them the steppe marmot (*Marmota bobac*) was an ordinary element of the mammalian fauna. Two locations of the Mikulin fauna are known at present (Shkurlat in the Voronezh province and Girey in the Krasnodar region). The progressive form of *Palaeoloxodon antiquus* was found there. This form is like to subspecies typical for the Riss—Würm time of the West and Central Europe.

Fauna of Mikulin time differs appreciably by the composition of its components from the synchronous Riss-Würm fauna which inhabited the territory of the Western Europe. In the composition of fauna of the latter area the species of the woodland dominate (*Palaeoloxodon antiquus*, *Dicerorhinus merckii* and others). The animals—habitants of chiefly open landscapes were typical at that time for the theriocomplex of the European part of the USSR.

In connection with elaboration of the intervals of existence of the East European Late Paleolithic cultures it is offered to revise the extension of the Upper Paleolithic complex of mammalian fauna. It is possible to divide it into two independent complexes: the earlier — Shkurlatov (the typical location — Skkurlat) and the Upper Paleolithic proper (the typical location — Sungir near the town of Vladimir).

## ЛИТЕРАТУРА

- Громов В. И. О схеме подразделения (антропогеновой) четвертичной системы на территории СССР и за рубежом. — Тр. Геол. ин-та АН СССР, 1960, вып. 26, с. 3—10.
- Громов В. И. Принципы построения схем параллелизации палеолита. — Тр. Ком. по изуч. четверт. периода, 1961, т. 18, с. 7—21.
- Раскатов Г. И., Шевырев Л. Т., Ациферов Г. А., Алексеев Л. И. Новое местонахождение фауны крупных млекопитающих в бассейне Верхнего

- Дона. — В кн.: Литология и стратиграфия осадочного чехла Воронежской антиклизы. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1977, вып. 4, с. 90—93.
- Сукачев В. Н., Громов В. И., Бадер О. Н. Верхнепалеолитическая стоянка Сунгирь. — Тр. Геол. ин-та АН СССР, 1966, вып. 162, с. 5—140.

УДК 551.89

*С. М. Андреева, Н. В. Кинд*

**ВТОРАЯ ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВАЯ —  
КАРГИНСКАЯ ИНГРЕССИЯ ПОЛЯРНОГО БАССЕЙНА  
НА ТАЙМЫРСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ**

В результате многолетних полевых исследований на Таймырском полуострове, всестороннего изучения четвертичных отложений и радиоуглеродного датирования (около 200  $C^{14}$  дат), было доказано, что на этой территории присутствуют морские каргинские отложения, залегающие на ледниковых отложениях зырянского (ранневюрмского) возраста и перекрытые ледниками и озерными отложениями сартанского (поздневюрмского) возраста.

Первое позднеплейстоценовое — зырянское оледенение было значительно более мощным, чем последующее — сартанское. Ледником была покрыта вся Таймырская низменность. Ледник спускался как с севера — с гор Бырранга, так и с юга — со стороны плато Пutorана. Значительное гляциоизостатическое прогибание земной коры под нагрузкой мощного зырянского ледникового покрова привело к ингрессии Полярного бассейна. Она началась в поздnezырянское время, когда на территории Таймырской низменности еще существовали обширные поля мертвых льдов [Андреева, 1978].

Морские отложения поздnezырянского времени распространены в юго-восточной части Северо-Сибирской низменности, в бассейне р. Хатанги (рис. 1—1) и окаймляются с севера и юга краевыми ледниками грядами поздней — кокорской стадии зырянского оледенения. Они слагают небольшие гряды и массивы, формировавшиеся в трещинах мертвого льда по типу камов, и сложены алевритами, песками и валунно-галечным материалом, причем в разрезах гряд и массивов укрупнение материала происходит снизу вверх. Эти отложения насыщены ракушняковым детритом, среди которого нередко встречаются и целые экземпляры раковин. Присутствует также микрофауна четвертичного возраста. Максимальная мощность этих отложений достигает 50—70 м. В гляциодепрессиях ими сложены пологонаклонные поверхности с абс. отм. 60—80 м.

В каргинское время, в условиях не полностью компенсированного прогиба, на месте наиболее длительно существовавших ледниковых покровов продолжалась ингрессия моря, несмотря на то, что эвстатический уровень его в это время был на несколько десятков метров ниже современного [Mögler, 1971; Кинд, Сулержицкий, 1976].

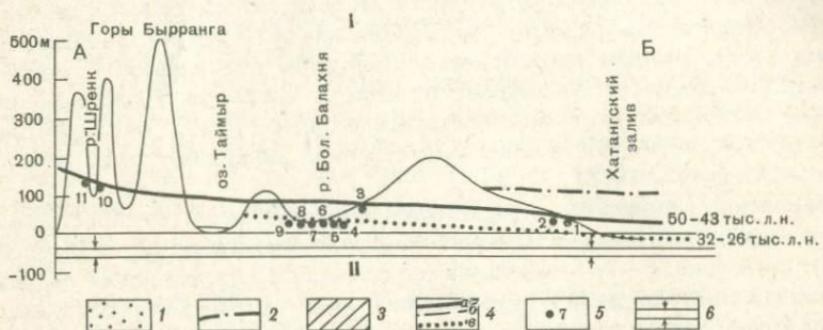
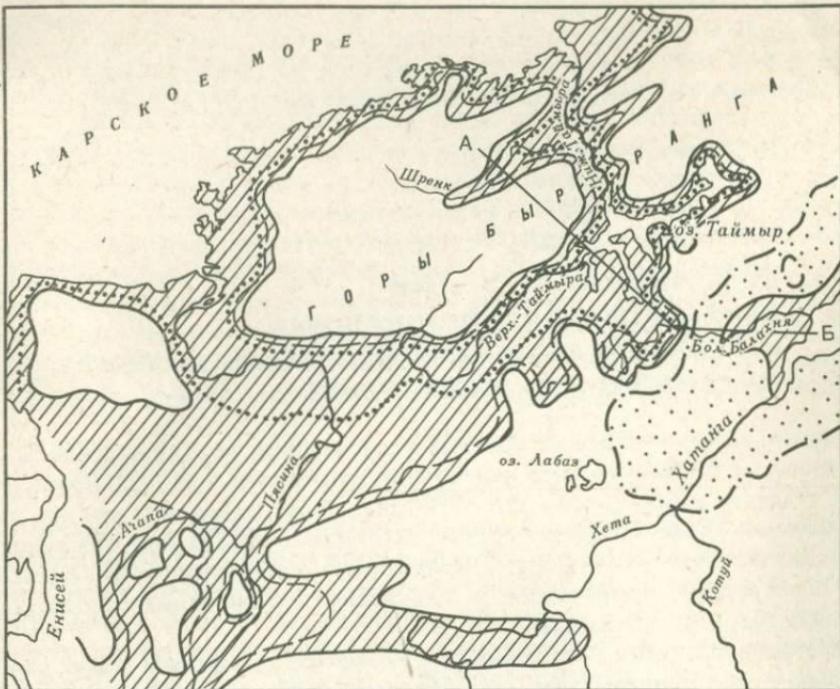


Схема распространения морского бассейна на Таймыре в позднезырянское—каргинское время (I) и современное положение береговых линий по профилю АВ (II)

I — современная суши, заливавшаяся морем в позднезырянское время; 2 — береговая линия позднезырянского бассейна; 3 — современная суши, заливавшаяся морем в каргинское время; 4 — береговые линии: а — раннекаргинского (50—43 тыс. л. н.), б — среднекаргинского (42—33 тыс. л. н.), в — позднекаргинского (32—26 тыс. л. н.) бассейнов; 5 — точки наблюдений морских каргинских отложений, охарактеризованные фауной морских каргинских моллюсков и радиоуглеродными датами по растительным остаткам: 1 —  $42800 \pm 1300$  (ГИН—1530), 2 —  $44500 \pm 1000$  (ГИН—1004), 3 —  $46600 \pm 1200$  (ГИН—1324), 4 —  $32800 \pm 1200$  (ГИН—10001), 5 —  $26600 \pm 1000$  (ГИН—999); 6 —  $31800 \pm 400$  (ГИН—796); 7 —  $26700 \pm 700$  (ГИН—1216); 8 —  $29700 \pm 1000$  (ГИН—963); 9 —  $33000 \pm 2000$  (ГИН—785), по фауне; 10 —  $26600 \pm 500$  (ГИН—957); II —  $27200 \pm 800$  (ГИН—947); 6 — пределы колебаний эвстатического уровня мирового океана в каргинское время (по Мёрнеру)

Морские отложения каргинского времени в Таймырской депрессии и горах Бырранга выполняют в основном участки пониженного рельефа и представлены прибрежными, лагунными, реже более глубоководными фациями (с максимальными глубинами в пределах средней сублиторали). Они содержат большое количество четвертичных моллюсков, микрофауну, диатомовые водоросли, а мелководные фации — растительный детрит и остатки древесины, послужившие материалом для широкого радиоуглеродного датирования.

Всесторонний анализ литологии морских каргинских отложений и содержащихся в них органических остатков позволил наметить береговые линии морского каргинского бассейна для трех этапов регрессирующего моря: раннего (50—43 тыс. лет назад), среднего (42—33 тыс. лет назад) и позднего (32—24 тыс. лет назад).

Последующее поднятие суши после разгрузки от растаявшего ледникового покрова привело к поднятию древних береговых линий. Современная высота морских коргинских отложений повышается в западном направлении и в сторону предгорий, где мощность покрова была наибольшей (рис. 1—11). В горном Таймыре они поднимаются до 200 м.

Сравнение береговых линий каргинского морского бассейна и эвстатического уровня Мирового океана в это время [Mögler, 1971] показывает, что с начала каргинского времени размах гляциоизостатической компенсации в районе Хатангского залива достиг 90—100 м, в то время как в горах Бырранга — 200—240 м. Поскольку в зырянское время эвстатический уровень моря был ниже каргинского (до —100 м), а морские зырянские отложения в районе Хатангского залива наблюдаются на абсолютных высотах 100—120 м, то величину гляциоизостатической компенсации с конца зырянского времени можно оценить не менее чем в 200 м.

Следов более молодой ингрессии, чем каргинская, на Таймыре не обнаружено, что объясняется незначительным масштабом последнего — сартанского оледенения. Это существенно отличает палеогеографию рассматриваемой территории от ледниковых районов других континентов — Скандинавии и Канады, где благодаря мощному ледниковому покрову в эпоху последнего оледенения существовала обширная поздне- и послеледниковая трансгрессия, береговые линии которой располагаются в настоящее время на несколько сот метров выше современного уровня моря. На севере Канады (Западный Ньюфаундленд) отмечаются также камово-морские отложения [Brookes, 1977]. Присутствие на северо-западе Норвегии морских средневислинских отложений [Feyling — Hanssen, 1974] может служить указанием на то, что ранневислинский ледниковый покров здесь также достигал значительной мощности.

## ABSTRACT

Numerous radiocarbon dates for widely distributed marine Karginsk deposits and the composition of their fauna make it possible to reestablish the boundaries of the marine Karginsk basin for three stages of sea regression.

The comparison of the present-day position of the Kargininsk shore line and the eustatic sea level at that time allowed to estimate the amplitude of the subsequent glacio-isostatic compensation for various regions of the Taymug peninsula.

## ЛИТЕРАТУРА

- Андреева С. М. Зырянское оледенение на севере Средней Сибири. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1978, № 5, с. 72—78.
- Кинд Н. В., Сулержицкий Л. Д. О позднеплейстоценовых оледенениях и морских трансгрессиях севера Средней Сибири. — В кн.: Международный геологический конгресс, XXV сессия: Доклады советских геологов. М.: Наука, 1976, с. 73—84.
- Brookes I. A. Radiocarbon age of Robinson's Head moraine, west Newfoundland, and its significance for postglacial sea level changes. — Can. J. Earth Sci., 1977, V. 14, N 9, 2121—2126.
- Feyling — Hanssen R. W. The Weichselian section of Foss — Eigeland, South — Western Norway. — Geol. fören. Stockholm förhandl., 1974, 96, N 4, 341—353.
- Mörgner N. — A. The position of the ocean level during the Interstadial at about 30 000 B. P. — A discussion from a climatic — glaciologic point of view. — Can. J. Earth Sci., 1971, 8, 132, 132—143.

УДК 551.89

*C. A. Архипов, A. B. Гольберг, B. I. Гудина*  
**ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЕ МОРСКИЕ ТРАНСГРЕССИИ  
И ОЛЕДЕНЕНИЯ СЕВЕРА СССР**

Проблема разграничения морских и ледниковых континентальных отложений — важнейшая для стратиграфии и палеогеографии плейстоцена севера СССР. Распознавание этих пород вначале казалось простой задачей, пока один из основных и характерных компонентов северного плейстоцена СССР — валунные или «мореноподобные» суглинки безоговорочно считались моренами, а залегающие между ними безвалунные породы с фауной — межледниковые образованиями [Сакс, 1953; Стрелков и др., 1959]. Однако в конце 50-х годов в некоторых разностях мореноподобных суглинков были найдены автохтонные захоронения морских организмов. На этом основании некоторые исследователи [Кузин, Чочиа, 1965; Крапивнер, 1965; Зайонц, 1969] все мореноподобные породы стали рассматривать как морские осадки, что повлекло за собой переоценку роли морских фаций в разрезе и даже вообще отрицание морен и самих оледенений.

Непрерывность преимущественно морского осадконакопления неизбежно оказывалась главным и определяющим фактором геологического строения плейстоцена северных районов Сибири и европейской части СССР [Лазуков, 1970].

В течение двух десятилетий авторы изучили многочисленные обнажения и разрезы буровых скважин на севере Сибири и в европейской части страны. При этом на севере Западной Сибири особенно четко было установлено, что в стратиграфическом разрезе чередуются морские и континентальные ледниковые образования [Гудина, 1969, 1976; Архипов и др., 1976; Последнее оледенение..., 1977]. Установлено, в частности, что между самаровской (рисс-1) и тазовской (рисс-2) моренами залегают салемальские (интерриссские) морские слои. Стратиграфически выше тазовской морены обнаружены казанцевские (рисс—вюрм) и харсоимские (средний вюрм) морские слои, разделенные нижнезырянский (нижний вюрм) мореной. В Нижнем Приобье выделены также среднезырянские (средний вюрм) лох — подгортские ледниковые слои, залегающие на морских харсоимских и перекрытые каргинскими аллювиальными отложениями. Доказан позднезырянский (поздний вюрм) возраст ледниковых образований, слагающих конечные морены, так называемые салехардские увалы около г. Салехарда.

Авторы пришли к выводу, что среди валуносодержащих пород, в том числе мореноподобных суглинков, следует различать континентально-ледниковые (морены), ледниково-морские (гляциально-морские) и морские осадки высоколатитных и поэтому ледовитых морей.

Главный признак, позволяющий различать морские мореноподобные породы от морен, — автохтонные захоронения морской фауны. Она обязательно содержится в морских и безусловно отсутствует в континентальных ледниковых образованиях.

**Морены** образуют геологические тела обычно небольшой мощности с неровными контактами, непостоянным литологическим составом и плохой сортировкой материала (обычно это неслоистые песчано-алевритовые глины и суглинки). Для них характерны многочисленные рассеянные мегакласты (валуны, галька, гравий) и местами ледниковые отторженцы, а также деформации, особенно в подстилающих породах. Морены парагенетически связаны с континентальными осадками: ленточными глинами, флювиогляциальными песками и др. Эти отложения не содержат автохтонных остатков морских организмов. В них иногда содержатся только переотложенные раковины моллюсков, фораминиферы и остракоды, панцири диатомей обычно плохой сохранности, а также редкий растительный детрит. Как правило, органические остатки образуют экологически несовместимые (часто и в возрастном отношении) совокупности форм.

**Ледниково-морские** образования по условиям залегания, составу пород и текстурным особенностям сходны с моренами, но они, как правило, ассоциируют с морскими фаунами и обычно не содержат отторженцев и обломков рыхлых пород. Важнейший диагностический признак этих образований, отличающий их от морен, — наличие в них автохтонных остатков морских организмов, хотя и малочисленных. Особенно обычны в них фораминиферы и морские диатомеи, образующие экологически закономерные ассоциации — комплексы исключительно холодноводных форм. Ледниково-морские отложения имеют специфическое происхождение. На приморских равнинах они могли формироваться в конце любого

оледенения, если море успевало затапливать гляциоизостатические депрессии, в том числе на сибирском шельфе. Эти образования могут встречаться по всему Северу СССР. Однако они вряд ли имеют сплошное распространение и, вероятно, сохранились лишь отдельными небольшими полями.

**Морские** осадки, как содержащие грубый обломочный материал, так и безвалунные, «чистые», как правило, лучше отсортированы, нередко тонко- или грубослоистые и охарактеризованы комплексами морских организмов. При этом в межледниковых слоях комплексы богаты и разнообразны, а в интерстадиальных — более обедненные. Мореноподобные разности морских пород всегда ассоциируют с безвалунными, нередко слоистыми морскими породами: глинами, алевритами и песками.

В плейстоцене Севера СССР установлено три основных палеогеографического типа комплексов фораминифер: позднеледниковый, интерстадиальный и межледниковый.

**Позднеледниковые** комплексы — обедненные ассоциации исключительно холодноводных арктических и бореально-арктических форм, обитавших в условиях постоянно отрицательных донных температур, нередко в бассейнах пониженной солености. Подобные комплексы фораминифер характеризуют гляциально-морские отложения. Последние распространены в относительно узком стратиграфическом интервале, залегая, как правило, поверх морен, что свидетельствует о формировании ледниково-морских пород главным образом в конце оледенений. К этим отложениям в Сибири относятся тильтимские, болгохтохские, харсомиские слои, на Европейском Севере — нижнекаменские, на Северо-Востоке СССР — пина — кульские и карагинские.

**Интерстадиальные** комплексы менее холодноводные — арктическо-бореальные или бореально-арктические. Сообщества, жившие в бассейнах с соленостью, близкой к нормальной, и обычно отрицательными донными температурами. Они содержат много карликовых и ювенильных форм. Наиболее типичен сибирский салемальский комплекс, характеризующий межстадиальные салемальские (интеррисские) слои, заключенные между самаровской и тазовской моренами. На Европейском Севере это падимейские, а на Чукотке — крестовские слои.

**Межледниковые** комплексы относительно тепловодные — бореальные и аркто-бореальные, богатые содержанием бореальных форм, иногда с включением лузитанских форм. Такие комплексы фораминифер обитали в пределах нижней и верхней сублиторали при температурах придонных вод до  $+6^{\circ}\text{C}$ . Они характеризуют морские отложения миндель-рисского (обские и туруханские слои в Сибири, колвинские — на Европейском Севере) и рисс-вюрмского (казанцевские слои в Сибири, кейнмусюрские, бореальные — на Европейском Севере и валькатленские — на Чукотке) межледниковых горизонтов.

Для разновозрастных горизонтов морских и ледниково-морских отложений типичны определенные комплексы фораминифер, различающихся не только по палеогеографическому типу и зоогеографической структуре (соотношение тепло- и холодноводных форм), но и по особенностям систематического состава. Последнее дает возможность надежно

устанавливать возраст вмещающих отложений, а также косвенно оценивать возраст разделяющих их неморских образований, в том числе морен. Морены, в свою очередь, помогают уточнять стратиграфическую позицию морских горизонтов.

Изложенные данные создают объективную базу выделения в раннем, среднем и позднем плейстоцене трех оледенений: миндельского, рисского и вюромского с подразделением, по крайней мере, двух последних на раннюю и позднюю фазы (стадиалы).

Стадиалы рисского и вюромского оледенений в западносибирском плейстоцене отражены соответствующими моренами: самаровской и тазовской, а также раннезырянской (ермаковской) и позднезырянской (сартанской). Соответственно выделяются два межледниковых: тобольское (миндель—рисс) и казанцевское (рисс—вюром), и два межстадиала: интеррисский и средневюромский.

## ABSTRACT

To distinguish alterations of marine and continental glacial formations which can be observed in the North of the USSR is an important problem for stratigraphy and paleogeography of the Quaternary. Boulder rocks may be continental—glacial (tills), glacialmarine and marine sediments of high—latitudinal ice seas. The main feature that helps to distinguish marine till—like rocks from tills is autochthonous burials of marine fauna. Tills are usually connected paragenetically with continental formations.

Glacial—marine deposits that look like tills associate as a rule with marine facies and contain scanty autochthonous marine organisms. Certain foraminifera assemblages are typical for different age horizons of marine and glacial—marine deposits. These assemblages differ not only in paleogeographic type and zoogeographic structure (correlation of warm and cold forms) but also in the characteristics of their systematic composition. The fact makes it possible to establish the age of contained deposits and non—marine formation interbedding them. Tills, in their turn, help to define more precisely the stratigraphic position of marine horizons. Three glaciations (Mindel, Riss, Würm) with the early and the late facies (stadials) in the latter two; two interglacials (Mindel—Riss, Riss—Würm) and two interstadials (InterRiss and Middle Würm) are established in the Pleistocene in the North of the USSR. Interglacials and interstadials were usually followed by marine transgressions of the Arctic basin.

## ЛИТЕРАТУРА

Архипов С. А., Вотах М. Р., Гольберт А. В., Гудина В. И. Плейстоцен севера Западной Сибири: оледенения, морские трансгрессии и колебания климата. — В кн.: Доклады советских геологов. Международный геологический конгресс: М.: Наука, 1976.

Гудина В. И. Морской плейстоцен сибирской равнины. Фораминиферы Енисейского Севера. — Тр ИГГ СО АН ССР, 1969, вып. 63.

- Гудина В. И. Фораминиферы, стратиграфия и палеозоогеография морского плейстоцена севера СССР. — Тр. ИГГ СО АН СССР, 1976, вып. 114, 125 с.
- Зайонц И. Л. Строение ямальской серии в бассейне р. Оби. — В кн.: Материалы к проблемам геологии позднего кайнозоя. Л.: 1969, с. 84—89.
- Крапивнер Р. Б. Ваттовые отложения бассейнов Печоры и Нижней Оби и их значение для понимания палеогеографии четвертичного периода. — В кн.: Сборник статей по геологии и гидрогеологии. М.: Недра, 1965, вып. 4, с. 130—155.
- Кузин И. Л., Чочиа Н. Г. Проблема оледенений Западно-Сибирской низменности. — В кн.: Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1965, с. 177—187.
- Последнее оледенение в Нижнем Приобье. — Тр. ИГГ СО АН СССР, 1977, вып. 346
- Архипов С. А., Вотах М. Р., Гольберт А. В., Гудина В. И., Довгаль Л. А., Юдкевич А. И.—
- Сакс В. Н. Четвертичный период в Советской Арктике. — Тр. НИИГА, 1953, т. 77, 627 с.
- Стрелков Е. А., Дибнер В. Л., Загорская Н. Г., Соколов В. Н., Егорова Н. С. и др. Четвертичные отложения Советской Арктики. — Тр. НИИГА, 1959, т. 77, 159 с.

УДК 551.332

*В. И. Бардин*

### МОРЕНЫ АНТАРКТИДЫ

(Вещественный состав и особенности седimentогенеза)

Кайнозойские осадки Антарктиды представлены преимущественно различными видами ледниковых отложений — морен. Изучение антарктических морен получило, как известно, особенно широкое развитие в горах Земли Виктории, на обращенных к морю Росса склонах Трансантарктических гор. [Péwé, 1960; Mercer, 1972; Calkin, Behling, Bull, 1970; Denton, Armstrong, Stuiver, 1970; и др.].

Наши исследования на диаметрально противоположном крае Восточной Антарктиды в горах Земли Королевы Мод, горах Принс-Чарльз, горах Шеклтона существенно дополнили эти работы, а главное, позволили перейти от узкорегиональных заключений к обобщениям, дали возможность раскрыть характерные черты ледникового седimentогенеза всей восточной Антарктиды [Бардин, Глушанкова, Судакова, 1976; Бардин, Колосова, Коноплева, 1977; Бардин, 1978].

В докладе приводятся новые данные, характеризующие вещественный состав морен одного из крупнейших горных районов Восточной Антарктиды — гор Принс-Чарльз на Земле Мак-Робертсона. Эта работа продолжает наши предшествующие изыскания, выполненные в основном на материалах изучения морен Земли Королевы Мод [Бардин, Судакова, 1972; Bardin, 1972]. Обработка образцов, собранных автором, проводилась в литологических лабораториях Москвы и Ленинграда. Основные

выводы данной работы сделаны совместно с геологами-аналитиками Г. Н. Колесовой, В. И. Коноплевой, Н. Г. Судаковой.

Район гор Принс-Чарльз, расположенный у крупнейшего выводного ледника Антарктиды — ледника Ламберта, активно исследуется прежде всего учеными СССР и Австралии [Равич, Соловьев, Федоров, 1978; McLeod, 1964; Trail, 1964; и др.]. Этот район с полным основанием может рассматриваться как один из ключевых и в отношении изучения геологической деятельности антарктического оледенения. Выводы о характере ледникового седиментогенеза, полученные здесь, безусловно, в значительной степени могут быть распространены на другие районы Восточной Антарктиды.

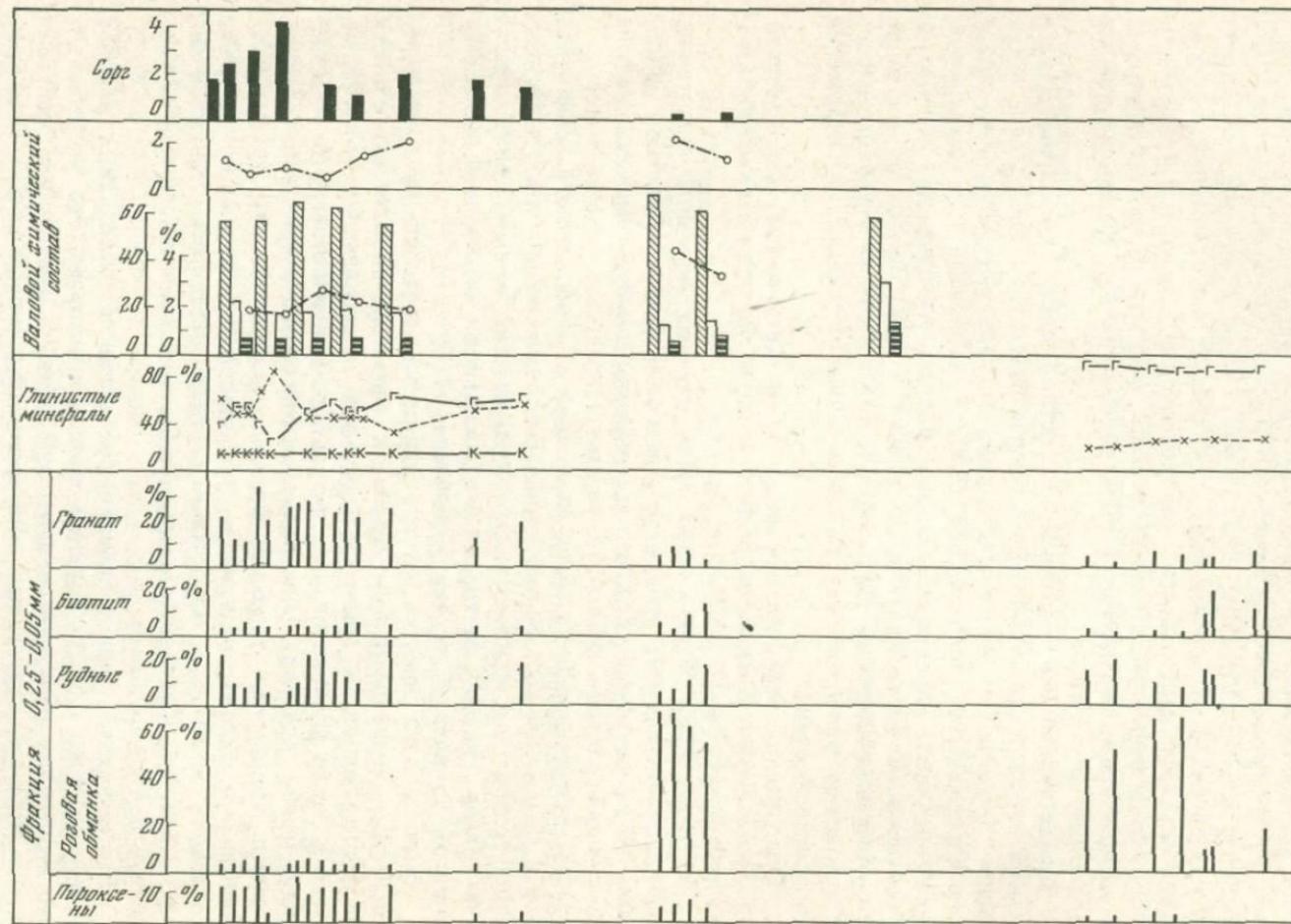
Представление о вещественном составе морен гор Принс-Чарльз можно получить из рис. 1. Приведенные результаты дают лишь самые общие представления о вещественном составе антарктических морен как определенной геологической фации — материале коренных пород, переотложенном ледником. Однако морены Антарктиды отличаются значительным разнообразием не только в зависимости от различий в составе подстилающих пород, но и в зависимости от условий переноса и отложения моренного материала, а также от времени его отложения (возраста морены).

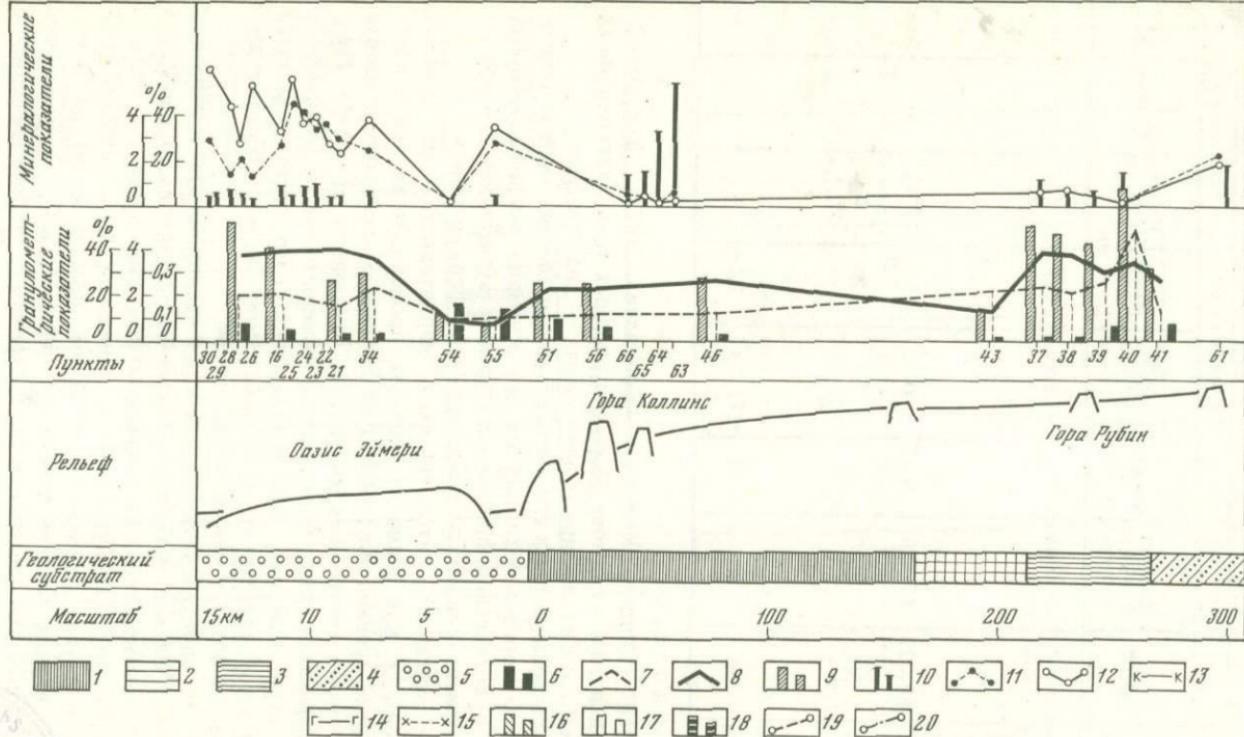
Определение возраста моренных толщ Антарктиды, как известно, проблема особой сложности, решить которую методами, применяемыми на других материках, обычно не удается.

В горах Принс-Чарльз нами были изучены моренные отложения, формирование которых проходило в весьма широком возрастном диапазоне. На склонах горы Коллинс исследованы наиболее молодые морены (3 разновозрастные гряды), в ущелье Пагодрома (оазис Эймери) — разрез древних моренных толщ, состоящий из сероцветной и коричневой морен, разделенных слоем галечников. В одном месте эту толщу подстипал пласт суглинков с прослойем песков, содержащий во включениях отдельную гальку. По ряду признаков эти осадки были отнесены к ледниково-морским [Бардин, Колесова, Коноплева, 1977].

Была сделана попытка изучить возрастные соотношения выше перечисленных ледниковых комплексов, а также установить особенности их формирования, основываясь на анализе их литологического состава. Прежде всего анализировались результаты минералогического и петрографического изучения (минералогический состав аутигенного и терригенного комплексов тяжелой фракции шлихов и петрографический состав глинистого материала заполнителя). Детальное изучение комплекса аутигенных минералов (чутких индикаторов ландшафтно-климатической обстановки осадконакопления) явилось главной особенностью данной методики.

Эта методика была с успехом применена в субполярных районах Северо-Востока СССР (Верхне-Колымское нагорье), где установлено, что возрастные признаки осадков определяются количеством, составом и морфологией аутигенных минералов [Колесова, 1975]. Очевидно, сходные (хотя пока точно не установленные) зависимости между временем формирования и аутигennыми минералами характерны и для антарк-





Вещественный состав морен гор Принс-Чарльз (по Бардину, Глушанковой, Судаковой)

Геологический субстрат: 1 — архейские породы кристаллического фундамента, активизированного в условиях гранулитовой фации метаморфизма; 2 — протерозойские породы низко-среднетемпературной ступени метаморфизма амфиболитовой фации; 3 — протерозойские осадочные породы, метаморфизованные в условиях низкотемпературной ступени зеленоисланцевой фации; 4 — протерозойские осадочные породы метаморфизованные в условиях высокотемпературной ступени зеленоисланцевой фации; 5 — пермские осадочные угленосные породы; гранулометрические показатели: 6 — глина, %; 7 — коэффициент сортировки Sa; 8 — средневзвешенный диаметр d mm; 9 — гравий, %; минералогические показатели: 10 — процент тяжелой фракции; 11 — коэффициент устойчивости; 12 — коэффициент гравитации; глинистые минералы: 13 — каолин; 14 — гидрослюдя; 15 — хлорит; валовой химический состав: 16 — SiO<sub>2</sub>; 17 — Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 18 — Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 19 — SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 20 — CaO/MgO

Литолого-минералогический состав (%) морен оазиса  
(по Бардину, Колосо)

Местоположение основных опорных разрезов	Песчаные зерна							
	Кварц	Полевые шпаты	Граниты	Песчаники	Угли	Кальцит	Рудные	Гранат
Гора Коллинс: морены 1, 2, 3				Нет данных				
Оазис Эймери, ущелье Буревестник (Пагодрома): коричневая морена	68—72	17—26	6—7	0—3	—	1—4	—	—
промежуточные валунно- галечные отложения	30	35	5	5	2	—	3	5
серая морена	36	42	6	3	12	—	—	—

тических морен [Бардин, Колосова, Коноплева, 1977]. Установить их более определенно, на основе изучения опорных точно датированных разрезов морен на южнополярном континенте — дело будущего.

В табл. I сведены результаты литолого-минералогического изучения разновозрастных моренных комплексов. На основании вышеизложенных соображений о возрастной предопределенности аутигенного минералообразования ориентировочно указано время их формирования.

Изменение основных литологических характеристик от древних к молодым толщам, как видно из таблицы, происходит вполне закономерно. В разрезе древней морены оазиса Эймери от подошвы к кровле уменьшается сумма аутигенных минералов, изменяется их состав. Продолжением возрастного ряда морен оазиса Эймери являются ледниковые образования горы Коллинс, для минералогического состава которых характерно полное отсутствие аутигенных минералов, что позволяет рассматривать их возраст как плейстоценовый.

Несмотря на определенную условность, предпринятые построения характеризуют последовательность и временной диапазон процессов ледникового седиментогенеза на южнополярном континенте.

Изложенный материал нуждается в сопоставлении с данными изучения морен в других районах Антарктиды, прежде всего на Земле Виктории, где в ряде случаев благодаря параллельно развивающимся в прошлом процессам оледенения и вулканизма удалось датировать моренные отложения. Необходимо также изыскивать возможности для сопоставления результатов изучения континентальных морен с результатами исследования донных осадков южного океана.

Таблица 1

Эймери и Горы Коллинс и их предполагаемый возраст  
вой, Коноплевой)

Минералогический состав тяжелой фракции шлихов (размер 0,25—0,1 мм)								Сумма	
Амфи- болы	Пиро- ксены	Аутигенные минералы							
		Окислы марган- ца	Гидроокис- лы железа, лимонит	Каль- цит	Железистые карбонаты	Сидерит	Марка- зит		
27—87	1,0—11,5	Аутигенное			Минералообразование не происходит				
2,2—8,5	4,5—15,4	0,5	9—25	0,2	1—3,5	0,5—1,6	—	14,0	
4,0—8,5	9,0—19,0	—	12,5—15,0	3,0	—	0,5—4,5	—	17,5	
1,4—2,5	1,4—3,5	—	5,6—17,0	17,0	1,4	—	1,4	26	

Таблица 1 (продолжение)

Местоположение основных опорных разрезов	Глинистые минералы					CO <sub>2</sub> карб	C <sub>org</sub>	Время формирования
	Каолинит	Монтмориллонит	Гидрослюды	Хлорит	Смешанослойные			
Гора Коллинс; морены 1, 2, 3 Оазис Эймери, ущелье Буревестник (Пагодрома): коричневая морена	Следы	Следы	100	Следы	—	0,02—0,16	0,08—0,12	Плейстоцен
промежуточные валунно- галечные отложения	10	»	40—50	40—50	Следы	0,17—0,35	0,95—2,14	Верхний плиоцен
серая морена	10	»	15	85	»	0,3—0,42	6,2—3,89	Миоцен- плиоцен

Осуществленные в последние годы проекты бурения на суше, в сухих долинах на Земле Виктории, и на море, в водах южного океана с судна «Гломар-Челленджер», дают интересные новые возможности для таких сопоставлений и взаимной проверки результатов.

## ABSTRACT

Cenozoic sediments of the Antarctic continent are mainly represented by various kinds of glacial accumulations — tills. In this report an attempt was made to describe characteristic features of the glacial sedimentogenesis of the Antarctic continent.

The report is based on the materials collected by the author during field studies in a number of Soviet Antarctic expeditions to the mountains of the Queen Maude Land and Prince Charles. Presented data characterize matter composition of the tills: specific features of granulometry, mineralogy (including clayey minerals), chemistry, etc. Characteristic hypergenic changes in the tills are considered, and on the basis of their qualitative and quantitative evaluation an attempt is made to define the age of the principal till complexes, which for the tills of the Prince Charles mountains varies from the Miocene to the Pleistocene.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бардин В. И. О проблеме палеогляциологии Антарктиды. — В кн.: Антарктика. М.: Наука, 1978, вып. 17.
- Бардин В. И., Глушанкова Н. И., Судакова Н. Г. Литология морен Восточной Антарктиды. — В кн.: Антарктика. М.: Наука, 1976, вып. 15.
- Бардин В. И., Колосова Г. Н., Коноплева В. И. Палеогляциологические аспекты изучения литологии морен в горах Принс-Чарльз (Восточная Антарктида). — В кн.: Антарктика. М.: Наука, 1977, вып. 16.
- Бардин В. И., Судакова Н. Г. Литологические особенности разновозрастных морен в горах Земли Королевы Мод. — Информ. бюл. САЭ, 1972, № 83.
- Колосова Г. Н. Географические условия осадконакопления и рельефообразование во впадинах бассейнов верхнего течения рек Колымы и Неры (по данным литолого-минералогического анализа): Автореф. канд. дис. М., 1975.
- Равич М. Г., Соловьев Д. С., Федоров Л. В. Геологическое строение Земли Мак-Робертсона. Л.: Гидрометеоиздат, 1978.
- Bardin V. I. Moraines of Antarctica. In: Antarctic Geology and geophysics. R. J. Adie (Ed.) Oslo, Universitetsforlager, 1972.
- Calkin P. E., Behling R. E., C. Bull. Glacial history of Wright Valley, Southern Victoria Land, Antarctica. — Antarc. J. U. S., 1970, v. 5, N 1.
- Denton G. H., Armstrong R. L., M. Stuiver. Late Cenozoic Glaciation in Antarctica: the record in the McMurdo Sound region. — Antarc. J. U. S., 1970, v. 5, N 1.
- McLeod I. R. An outline of geology of the sector from longitude 45° to 85° E. Antarctica. — In: Adie R. J., ed. Antarctic Geology, Amsterdam, 1964.

Мерсег J. H. Some observations on the glacial geology of the Beardmore glacier area. — In: Antarctic geology and geophysics. R. J. Adie (Ed.) Oslo: Universitetsforlaget, 1972.

Ревэ T. L. Multiple glaciation in the McMurdo Sound region, Antarctica. — a progress report. — J. Geol., 1960, v. 68, N 5.

Трайл D. S. The glacial geology of the Prince Charles Mountains. — In: Adie R. J., ed. Antarctic Geology, Amsterdam, 1964.

УДК 551.332

*Б. А. Борисов, Е. А. Минина*

**РЕБРИСТЫЕ ОСНОВНЫЕ МОРЕНЫ ГОР  
ЮЖНОЙ СИБИРИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ  
ДЛЯ СТРАТИГРАФИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ  
ПЛЕЙСТОЦЕНА**

По классификации Ю. А. Лаврушина, ребристые основные морены принадлежат к группе динамических фаций чешуйчатых морен и являются характерным элементом мезорельефа областей древних материковых оледенений. По его представлениям, они формируются в результате движения льда по внутренним сколам в краевых зонах ледников в заключительные фазы их активизации. Горы Южной Сибири — классическая область развития различных ледниковых образований, связанных по времени с нижне-, средне- и верхнечетвертичными оледенениями. Однако широкое распространение ребристых основных морен в ее пределах установлено впервые. Предшествующими исследователями рельеф этих морен специально не изучался и при геологической съемке трактовался преимущественно как эрозионный, суффозионный, абразионный, а генезис слагающих его осадков — как аллювиальный, флювиогляциальный или озерный. Ребристые морены развиты в горах Южной Сибири между  $51^{\circ}$  и  $52^{\circ}20'$  с. ш. и  $86^{\circ}$  и  $96^{\circ}$  в. д. на дне долин Верхнего и Малого Енисея, Катуни, Чуи, Чуышмана и Башкауса на абсолютных отметках от 200 до 2200 м и на высотах 10—30, реже 50—150 м над руслами этих рек. Они обладают специфическим асимметричным мелкогрядовым рельефом (рис. 1), представляющим собой чередование прямолинейных и извилистых в плане гряд и ложбин, ориентированных обычно в поперечном по отношению к долинам рек направлении (рис. 2). Длина гряд изменяется от 100 до 3000 м, относительная высота — от 0,5 до 10 м, ширина — от 10 до 100 м. Крутые (до  $10$ — $20^{\circ}$ ) дистальные склоны гряд часто обращены в сторону движения ледника. Крутизна проксимальных склонов — 3—5. Межгрядовые ложбины нередко разобщены невысокими (0,3—2,0 м) диагональными перемычками и воспринимаются как изолированные понижения.

Чаще всего ребристые морены наблюдаются в расширениях долин, ниже притолов и имеют в плане вид «языков», вытянутых вниз по течению

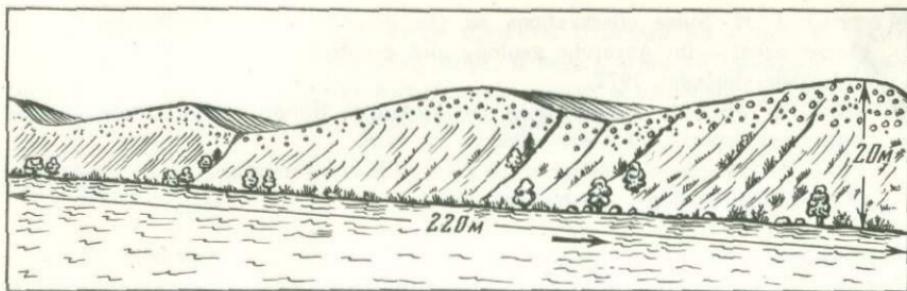


Рис. 1. Асимметричные гряды основной ребристой морены на левобережье р. Катуни в районе с. Платово

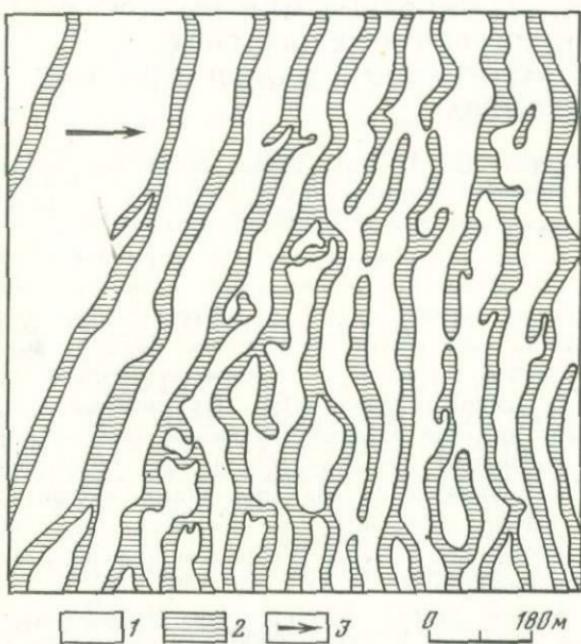


Рис. 2. Схема расположения гряд и ложбин основной ребристой морены на правобережье р. Тетё в Курайской впадине

1 — гряды; 2 — ложбины; 3 — направление движения льда

рек, длиной до 10—20 км и шириной до 3—4 км. Морены отделены от коренных склонов долин неглубокими (10—25 м) довольно широкими (100—300 м) плоскодонными ложбинами, представляющими собой краевые части долин, не заполнившиеся льдом во время заключительных фаз активизации ледников. В некоторых ложбинах встречаются фрагменты поперечных гряд ребристой основной морены и продольных гряд флютинг-морены, связанные, видимо, с более ранними стадиями активного развития ледников. Основные морены с ребристым рельефом отделены от ложбин

уступами крутизной 10—20° и высотой до 10—20 м и сложены в основном мелковалунно-галечными отложениями (мощность до 10—15 м) с песчаным пылеватым, реже супесчано-суглинистым заполнителем. Местами (обычно вблизи приторов) в их строении участвует грубый валунно-глыбовый материал.

Ледниковый генеэзис ребристого рельефа, помимо его специфических морфологических особенностей и непосредственных переходов в типичный холмисто-грядовый моренный рельеф с относительными превышениями до 5—15 м, доказывается присутствием сопряженных с ним береговых морен, камовых террас, озов, флютингморен, курчавых скал, маргинальных каналов и эрратических валунов.

Выявленные в горах Южной Сибири ребристые основные морены образованы главным образом в эпоху первого среднечетвертичного оледенения. На основании анализа их распространения можно утверждать, что долинные ледники этого времени во много раз превышали по своим размерам позднечетвертичные. Некоторые из них, например ледник, занимавший долину р. Катуни, спускались в предгорья. От эпохи более поздних оледенений (второго среднечетвертичного и первого верхнечетвертичного) также сохранились основные морены с аналогичным ребристым рельефом, но они имеют ограниченное распространение.

Таким образом, полученные новые данные позволяет считать доказанной точку зрения И. Г. Гране, В. П. Нехорошева, А. М. Кузьмина и других исследователей, считавших еще на первых этапах изучения Алтая, что ледники в максимальное среднечетвертичное оледенение спускались по долинам Катуни и Бии в предгорья и достигали г. Бийска. Подтвердилось также мнение В. В. Шаркова и Е. Н. Шукиной о самостоятельности и больших размерах нижнечетвертичного оледенения.

В отличие от мелковалунно-галечного состава отложений первого среднечетвертичного оледенения, которые характерны для районов внеальпийской зоны гор Южной Сибири, в строении нижнечетвертичных морен довольно часто участвует глыбово-валунный материал. Это свидетельствует о значительном и длительном понижении снежевой границы, вследствие чего сформировались многочисленные цирки и кары на низких абсолютных высотах (до 500—1000 м). В последующие оледенения в среднем и верхнем плейстоцене зона альпийского рельефа, за редким исключением, не опускалась ниже 1500—2000 м.

Особенности строения и распространения ребристых морен первого среднечетвертичного оледенения свидетельствуют, что ледники в эту эпоху, несмотря на значительные размеры, были мало насыщены обломочным материалом и поэтому не смогли сформировать мощных конечных, береговых и основных морен. В период наступления ледники большей частью оставили лишь редкие скопления эрратических валунов на склонах долин и маломощные (5—10 м, реже до 20 м) основные морены с ребристым рельефом без какого-либо абляционного покрова на этих моренах.

Другая особенность первого среднечетвертичного оледенения в горах Южной Сибири — практическое отсутствие флювиогляциальных отложений перед фронтальной частью основных морен. В то же время в ряде долин крупных рек, например Катуни, Чуи, Бии, широким распро-

странением пользуются мощные (до 100—150 м) горизонтально- и косо-слоистые гравийно-галечные песчаные отложения камовых террас, которые тесно связаны с осадками береговых морен и, по всей видимости, обязаны своим формированием спуску вод гигантских, глубоких (до 700 м) озерных водоемов, существовавших в межгорных впадинах Алтая в эпохи древних (преимущественно доверхнечетвертичных) оледенений.

В заключение следует отметить, что широко распространенные в горах Южной Сибири ребристые основные морены благодаря своему специальному рельефу, обладающему четкими дешифровочными признаками, позволяют уверенно устанавливать ледниковый генезис слагающих их осадков и направление движения древних ледников. Они могут быть использованы в качестве надежных реперов при региональных и межрегиональных стратиграфических корреляциях, а также для решения многих вопросов, связанных с палеогеографическими реконструкциями плейстоцена.

## ABSTRACT

The distribution of the Middle—Upper Quaternary basal moraines with ribbed relief was discovered for the first time in the mountains of South Siberia at the heights of 200—2200 m in valleys of the Yenisey, the Katun, the Chuya, the Bashkau. The formations of the first Middle Quaternary glaciation represented by finerubbly-pebbly material occupy the greatest area outside the zone of the Middle-Late Quaternary Alpine relift (below 1500—2000 m). The Lower Quaternary mainly clumpy-rubbly tills underlying them were formed by glaciers from the low situated (up to 500—1000 m) old corries and cirques. The ribbed glacial relief is mainly composed of subglacial till without ablation till. Ahead of marginal glacial formations the fluvioglacial deposits are usually absent. At the same time thick (up to 100—150 m) layered gravelpebbly sandy sediments of kame terraces are widely distributed. They are closely connected with shore tills and owing to their formation lowering of water took place in gigantic, deep basins which occupied many intermountain depressions in the Pre-Late Quaternary.

УДК 551.79

Э. А. Вангенгейм

## ПРИНЦИПЫ КОРРЕЛЯЦИИ АНТРОПОГЕННЫХ ФАУН МЛЕКОПИТАЮЩИХ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

Изученность фаун млекопитающих антропогена достигла такой степени, что стало возможно провести корреляцию основных этапов развития млекопитающих для Северной Евразии. Специфика фаун отдельных регионов этой обширной территории обусловлена климатической зональ-

ностью, характером рельефа и влиянием различных центров формирования. В совокупности эти факторы привели к формированию в пределах Северной Палеарктики нескольких палеозоогеографических подобластей и провинций.

Основой для корреляции фаун удаленных территорий могут служить группы форм, находящиеся на стадии биологического прогресса. Для них характерны обширные ареалы, охватывающие несколько ландшафтных зон, несколько зоogeографических провинций и даже подобластей. Для разных эпох антропогена эти группы различны и включают формы, как иммигрировавшие с других континентов, так и развивавшиеся автохтонно. Стадия биологического прогресса у одной и той же группы не повторяется во времени.

Более детальная корреляция возможна по степени эволюционного развития форм в отдельных филетических линиях.

Для среднего—позднего антропогена, изученного значительно детальнее, чем ранний антропоген, при корреляции могут использоваться смены фаун, обусловленные направленными колебаниями климата. Смена экологических группировок более отчетливо выражена в западном секторе Евразии. К востоку благодаря увеличению степени континентальности климата различия фаун отдельных климатических фаз затухают.

Поскольку экологические группировки могут повторяться во времени, контролировать правильность корреляции должна степень эволюционного развития форм.

## ABSTRACT

The state of knowledge of Anthropogene mammalian fauna makes it possible to correlate the main stages of mammal development for North Eurasia. Climatic zonation, topography and influence of various centres of species formation are proved to be responsible for the specific character of the faunas in some regions of this vast territory. A combination of these factors resulted in formation of some paleozoogeographical subregions and provinces within the Northern Palearctic.

Some groups of forms that are at the stage of biological progress can serve the basis for correlation of faunas of distant territories. These groups are characterized by extensive areals occupying some landscape zones, zoogeographical provinces and even subregions. These groups are different for various epochs of the Anthropogene and include both the immigrants from other continents and the autochtonely developed forms. The stage of biological progress of the same group does not repeat in time.

It is possible to use the degree of evolutionary development of forms in certain phyletic lines for a more detailed correlation.

Changes of faunas proceeding due to climatic fluctuations can be used for correlation of the Middle—Late Anthropogene that is much more thoroughly studied than the early Anthropogene. The change of ecological groupings is better pronounced in the western sector of Eurasia. To the east,

owing to an increase of degree of climate continentalization, the differences in fauna of some climatic phases are fading.

Since the ecological groupings can repeat in time, the correctness of correlation should be checked up through a degree of evolutionary development of forms.

УДК 551.79

*М. Ф. Веклич*

## СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ЛЁССОВ ЕВРОПЫ

Лёссы — характерное образование сложного разнофациального комплекса верхнекайнозойских континентальных отложений, развитых на территории Европы главным образом южнее морен позднеплейстоценовых материковых оледенений. Этот комплекс — лёссовая формация — образован двумя группами фаций: субаэральных (собственно лёссовые толщи — лёссы, переслаивающие их ископаемые почвы) и подчиненных им субаквальных (аллювий, аллювиально-озерные и пр.) отложений.

В течение последних 15—20 лет получено много новых данных о стратиграфии как субаквальных, так и особенно субаэральных образований лёссовой формации по большинству областей ее развития в Европе. Деятельность лёссовой комиссии ИНКВА для ряда стран стала одним из стимулов их изучения.

Наиболее изучена стратиграфия лёссовой формации Украины, где имеется больше 1000 детально расчлененных разрезов, а свыше 70 из них — опорные — исследованы комплексом методов. Состояние изученности лёссовой формации теперь таково, что позволяет считать ее стратиграфическое расчленение для плейстоцена эталонным.

В стратиграфически полных разрезах субаэральных толщ лёссовой формации имеется 16 стратиграфических подразделений (таблица). Из них 8 сложены лёссыми и другими лёссовыми образованиями, а остальные 8 — почвами (вместе с голоценовой почвой). Подошва самого древнего лёссового горизонта является нижней границей лёссовой формации. Стратиграфические полные разрезы лёссовых толщ описаны автором в Причерноморье, Приазовье, Равнинном Крыму, на Подольской, Приднепровской, Средне-Русской, Донецкой, Средневолжской, Сыртовой возвышенности, Приднепровской, Окско-Донецкой, Предуральской, Предкавказской равнинах, т. е. почти во всех лёссовых районах Европейской части территории СССР.

В плиоцене лёссообразование происходило лишь на отдельных участках, например в равнинном Крыму, где из 16 плиоценовых стратиграфических горизонтов, лежащих выше южнороссийских слоев понтического яруса, восемь горизонтов местами сложены лёссовидными породами, в основном глинами, а переслаивающие их остальные восемь горизонтов представлены красноцветными почвами. Плиоценовые лёссовые образо-

вания имеются в отдельных разрезах Среднего и Нижнего Приднестровья, Приазовья, бассейна Кубани, но распространение их ограничено, и не они, а красно- и буроцветные ископаемые глинистые почвы характерны для плиоценовой континентальной формации. Плиоценовые лёссовые породы известны также в отдельных разрезах Чехословакии и Австрии.

Основными маркирующими горизонтами плейстоценовых и плиоценовых субаэральных толщ являются свиты ископаемых почв (педокомплексы). Во всех областях распространения верхнекайнозойских лёссовых толщ выделяются четыре разновозрастные группы этих почв.

Почвы самой древней, первой группы — домартоношские sh, kr, bv, bd, jr, st, lm, iv на европейской территории СССР, РК VII—XI в ЧССР, 11—17 почвы в Венгрии, 6—15 почвы в Австрии, VIII—XI почвы на северо-востоке Франции). Корреляция плиоценовых почв в таблице условна. Почвы климатических оптимумов неодинаковы в различных свитах каждого района. Это субтропические и близкие к ним красноцветные почвы от влажнолесных до полупустынных в Крыму, бурые лесные и сероцветные гумусовые почвы в северной полосе плиоценового почвообразования.

Почвы второй группы — нижнеплейстоценовые, донепровские — представлены тремя стратиграфическими горизонтами (zv, lb, tg; РК IV—VI; фрайбург, юлихан и др.; V—VII почвы на северо-востоке Франции и т. д.). Все эти почвенные свиты интергляциальные. На юге почвы климатических оптимумов — мощные коричневые, в северной полосе лёссовой зоны — бурые лесные. Каждая почвенная свита характеризуется индивидуальными чертами.

Почвы третьей группы — среднеплейстоценовые. В данной группе выделено два стратиграфических горизонта ископаемых почв (pl, kd; низ РК II и РК III; нижние почвы штильфрид A; рудельсбург; 4 и 3 почвы Венгрии, 3 и 2 — Болгарии и т. д.). Эти почвы интергляциальные, несколько сходные по строению: в северной полосе верхние почвы каждой свиты гумусовые, нижние — лесные, от бурых до светлосерых лесных; на юге — черноземные, каштановые.

Четвертая группа почв верхнеплейстоценовая (вюрмская). В ней имеются два педокомплекса. Они обычно маломощные, относительно слабо развитые, по-видимому, интерстадиальные (df и vt; РК I и верхние почвы РК II; паудорф с его аналогами; верхние почвы штильфрид A, штильфрид B с аналогами; 1 и 2 почвы Венгрии и т. п.).

Почвенные свиты второй, третьей и четвертой групп отделены одна от другой горизонтами лёссов.

Наиболее сложна корреляция вкрест простирания древних физико-географических зон, в субмеридиональном направлении, для которой особенно необходимы сопоставление и прослеживание горизонтов в как можно ближе расположенных разрезах. Корреляция разрезов по простиранию палеогеографических зон менее трудоемка, так как в этом направлении индивидуальные характеристики одновозрастных стратиграф-

Схема палеогеографической и стратиграфической корреляции лёссовых толщ в некоторых

Период, эпоха	Европейская территория СССР		Палеомагнетизм лёссовых толщ	Возраст 10 <sup>3</sup> лет	ЧССР			
	Палеогеографические этапы							
	Стратиграфические горизонты							
Четвертичный Q	Голоценовый	hI	Эпохи: Брюнен- са 0,69–0,00 млн. лет	10	PK O			
	Причерноморский	pc		12	L + FE			
N	Дофиновский	df		22	PK I			
	Бугский	bg		30	L + FE			
	Витачевский	vt		50				
	Удайский	ud		60	PK II			
	Прилукский	pl		70				
	Тасминский	ts		100	L + FE			
	Кайдакский	kd		115	PK III			
	Днепровский	dn		175	L + FE			
	Завадовский	zv		250	PK IV			
	Тилигульский	tl		370	L + FE			
	Лубенский	lb		470	PK V			
	Сульский	sl		650	L + FE			
	Мартоношский	mr	Мартуны?	700	PK VI			
	Приазовский	pr		920	Lёссы			
	Широкинский	sh	2,43–0,69	1000	PK VII			
	Ильичевский	il		1290	Lёссы			
Неоген N <sub>2</sub>	Крыжановский	kr	млн. лет	1400	PK VIII			
	Березанский	br		1610	Lёссы			
	Береговский	bv		1900	PK IX			
	Сиверский	sv		2430	Lёссы?			
	Богдановский	bd		2640	PK X			
	Кизильярский	kz		2820	Lёссы?			
	Ярковский	jg		2910	PK XI			
	Айдарский	aj		3110	Глины и пески			
	Севастопольский	st		3320				
	Оскольский	os		3790				
	Любимовский	lm		3990				
	Салгирский	sg		4140				
	Иванковский	iv		4240				
	Бельбекский	bl		4650				
	Новороссийский	nv						
	/подъярус/							

Примечание. Авторы расчленения: Европейская территория СССР – М.Ф. Веклич /1964–1977/, ЧССР – V. Lozek /1964/, J. Kukla, V. Lazek /1969, 1973/ и др.; Венгрия – M. Pecsi /1965, 1969, 1972, 1974, 1976/ и др.; Болгария – M. Минков, E. Фотакиева /1969/ и др.; Австрия – G. Götzinger /1935, 1936/, F. Brandtner /1956, 1969 и др./, J. Fink /1956, 1961, 1969, 1975 и др./;

странах Европы

Венгрия	Болгария	Австрия	ГДР, ФРГ	Альпийская схема
Горизонты: слева – почвенные, справа – лёссовые				
МЛ I, II	Л <sub>1</sub>	Лёссы	Лёссы	W <sub>3</sub>
ИП 1	П <sub>1</sub>	Паудорф /штильфрид В/	Паудорф (кезен и др.)	W <sub>2-3</sub>
МЛ III	Л <sub>2</sub>	Лёссы	Лёссы	W <sub>2</sub>
ИП 2	П <sub>2</sub>	Гёттвейг /феллабруны, штильфрид А, линц и др./	Брёуп	W <sub>1-2</sub>
МЛ IV	Л <sub>3</sub>		Лёссы	W <sub>1</sub>
ИП 3	П <sub>3</sub>		Наумбург и др.	R-W
МЛ V	Л <sub>4</sub>		Лёссы	R <sub>2</sub>
ИП 4	П <sub>4</sub>	Рудельсбург Пятая- пятнадцатая ископаемые почвы г. Кремса, переслоенные типичными лёссами	Рудельсбург	R <sub>1-2</sub>
СЛ I, II, ИП 5, 6	Л <sub>5</sub>		Лёссы	R <sub>1</sub>
ИП 7, СЛ III, ИП 8	П <sub>5</sub>		Фрейнбург и др.	M-R
СЛ IV	Л <sub>6</sub>		Лёссы	M <sub>3</sub>
ИП 9	П <sub>6</sub>		Юлихан и др.	M <sub>2-3</sub>
СЛ V	Л <sub>7</sub>			M <sub>2</sub>
ИП 10	П <sub>7</sub>			M <sub>1-2</sub>
СЛ VI	Лёссы			M <sub>1</sub>
Глина розовая I	Terra rossa			G-M
ИП 11				G <sub>2</sub>
ИП 12				G <sub>1-2</sub>
ГЛ II				G <sub>1</sub>
ИП 13				D-G
ГЛ III				Стадии дунайского оледенения
ИП 14				
ГЛ IV				
ИП 15				
ГЛ V				
ИП 16				
ГЛ VI				
ИП 17				
Верхний паннон				

ГДР, ФРГ – W. Paas /1949, 1969/, K. Brunnacker /1956, 1969/, W. Guenther /1959/, R. Ruske, M. Wünsche /1960/, H. Remy /1960/, G. Haase /1963, 1969/ и др.

Сокращения в схемах. ЧССР: РК – педокомплекс, L + FF – лёссы и солифлюкционные отложения; Венгрия: МЛ – молодые лёссы, СЛ – старые лёссы, ГЛ – глины, ИП – ископаемые почвы; Болгария: Л – лёссы, П – ископаемые почвы.

физических горизонтов лёссовых толщ нерезко отличаются даже на больших расстояниях.

Внутриформационная корреляция субаэральных (лёссовых) и субаквальных (главным образом аллювиальных) толщ основывается на непосредственном прослеживании замещения отложений этих фаций; анализе стратиграфии субаэральных толщ, покрывающих субаквальные отложения речных террас; учете геоморфологических, палеонтологических, палеомагнитных, радиометрических и других данных. Установлено, что на каждой верхнекайнозойской надпойменной террасе субаквальная толща состоит из отложений двух стратиграфических горизонтов, нижний из которых соответствует определенному почвенному, а верхний — следующему лёссовому субаэральным толщам. Но соответствие границ горизонтов субаквальных и субаэральных толщ, по-видимому, не полное.

## ABSTRACT

Dans les coupes stratigraphiquement complètes des assises subaériennes de la formation loessique on compte 16 subdivisions stratigraphiques dont huit se composent de loess et d'autres formations loessiques. Le reste (huit) se compose de sols. La formation des loess a également eu lieu au Pliocène mais seulement sur certains terrains où sur 16 horizons stratigraphiques pliocènes gésissant au-dessus des couches novorossiïsky de Pontien 8 horizons se composent par endroits de roches lessoïdes, principalement d'argiles (voir le tableau).

Les principaux horizons — repères des assises subaériennes pléistocéniques et pliocènes représentent les séries de sols fossiles (les pédocomplexes) bien que chaque horizon loessique ait aussi ses particularités individuelles. Dans toutes les régions de l'extension des assises loessiques de Cainozoïque supérieur on peut distinguer quatre groupes de ces sols. Tous sont d'âge différent: de Prémartonochien, de Pleistocene inférieur, moyen et supérieur. On peut corrélérer d'une manière bien précise les sols de trois groupes supérieurs. Les sols du groupe le plus ancien peuvent être corrélos sous condition. La corrélation en travers des zones anciennes physico-géographiques est la plus compliquée. La corrélation en direction est plus simple parce que les caractéristiques individuelles des horizons stratigraphiques ayant le même âge des assises loessiques dans ce sens ne se distinguent pas considérablement même à longue distance.

On a établi que l'assise subaquatique sur chaque terrasse fluviale de Cainozoïque supérieur située au-dessus de la terre submersible se compose de dépôts de deux horizons stratigraphiques dont l'horizon inférieur correspond à l'horizon du sol déterminé. L'horizon supérieur correspond à l'horizon suivant loessique des assises loessiques.

И. П. Герасимов, А. А. Величко, А. К. Маркова,  
В. П. Ударцев, А. Л. Чепалыга

**МЕРИДИОНАЛЬНЫЙ СПЕКТР ПРИРОДНО-  
КЛИМАТИЧЕСКИХ ЭТАПОВ ПЛЕЙСТОЦЕНА  
ВО ВНЕТРОПИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ  
СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ**  
(по данным восточноевропейского сектора)

Восточноевропейский регион в палеогеографическом и хроностратиграфическом отношении относится к числу наиболее изученных в северном полушарии. Достаточно сослаться на обобщения и схемы А. П. Павлова, Г. Ф. Мирчинка, И. П. Герасимова, К. К. Маркова, А. И. Москвитина, К. В. Никифоровой, И. И. Краснова и др.

В ходе палеогеографических исследований, проводимых Институтом географии АН СССР, авторами были также получены материалы по основным этапам развития трех природно-генетических областей: ледниковой, перигляциально-внеледниковой и приморской, которые с учетом упомянутых выше материалов позволяют следующим образом охарактеризовать меридиональный спектр отдельных палеогеографических компонентов при современном уровне их изученности.

С наименьшей детальностью изучена последовательность природных событий для самого раннего, хотя и наиболее длительного этапа антропогена — эоплейстоцена. Он охватывает почти всю верхнюю часть эпохи обратной полярности Матуяма с тремя эпизодами нормальной полярности — Харамилло (0,9—1,0 млн. лет назад) и Гилса-Олдувой в интервале 1,8—1,6 млн. лет назад. В приморской области этот этап соответствует ашерону Каспия и гурью Черного моря (табл., см. вкл.).

Фауна пресноводных моллюсков бореального типа свидетельствует об относительных похолоданиях в начале ашерона (домашкинский комплекс) и в конце ашерона (морозовский комплекс). В среднем ашероне господствовала субтропическая и средиземноморско-субтропическая фауна (бошерницкий, несмияновский, косницкий комплексы).

Надежных сведений о развитии оледенений для этого этапа в Восточной Европе пока не существует. Судя по палинологическим данным<sup>1</sup>, в теплые отрезки времени в средней полосе Восточноевропейской равнины преобладали хвойно-широколистственные ценозы, характеризующие субтропические условия. Во внеледниковой области со второй половиной ашерона связано формирование двух комплексов ископаемых почв (запорожского и урзуфского), разделенных, подстилаемых и фациально замещаемых континентальными суглинками и аллювиальными отложениями (каирская терраса Днепра), лимано-морскими отложениями в северном Приазовье (мелекинский и ногайский уровни).

В этих отложения обнаружен ряд фаун мелких млекопитающих: одесская фауна [Шевченко, 1965], характеризующаяся видовым много-

<sup>1</sup> Палеоботанические характеристики подготовлены Э. М. Зеликсон.

образием *Mimomys*, появлением некорнезубых цементных полевок *Allophaiomys* и архаичных пеструшек *Prolagurus* (*Laguromys*) *arankae*. *P. (Prolagurus) rgaerappopicus*; ногайская фауна [Топачевский, 1965]. для которой характерно преобладание некорнезубых форм полевок над корнезубыми. Новые виды полевок, по сравнению с одесской фауной, не отмечены. Эволюционные изменения проявляются лишь в появлении подвидов в некоторых линиях полевок (*Allophaiomys*, *Prolagurus*) [Топачевский, 1977]. Между ногайскими и тираспольскими фаунами выделяются еще два дополнительных этапа: морозовский, характеризующийся появлением рода *Pitymys*, и более молодой — петропавловский (карай-дубинский), когда отмечается появление полевок рода *Microtus* (*M. ratticepsoides*).

Ногайская, морозовская и петропавловская фауны залегают в отложениях с обратной намагниченностью и отвечают самому концу эоплейстоцена. Существование в эту эпоху на юге равнины красноцветных почв восточно-средиземноморского типа, разделенных суглинками, свидетельствует о проявлении уж в эоплейстоцене на данной территории признаков резкой перестройки природных условий (от зональных к гиперзональным), что рассматривается как характерная черта, свойственная природным изменениям в антропогене. В целом этот этап соответствует раннему плейстоцену западноевропейских схем [Zagwijn, 1975].

Следующий крупный этап отражает более глубокие климатические изменения. Он характеризуется развитием тираспольской фауны млекопитающих и венедским комплексом флоры. В высоких широтах Европейского континента впервые создаются условия, благоприятные для развития крупных покровных оледенений, а в более низких — лессонакопления. Начиная с конца раннего плейстоцена прослеживается четкая цикличность в развитии Черноморского бассейна. Отмечена первая холодная фауна моллюсков (платовский комплекс с *Viviparus pseudoachatinoides* Pavl.). По териологическим материалам это похолодание не прослеживается. Следующая за ней фауна средиземноморского типа (тираспольский комплекс с *Pseudupis moldavica* Tschep.) сменяется бореальной хаджибейской фауной, беднее современной и лишенной термофилов.

По данным изучения покровных отложений внеледниковых районов, между эоплейстоценовыми красноцветами и окской мореной выделяются две эпохи потепления (балашовская и ржаксинская ископаемые почвы, разделенные двумя холодными отрезками времени). В низах этой серии, где проходит граница эпох Брюнес-Матуяма, отмечается раннетираспольская фауна грызунов, в которой еще присутствуют последние *Mimomys* и *Allophaiomys*, но пеструшки представлены видом *Prolagurus posterius*, а род *Microtus* — несколькими видами (местонахождение Шамин, находящееся еще в зоне обратной намагниченности).

Для этого же интервала на Окско-Донской низменности удается достаточно надежно установить развитие древнего покрова оледенения, датируемого тираспольской фауной [Красненков и др., 1977; Ударцев и др., в печати]. Возможно, к этому же оледенению относится морена из разреза Корчево. Судя по имеющимся палинологическим данным, в холодные эпохи этого времени преобладала растительность таежного

типа, растительность теплых эпох изучена слабо. Один из таких теплых интервалов характеризуется материалами по разрезу Корчево [Вознячук и др., 1977]. Завершающая этот этап окская ледниковая эпоха, возможно, находится еще в зоне развития тираспольской фауны. В отложениях, непосредственно перекрывающих окскую морену (разрезы Посевкино, Перевоз), присутствуют остатки мелких млекопитающих, сопоставимые с сингильским фаунистическим комплексом. Формирование криофильных флористических комплексов относилось к раннему плейстоцену (венеду) и продолжалось в окское время. Они характеризовались лесостепными формациями с сосной и березой.

Значительно усложняется последовательность природных событий в конце нижнего и в среднем плейстоцене. Для лихвинского межледникова, сопоставляемого с древнеэвксинской трансгрессией по палеоботаническим и палеопочвенным материалам, устанавливается два оптимума [Якубовская, 1976; Величко, Морозова, 1972]. Во время основного (более древнего) оптимума межледникова в полидоминантной хвойно-широколиственной растительности присутствует еще большое число термофильных экзотических элементов. Днепровское оледенение, судя по полученным данным, отделяется от лихвинского межледникова еще одной холодной и теплой эпохами [Величко, 1975]. В то же время московское оледенение рассматривалось только как стадия единой днепровской ледниковой эпохи. Работы последних лет показали, что отложения рославльского межледникова скорее всего занимают позицию под днепровской мореной. Это хорошо согласуется с материалами по лессово-почвенной серии. В бассейне Оки в ряде разрезов днепровского лесса и роменской почвы отмечаются ледниковые отложения, которые, возможно, отвечают орчикской холодной эпохе. Характер широколиственных лесов рославльского межледникова, несомненно, свидетельствует о дальнейшей континентализации климата по сравнению с лихвинским межледниковоем, в частности, — появлении сезона с отрицательными температурами.

Днепровский этап по сравнению с нижним плейстоценом характеризуется дальнейшим нарастанием суровости холодных ледниковых условий.

К лессу днепровского возраста приурочены хорошо выраженные структуры типа псевдоморфоз по повторно-жильным льдам, свидетельствующие о развитии многолетней мерзлоты до широты Волыно-Подольской возвышенности и Верхнего Дона. На этом этапе более широкое развитие в составе хазарской фауны получают холдоустойчивые животные (*Dicroidonyx*, *Lemmus*). Начиная с днепровской эпохи на Русской равнине появляется субарктическая фауна моллюсков с отсутствием типичных реофильных видов в речных фациях и значительной примесью наземных моллюсков, обусловленной активизацией солифлюкционных процессов. В ледниковые эпохи среднего плейстоцена на Русской равнине распространились формации лиственично-сосново-березовой лесостепи, что свидетельствует о возрастании степени континентализации климата по сравнению с более ранними ледниковыми эпохами. Поздний плейстоцен детально изучен как в ледниковой области, так и во внеледниковой.

\* Палеоботанические и палеопочвенные исследования для микулинской эпохи указывают на продолжение направленного процесса уменьшения  
3 Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование

теплообеспеченности межледниковых эпох от раннего плейстоцена к позднему. В это время происходит снижение как зимних, так и летних температур, хотя в целом климат оставался более теплым и океаничным, чем современный.

Характерная особенность валдайской ледниковой эпохи — широкое развитие многолетней мерзлоты. Самая ранняя фаза приходится на смоленский криогенный горизонт. Вслед за ним наступает наиболее выраженный ранневалдайский интерстадиал, отвечающий крутицкой фазе мезинского комплекса (возможный аналог брерупского интерстадиала Восточной Европы).

В отношении развития оледенения в первой половине валдайской эпохи нет единой точки зрения. С. Л. Бреслав, И. И. Краснов, Е. П. Заррина [1971] и другие выделяют ранневалдайское оледенение. Однако Л. Н. Вознячук, Н. С. Чеботарева, И. А. Макарычева [1974] рассматривают этот отрезок времени как безледный.

Экстремально суровые условия приходятся на вторую половину валдайской эпохи, когда достоверно устанавливаются покровное оледенение с максимумом 17—20 т. лет назад и большее продвижение к югу многолетней мерзлоты (ярославский криогенный горизонт). В перигляциальной зоне в это время происходила полная деградация лесной растительности как зонального элемента ландшафтной оболочки, и в условиях криофильных степей господствующее положение занимал холдоустойчивый комплекс с *Mammuthus primigenius*, *Rangifer tarandus*, *Coelodonta antiquitatis*, *Alopex lagopus*, *Dicroidonyx torquatus*, *Lemmus obensis*.

В Черном море, связанном с океаном, в ранне- и поздневалдайское время произошли регрессии. В средневалдайское время отмечена морская трансгрессия (сурожский бассейн). В Каспийском бассейне, наоборот, холодным фазам соответствовали крупные трансгрессии солоноватоводных бассейнов: раннехвалынского до отметки +50 м abs. и позднехвалынского до 0 м abs. Между ними отмечается регрессия в середине валдайской эпохи.

## ABSTRACT

New data on evolution of three main natural areas, glacial, periglacial-extraglacial and maritime ones, have been obtained by the authors in the course of paleogeographic studies, conducted by the Institute of Geography of the USSR Academy of Sciences.

General tendencies of the environment evolution have been traced throughout the Eopleistocene — the Late Pleistocene, which are reflected in loess-soil complex, therio- and malacofauna and vegetation. Ice ages and interglacials are compared with the Black and the Caspian Seas history, as well as with paleomagnetic data.

The studies results are shown in the scheme of natural-climatic components of the environment (compiled according to the data on the East-European sector) which summarizes the authors' paper.

## ЛИТЕРАТУРА

- Величко А. А. Проблемы корреляции плейстоценовых событий в ледниковой, перигляциально-лессовой и приморской областях Восточно-Европейской равнины. — В кн.: Проблемы палеогеографии лессовых и перигляциальных областей. М.: Наука, 1975.
- Величко А. А., Морозова Т. Д. Основные горизонты лессов и ископаемых почв Русской равнины. — В кн.: Лессы, погребенные почвы и криогенные явления на Русской равнине. М.: Наука, 1972.
- Вознячук Л. Н. К стратиграфии и палеогеографии неоплейстоцена Белоруссии и смежных территорий. — В кн.: Проблемы палеогеографии антропогена Белоруссии. Минск, 1973.
- Вознячук Л. Н., Махнач Н. А., Мотузко А. Н., Величкевич Ф. Ю., Якубовская Т. В., Зусь М. Е., Калиновский П. Ф., Рунец Е. П., Саньков А. Ф. Нижнеплейстоценовые отложения д. Корчево на Новогрудской возвышенности в Белоруссии и их стратиграфическое значение. — Докл. АН БССР, 1977, т. 21, № 11.
- Брэслав С. Л., Заррина Е. П., Краснов И. И. Периодизация и геохронология позднего плейстоцена северо-западной части СССР. — В кн.: Проблемы периодизации плейстоцена. Л., 1971.
- Красненков Р. В., Иосифова Ю. И., Шулешкина Е. А. О древнейшей морене на р. Иловай близ г. Мичуринска. — Докл. АН СССР, 1977, т. 237, № 5.
- Топачевский В. А. Насекомоядные и грызуны ногайской позднеплиоценовой фауны. Киев: Наук. думка, 1965.
- Топачевский В. А., Скорик А. Ф. Грызуны раннетаманской фауны тилигульского разреза. Киев: Наук. думка, 1977.
- Чеботарева Н. С., Макарычева И. А. Последнее оледенение Европы и его геохронология. М.: Наука, 1974.
- Шевченко А. И. Опорные комплексы мелких млекопитающих плиоцена и нижнего антропогена юго-западной части и Русской равнины. — В кн.: Стратиграфическое значение антропогенной фауны мелких млекопитающих. М.: Наука, 1965.
- Якубовская Т. В. Палеогеография лихвинского межледникового гродненского Понеманья. (Палеокарнологические исследования). Минск: Наука и техника, 1976.
- Zagwijn W. H. Variations in climate as shown by pollen analysis, especially in the Lower Pleistocene of Europe. — In: Ice Ages: Ancient and Modern Ed. A. E. Wright, F. Moseley. Liverpool, 1975.

УДК 551.583

*Е. В. Девяткин*

## ПРОБЛЕМА АРИДОВ И ПЛЮВИАЛОВ ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ

История озерных бассейнов аридного пояса — чутких индикаторов палеоклиматических изменений — давно привлекала внимание исследователей. Для внутренних районов континентальной Азии проблема аридов и плювиалов была затронута в публикациях В. М. Синицина [1959],

И. Г. Кузнецова и Э. М. Мурзаева [1963], Э. И. Равского [1972], Е. В. Девяткина и др. [1975, 1978], В. Слованьского [Slowanski, 1970, 1976].

Существуют различные концепции соотношения аридных и плювиальных эпох с оледенениями и межледниками. Большинство исследователей считают, что оледенение высоких широт и горных районов соответствует плювиальному, а межледниковые — аридному периоду в зоне пустынь [Butzer, 1961]. Н. Т. Кузнецов и Э. М. Мурзаев выделяют в плейстоцене Центральной Азии «озерную стадию», отвечающую увлажнению климата во время оледенения.

Возникновение плювиальных условий в аридном поясе связано с двумя основными факторами: а) понижением температуры, а следовательно, понижением испарения и увеличением стока, и изменением общей циркуляции атмосферы, смещением направлений переноса влажных масс к югу — в аридные области. Однако существует и противоположная точка зрения. Так, Э. И. Равский считает, что обводнение предгорных равнин и впадин Центральной Азии не отражает плювиальности климата, а связано лишь со временем деградации оледенения в горных районах. Указывая на соответствие плювиалов наиболее влажным фазам межледниковых, он не исключает, однако, возможности, что плювиальные условия отвечали и начальным, наиболее влажным фазам оледенения [Равский, 1972, с. 313].

Таким образом, концепции соотношений аридов и плювиалов с оледенениями и межледниками таковы:

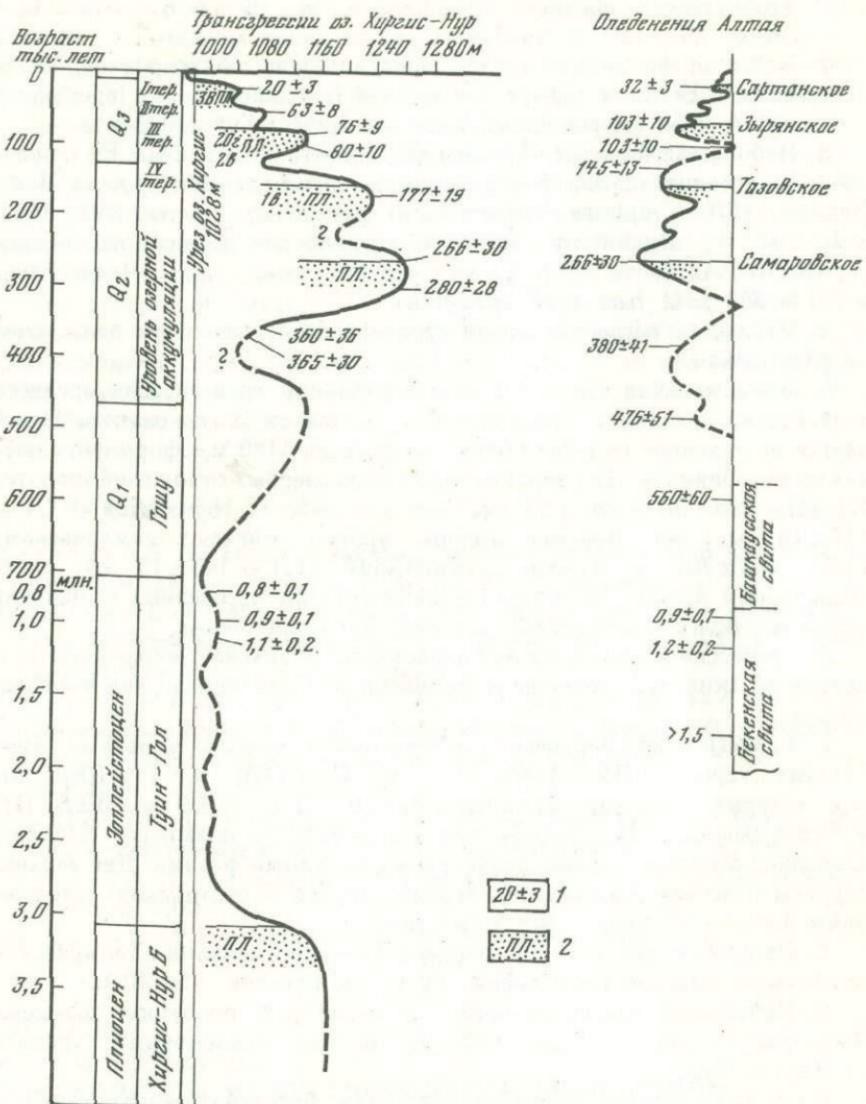
плювиалы отвечают ледниковым, ариды — межледниковым;

плювиалы отвечают межледниковым, ариды — ледниковым;

плювиалы и ариды «смещены» по времени по отношению к периодам оледенений и межледниковых.

Автору представляется, что решение этой проблемы должно рассматриваться в пределах всей внеледниковой зоны — в меридиональном направлении — непосредственно от края материкового оледенения до аридной зоны. При таком анализе выясняется сложная картина временных и пространственных соотношений палеоклиматических процессов в цикле «ледниковые — межледниковые» для разных частей внеледниковой зоны. В приледниковой и в северной части перигляциальной зоны вероятно соотношение ледниковых с аридом; для аридного пояса соотношение ледниковых с плювиалом. Эти два крайних варианта соотношений для противолежащих частей внеледниковой зоны связаны между собой переходными вариантами, где плювиалы и ариды будут смешены во времени по отношению к ледниковым и межледниковым.

По-видимому, рассмотрение всей проблемы на примере одного цикла «ледниковые — межледниковые» недостаточно. Она может быть решена лишь в пределах ледникового плейстоцена, так как климат этого времени имел направленно-циклическое изменение — от более влажного в раннем до более сухого в позднем плейстоцене. Надо также отметить, что само понятие «плювиал» для аридных областей Внутренней Азии, получающих ныне 100—150 мм осадков в год, имеет специфическое значение. Увеличение осадков вдвое будет составлять всего 200—300 мм, т. е. климат в целом будет оставаться аридным в существующей классификации.



Классическим районом, где можно установить одну из моделей соотношений аридов и плювиалов с оледенениями и межледниками, является бессточная Котловина Большых Озер в Монголии — своеобразный аналог Большого Бассейна Североамериканского континента. Стратиграфические, палинологические и геохронологические материалы [Девяткин, 1970; Девяткин и др., 1975, 1978] позволяют наметить следующую последовательность трансгрессивно-регressiveных (плювиально-аридных) фаз в позднем кайнозое (рис. 1).

1. Трансгрессия среднего плиоцена (пачка Б свиты хиргис-нур) до отметок 1150—1200 м связана с увлажнением климата.

2. Большая регрессия начала эоплейстоцена, фиксирована аллювиальными песками в центре Котловины Большых Озер и пролювием у ее бортов, ниже современного уреза оз. Хиргис-Хур (1028 м).

3. Небольшая трансгрессивная фаза нижнего плейстоцена. Ее уровень точно не установлен, она фиксируется озерными глинами протоки Чоно-Хариях (ТЛ — термолюминесцентная датировка — даты  $340 \pm 40$  тыс. л.). Возможно, ей отвечают наиболее древние ледниковые горизонты Алтая с ТЛ-датами  $476 \pm 51$  тыс. лет (Чаган-Узун) и ТЛ =  $380 \pm 41$  тыс. л. (Кызыл-Чин).

4. Небольшая регрессия низов среднего плейстоцена, уровень точно не фиксирован.

5. Максимальная (до 1260 м) многофазная трансгрессия среднего плейстоцена связана с самаровским и тазовским оледенениями. Отмечается постепенное падение уровня до отметки 1180 м, сформировавшее наклонную равнину. Для верхних горизонтов озерных отложений имеются ТЛ-даты  $266 \pm 30$  и  $280 \pm 23$  тыс. лет для нижних горизонтов — ТЛ —  $177 \pm 19$  тыс. лет. Верхние озерные уровни отвечают самаровскому (ТЛ —  $266 \pm 30$ ), а нижние — тазовскому (ТЛ —  $145 \pm 13$  тыс. лет) оледенениям Алтая. Спорово-пыльцевые спектры из озерных отложений отражают более плювиальные условия, чем современные.

6. Регрессия начала позднего плейстоцена. Связана с межледниковым временем; амплитуда точно не установлена, но была меньше, чем в эоплейстоцене.

7. Трансгрессия верхнего плейстоцена отмечена уровнями трех озерных террас (III — 1140—1180 м, II — 1120 м, I — 1090 м), для которых получены ТЛ-даты:  $90 \pm 10$  (III),  $76 \pm 9$  и  $63 \pm 8$  (II) и  $20 \pm 3$  тыс. лет (I). Спорово-пыльцевые спектры позволяют выделить несколько фаз увлажнения, разделенных аридными фазами. Две верхние террасы отвечают зырянскому, первая терраса — сартанскому оледенению Алтая (ТЛ-дата —  $32 \pm 3$  тыс. лет).

8. Регрессия середины (?) голоценена, вероятно, связана с термическим оптимумом; падение уровня фиксируется до отметок —5—10 м.

9. Небольшая трансгрессивная фаза второй половины голоцена. Фиксирована до отметок +15—20 м над современным уровнем оз. Хиргис-Нур.

Настоящая схема, разработанная для бассейна оз. Хиргис-Нур, находит много аналогий и для других озерных бассейнов (оз. Убса-Нур, оз. Долины Озер) и северо-восточной Монголии.

## ABSTRACT

There are different conceptions on correlation of pluvials and arids with glacials and interglacials, as follows:

1. Pluvials correspond to glacials, arids — to interglacials;
2. Pluvials correspond to interglacials, arids — to glacials;

### 3. Pluvials and arids are displaced in time as regards glacials and interglacials.

While solving this problem one should take into account the whole extraglacial zone in meridional direction — from glacial margin to arid zone. In the northern part of extraglacial (periglacial proper) zone arids correspond to glacials, pluvials — to interglacials. In the southern part of extraglacial zone (arid belt) pluvials correspond to glacials, arids — to interglacials. These two extreme variants of correlations combine with transitional ones. During rhythmical changes of climate in the glacial Pleistocene spatial-time connections of coolings and warmings are also changed.

The scheme of development of pluvial and arid stages and their correlation with mountain glaciations and interglaciations of Altai and Khangai is presented, illustrated by means of an example of Great Lakes drainless basin — Inner Asian analogue of Great Basin of the North American continent (Fig. 1).

## ЛИТЕРАТУРА

- Девяткин Е. В. Геология кайнозоя Западной Монголии. — В кн.: Геология мезозоя и кайнозоя Западной Монголии. М.: Наука, 1970.
- Девяткин Е. В., Мурзаева В. Э. Плейстоценовые озера Монголии. — В кн.: История озер и внутренних морей аридной зоны: Тез. докл. IV Всесоюз. симпозиум по истории озер. Л., 1975, т. 4.
- Девяткин Е. В., Малаева Е. М., Мурзаева В. Э., Шелкопляс В. Н. Плювиальные плейстоценовые бассейны Котловины Больших Озер Западной Монголии (стратиграфия и геохронология). — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1978, № 5.
- Кузнецов Н. Т., Мурзаев Э. М. Озерные стадии развития Центральной Азии в четвертичное время. — Тр. Лаб. озероведения АН СССР, 1963, т. 15.
- Равский Э. И. Осадконакопление и климат Внутренней Азии в антропогене. М.: Наука, 1972.
- Синицын В. М. Центральная Азия. М.: Географиз, 1959.

УДК 551.79

А. Е. Додонов

## ВОПРОСЫ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ ВЕРХНЕПЛИОЦЕН-ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

В Средней Азии существует несколько стратиграфических схем верхнеплиоцен-четвертичных отложений. Их детальность и степень обоснованности различны. Приходится констатировать, что на этой обширной и сложной в геологическом отношении территории до сих пор нет общего понимания стратиграфических объемов тех или иных возрастных подразделений четвертичной системы, а также отсутствует единое мнение о положении неоген-четвертичной границы. Геологические объекты Средней

Азии, на которых изучается позднеплиоцен-четвертичный этап геологической истории, очень разнородны, что вызывает дифференцированное применение комплекса биостратиграфических, климатостратиграфических, геохронологических, геолого-геоморфологических и археологических методов для расчленения верхнего плиоцена и антропогена.

Как уже отмечалось, в итогах работы Международного геологического симпозиума по проблеме «Граница неогена и четвертичной системы»<sup>1</sup>, проводившегося в Таджикистане в 1977 г., опорным регионом в стратиграфических исследованиях по антропогену Средней Азии можно принять территорию Таджикской депрессии. При составлении верхнеплиоцен-четвертичной шкалы Южного Таджикистана, где были сохранены местные стратиграфические подразделения в их уточненном виде, за основу была принята схема К. В. Никифоровой, И. И. Краснова и др. (1976), которая опирается на большой стратиграфический материал Европы.

Крупные этапы развития Таджикской депрессии, охватывающие соответственно верхний плиоцен, эоплейстоцен и плейстоцен, разделены четко выраженным геологическим рубежами, проявившимися в виде геологических границ, фаз перестройки палеорельефа, а также в изменении палеоклимата, палеоландшафта и палеофауны. Возникает вопрос, как прослеживаются эти рубежи и разделяемые ими геологические толщи в соседних регионах. Речь идет в первую очередь о рубежах на уровнях около 3, 5, 2 и 0,8 млн. лет тому назад и подразделениях, равных верхнему плиоцену, эоплейстоцену и плейстоцену. Ниже мы коснемся главным образом Таджикской депрессии, Ферганы и Приташкентского района.

Наиболее древний рубеж из рассматриваемых — около 3,5 млн. лет назад — в Южном Таджикистане соответствует нижней границе куруксайской свиты (верхний плиоцен). С этой границей в Средней Азии ассоциируется фаза активизации тектонических движений, заложение крупных речных артерий и формирование основных черт рельефа.

В Западной Фергане с куруксайской свитой по палеомагнитным данным (материалы А. Ф. Ерошкина) [Тетюхин, Ерошкин, Попов; 1977] корелируется свита C<sub>2</sub> Н. П. Васильковского [1951] и, возможно, верхи свиты C<sub>1</sub>. В свите C<sub>2</sub> в районе Кайраккумского водохранилища известны остатки фауны с *Archidiskodon meridionalis*. Эта форма архаичного слона, по заключению И. А. Дуброво, не моложе хапровского фаунистического комплекса. Свита C<sub>1</sub> представляет собой переходную толщу от буро-цветной молассовой формации (бурая + палевая свиты B<sub>1</sub> и B<sub>2</sub>) к серо-цветным и серовато-коричневым преимущественно грубообломочным толщам верхнего плиоцена и нижнего антропогена (свиты C<sub>2</sub>, и Д, по Н. П. Васильковскому). Поскольку этот переход в разрезах Западной Ферганы очень постепенен, то, вероятно, в свете имеющихся данных оправдано положение рассматриваемого геологического рубежа (3,5 млн. лет) условно внутри свиты C<sub>1</sub> (рисунок).

Среди покровных лессовых образований Таджикской депрессии позднеплиоценовому возрасту соответствуют красноцветные ископаемые

<sup>1</sup> Проблема № 41 Международной программы геологической корреляции (МПГК).

Неогеновая		Четвертичная (Антропогеновая)						Стратиграфическая шкала					
Плиоцен		Плейстоцен						Система					
Средний	Верхний	Эзоплейстоцен		Нижний	Средний	Верхний							
Гиппберг	Гаусс	Матуама		Брюненс									
Плиоцен		Южный Таджикистан ПК – педокомплекс Л – лесс						Фергана					
Средний		Палеомагнитная шкала млн. лет						Приташкентский район ПК – педокомплекс Л – лесс					
3,32		0,89 0,89 0,95 1,61 1,79 2,43 Оладуей Харрамильо						Отдел, ярус					
Полиэзак- ская свита		Курукской свиты Аллювий террас h ~ 600–700 м		Вахшский комплекс		Илякский комплекс		Раздел					
Свита В <sub>2</sub>		Аллювий террас h ~ 300–400 м		Аллювий террас h ~ 140–220 м		Аллювий террас h ~ 80–140 м		Подраздел					
Бактрийская свита		Красноцветные почвы и красно-бурые алевриты		Красно-бурые почвы и горизонты лессов		Аллювий террас h ~ 10–80 м							
Свита С <sub>1</sub>		Свита С <sub>2</sub> (Свита D)		Исписарская свита		Молодые ископаемые почвы и горизонты лессов							
Свита С <sub>3</sub>		Сокская свита		Аллювий террас h ~ 10–150–200 м									
Аллювий террас h ~ 700 м (Нанайский компл.)		Аллювий террас h ~ 300–400 м		Аллювий террас h ~ 10–200 м		Аллювий террас h ~ 10–200 м							
		Красно-бурые почвы и гори- зонты лессов											

Схема межрегиональной стратиграфической корреляции верхнеплиоцен-четвертичных отложений Средней Азии

почвы и переработанные почвенными процессами красно-бурые алевриты. Эта толща обычно небольшой мощности и имеет фрагментарную сохранность. В других регионах Средней Азии аналогичные субаэральные образования пока не изучены.

С курукской свитой в Таджикистане коррелируются высокие эрозионно-аккумулятивные террасы, регионально прослеживающиеся в предгорьях по долинам рек на уровне 600–700 м относительно русла. В Приташкентском районе аналогичное геоморфологическое положение

занимает нанайская терраса, сложенная аллювиально-пролювиальными грубообломочными образованиями (так называемый нанайский комплекс). В работе Н. П. Васильковского [1951] указывалось на то, что нанайский комплекс включает и аллювиально-пролювиальные толщи, развитые на 300-метровых террасах в верховьях долины р. Чирчик. Однако, по-видимому, это более низкий уровень аллювиальной аккумуляции, который надо рассматривать как самостоятельный послепозднеплиоценовый этап эрозионно-аккумулятивной деятельности рек.

Эоплейстоцену в Таджикской депрессии отвечает кайрубакская свита, отделяющаяся от нижележащей и вышележащей свит геологическими границами, проходящими согласно палеомагнитным данным на уровнях соответственно около 2 и 0,8 млн. лет. Кайрубакская свита венчает разрез плиоцен-эоплейстоценовой молассы, которая повсеместно дислоцирована. Такое же геологическое положение в молассовых разрезах Ферганы занимают исписарская свита (свита D, по Н. П. Васильковскому) и так называемый сохский комплекс. Эоплейстоценовые толщи, как правило, дислоцированы слабее, чем нижележащие верхнеплиоценовые слои, что нередко бывает подчеркнуто угловым несогласием. Эоплейстоценовый возраст исписарской свиты в коктюрюкском разрезе на западе Ферганы устанавливается по палеомагнитным данным (верхняя часть эпохи Матяума, материалы А. Ф. Ерошкина) и по залеганию ее стратиграфически выше свиты C<sub>2</sub>. О возрасте сохской преимущественно конгломератовой толщи говорить несравненно труднее и ее корреляция с эоплейстоценовыми образованиями имеет условный характер.

С эоплейстоценовыми отложениями на юге Таджикистана коррелируются эрозионно-аккумулятивные террасы высотой 300—400 м. Аналогичные террасы хорошо выражены в Приташкентском районе, например, в предгорьях по долине р. Чирчик — это 350-метровые уровни, сложенные слабосцементированными конгломератами.

В покровных субаэральных образованиях Южного Таджикистана эоплейстоценовым возрастом датирована мощная (до 90 м) генерация ископаемых почв и лёссов. Ископаемые почвы этой генерации краснобурье и бурье. Аналогичная толща древних ископаемых почв и лёссов вскрыта также в ряде разрезов Приташкентского района (бассейн р. Чирчик).

Плейстоцен наиболее полно представлен в лёсовых разрезах. На юге Таджикистана в объеме плейстоцена выделяется 10 ископаемых педокомплексов и 10 разделяющих их горизонтов лёссов. Почвы плейстоцена преимущественно буроцветные и светло-бурые. Выделение нижне-, средне- и верхнеплейстоценовых горизонтов в субаэральной толще основывается на данных детальной магнитостратиграфии, термолюминесцентных датировках, палеopedологическом анализе и археологических находках из погребенных почв [Додонов, Пеньков, 1977; Додонов и др., 1978]. В целом вся плейстоценовая субаэральная толща характеризуется прямой намагниченностью (эпоха Брюнес) за исключением самого нижнего, 10-го педокомплекса, находящегося в кровле обратном намагниченных пород эпохи Матяума. Нижняя граница плейстоцена (рубеж 0,8 млн. лет) в лёсовых разрезах проводится по угловому несогласию в основании

10-го педокомплекса. В Приташкентском районе плейстоценовая лёссово-почвенная генерация имеет такое же строение и может быть выделена в тех же стратиграфических объемах, как на юге Таджикистана. В Восточной Фергане, где широко распространены покровы лёссов, наилучшим образом представлены только молодые (верхнеплейстоценовые) горизонты ископаемых почв и лёссов.

С плейстоценовыми субаэральными образованиями коррелируются аллювиальные отложения, слагающие эрозионно-аккумулятивные террасы в интервале относительных высот до 200—220 м над руслом рек. При этом количество террас, так же как и плейстоценовых уровней почвообразования, достигает 10. Среди них выделяется три яруса (комплекса) террас: нижнеплейстоценовый в интервале превышений 140—220 м, среднеплейстоценовый — 80—140 м, и верхнеплейстоценовый — до 70—80 м. Указывая средние высоты разновозрастных ярусов террас, нельзя исключить роль тектонического фактора, который может изменять их средние превышения. При датировании низких террас (до 70—80 м) принимаются во внимание ассоциирующиеся с ними местонахождения палеолита. Это главным образом находки мустьевской и верхнепалеолитической культур. Лёссовые и пролювиальные покровы, широко развитые на средне-верхнеплейстоценовых террасах, моложе аллювиальных свит, слагающих террасы.

В этой связи во многих случаях необходим пересмотр возраста террас так называемых душанбинского-голодностепского и илянского-ташкентского комплексов, поскольку суждение об их возрасте часто было сделано по покровным образованиям.

Дальнейшие работы по широкой корреляции на основе уже проведенных в советской Средней Азии исследований могут облегчить решение задач по выявлению и периодизации главных геологических событий во всей этой горной области, а также и на сопредельных территориях Центральной Азии.

## ABSTRACT

Some problems of stratigraphy and interregional correlation of Upper Pliocene — Quaternary deposits of the Tadzhik depression, Ferghana and the vicinity of Tashkent are considered. The Tadzhik depression is adopted as the key stratigraphic region. Correlation of regional suites and lithostratigraphic complexes in the volume of the Upper Pliocene, the Eopleistocene and the Pleistocene has been rendered more precise and concrete according to the stratigraphic scale compiled by K. V. Nikiforova, I. I. Krasnov and others, (1976).

The age of high alluvial terraces with relative heights about 300—400 and 600—700 m is older than it was adopted earlier (the Eopleistocene and the Upper Pliocene accordingly). Stratigraphic data on loess-soil cover deposits and their age relation of alluvial deposits of the terraces are also presented.

## ЛИТЕРАТУРА

- Васильковский Н. П. К возрастному расчленению отложений северо-восточного Узбекистана. — Тр. Ин-та геологии АН Узб. ССР, Ташкент, 1951, вып. 6.
- Додонов А. Е., Пеньков А. В. Некоторые данные по стратиграфии водораздельных лессов Таджикской депрессии (Южный Таджикистан). — Бюл. Ком. по изуч. четверт. периода, 1977, № 47.
- Додонов А. Е., Ранов В. А., Пеньков А. В. Находки палеолита в древних погребенных почвах Южного Таджикистана и их геологическая позиция. — Бюл. Ком. по изуч. четверт. периода, 1978, № 48.
- Никифорова К. В., Краснов И. И., Александрова Л. П., Васильев Ю. М., и др. Климатические колебания и детальная стратиграфия верхнеплиоценовых-нижнеплейстоценовых отложений юга СССР. — В кн.: Геология четвертичного периода. Инженерная геология. Гидрогеология аридной зоны: Докл. сов. геологов к XXV сессии МГК. М.: Наука, 1976.
- Тетюхин Г. Ф., Ерошкин А. Ф., Попов В. И. О границе неогеновых и четвертичных отложений в Узбекистане. — Тез. докл. Междунар. симпоз. по проблеме «Граница неогена и четвертичной системы». М.: Наука, 1977.

УДК 551.89

*В. Я. Евзеров*

### МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ГЛЯЦИОЭВСТАТИЧЕСКИХ ТРАНСГРЕССИЙ НА СЕВЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОГО КОНТИНЕНТА

На протяжении четвертичного периода в северных областях Европейского континента вслед за оледенениями развивались морские трансгресии. По мнению многих исследователей, они происходили вследствие того, что в определенные моменты геологической истории повышение уровня океана, обусловленное деградацией ледниковых покровов и щитов, несколько опережало поднятие территорий, освобождавшихся от ледниковой нагрузки. В данной работе предпринята попытка разработать модель развития этих трансгрессий.

Прежде всего рассмотрим вопрос о том, в каких условиях гляциоэвстатические трансгресии начинались и достигали максимального распространения. Результаты изучения разрезов отложений миндели-рицкой (северной), рисс-вюрмской (эмской, boreальной) и голоценовой трансгрессий [Девятова, 1961; Легкова, 1965; Никонов, 1964; Lafrenz, 1963 и др.] показывают, что в их основании залегает толща глинистых осадков, сформировавшаяся в суровых климатических и гидробиологических условиях. Отложения северной трансгрессии в основном уничтожены эрозией и экзарацией. Значительно полнее сохранились осадки более молодых трансгрессий, и в детально изученных районах их распространения упоминавшаяся толща глинистых отложений прослежена в глубь суши на большее расстояние, чем накопившиеся позднее морские осадки. Таким образом, есть основание заключить, что все без исключения гляцио-

эвстатические трансгрессии, а не почти все, как полагает В. И. Гудина [1976], начинались в суровых условиях и в суровых же условиях, а не во время оптимума межледниковых [Гудина, 1976], достигали максимума. Очевидно, после завершения дегляциации конкретных территорий (в том числе прибрежных районов) они начинали интенсивно подниматься, но не сразу, а через некоторый промежуток времени [Грачев, Долуханов, 1970]. Если к тому же учесть, что скорость поднятия уровня океана убывала во времени, то станет понятным, что благоприятные условия для наиболее глубокого проникновения морских вод в пределы суши создавались именно в ходе дегляциации прибрежных районов и сразу после ее завершения. Накопление глинистых осадков на протяжении всего рассматриваемого этапа эволюции морских бассейнов было обусловлено главным образом тем, что талые ледниковые воды и реки, только начавшие разрабатывать свои русла в области распространения ледниковых отложений, выносили в море преимущественно тонкий обломочный материал, подобный отлагавшемуся в приледниковых озерах.

В регressiveную fazu развития миндель-рискского, рисс-вюрмского и голоценового морских бассейнов формировалась толща песчано-глинистых и песчаных осадков сравнительно сложного строения [Девятова, 1961; Легкова, 1965; Никонов, 1964 и др.]. Она распространена на меньшей площади, чем подстилающие глинистые отложения, и залегает на них с размывом или без такового. Накопление этой толщи начиналось в завершающий этап таяния ледниковых покровов и затем продолжалось в климатических и гидробиологических условиях, существенно более благоприятных, чем позднеледниковые. Сложное строение толщи обусловлено тем, что на фоне общей регрессии происходили перемещения береговой линии. Они имели место, очевидно, после того, как интенсивное поднятие территории, начавшееся с некоторым запаздыванием по отношению ко времени окончания ее дегляциации, резко замедлялось [Грачев, Долуханов, 1970]. Следует отметить, что в поздние фазы регрессии в случае зарождения и развития нового ледникового покрова климат ухудшался, и в морских бассейнах вновь стали отлагаться холодноводные осадки. Преимущественное накопление песчаных осадков в fazu регрессии было связано прежде всего с обмелением морских водоемов и лишь отчасти объясняется оживлением деятельности рек вследствие снижения базиса эрозии.

Приведенная схема смены фаций в ходе эволюции гляциоэвстатических трансгрессий достаточно универсальна и поэтому может быть использована при дальнейших палеогеографических и стратиграфических исследованиях.

## ABSTRACT

The transgressions, repeatedly developed in the northern regions of the European continent during and after its deglaciation, were glacioeustatic. All of them began and achieved maximum expansion in the period of ice sheets and shields degradation, i. e. under rather severe climatic conditions.

Accordingly, during that stage of marine basins development cold-water deposits, mainly clayey ones, accumulated in them. Later on the climatic and hydrobiological conditions considerably improved and in the course of the shore line retreat, with possible returning migrations of a small amplitude, warm-water deposits, mainly sandy ones, deposited in the shallowing marine basins. Only in the later regression phases as a result of the formation and development of a new ice sheet the climate worsened and cold-water deposits began to accumulate again. The suggested scheme of facies change is confirmed by the data on Mindel-Riss, Riss-Würm and Post-Würm marine deposits. Therefore it can be used as the basis for further paleogeographic and stratigraphic investigations.

## ЛИТЕРАТУРА

- Девятова Э. И. Стратиграфия четвертичных отложений и палеогеография четвертичного периода в бассейне р. Онеги. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. 90 с.
- Гречев А. Ф., Долуханов П. М. Последниковое поднятие земной коры в Канаде и в Фенноскандии по данным радиоуглеродных датировок. — Baltica. Вильнюс, 1970, № 4, с. 297—312.
- Гудина В. И. Фораминиферы, стратиграфия и палеозоогеография морского плейстоцена Севера СССР. Новосибирск: Наука, 1976. 126 с.
- Легкова В. Г. Разрез четвертичных отложений на реке Пёзе у поселка Сафоново. — В кн.: Докл. по геоморфологии и палеогеографии. Л., 1965, с. 53—64 (ВГО СССР, вып. 2, ч. 1).
- Никонов А. А. Развитие рельефа и палеогеография антропогена на западе Кольского полуострова. М.; Л.: Наука, 1964. 183 с.
- Lafgenz H. K. Foraminiferen aus dem marinen Riss-Würm-Interglacial (Eem) in Schleswig-Holstein.—Meyniana, Univ. Kiel. Geol. Inst., 1963, Bd. 13, p. 10—46.

УДК 551.793

Е. П. Заррина, И. И. Краснов, Е. А. Спиридонова

## КЛИМАТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ И ХРОНОЛОГИЯ ПОЗДНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА СЕВЕРО-ЗАПАДА И ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ

Проблема стратиграфического расчленения отложений верхнего плейстоцена и реконструкция палеогеографических условий этого времени, как известно, давно привлекают внимание исследователей. В настоящее время наиболее дискуссионным является вопрос о подразделении осадков, залегающих между микулинскими и поздневалдайскими (осташковскими) отложениями. Авторы занимаются изучением этой проблемы в течение ряда лет [Арсланов и др.; Бреслав, Заррина, Краснов, 1971; Геохронология СССР, 1974]. За последние годы получены новые данные, существенно уточняющие динамику климатических колебаний на протяжении от 70 до 23 тыс. лет, что позволяет более полно воссоздать картину развития

климата, в частности сложную ритмику похолоданий и потеплений, в позднем плейстоцене.

На схеме колебаний климата и края ледника в позднем плейстоцене, в пределах северо-запада и центра европейской части СССР (рис. 1, см. вкл.) отчетливо выделяются четыре мегаритма — микулинский, ранне-, средне- и поздневалдайские. На схеме показаны различные ландшафтно-климатические условия — от умеренно-неморальных до арктической пустыни, существовавшие на данной территории в разные этапы каждого мегаритма, а также распространение ранне- и поздневалдайских стадий и фаз оледенений. Отчетливо различаются три типа мегаритмов длительностью от 15 до 25 тыс. лет: 1) межледниковый — тип микулинского, 2) более прохладный мегаритм — тип средневалдайского мегаинтерстадиала и 3) ледниковый — тип ранневалдайского и поздневалдайского оледенений.

**Микулинский мегаритм.** Отложения этого межледникового широкораспространены и детально изучены по многочисленным разрезам. Палеоботаническая характеристика микулинских отложений отличается однотипностью для большей части территории европейской части СССР и позволяет четко наметить одиннадцать фаз развития растительности и соответственно смен климатических условий в течение межледникового. Согласно данным палинологических и других флористических исследований в начальных и конечных фазах межледникового на северо-западе и в центре Русской равнины существовали бореальные климатические условия, когда преобладала таежная растительность. В период климатического оптимума широкое развитие получили хвойно-широколиственные леса.

Хронологические границы микулинского межледникового установлены еще не вполне определенно. Их нижний возрастной предел определяется по датировкам отложений московского горизонта — не моложе 100—110 тыс. лет, а верхний — порядка 70—75 тыс. лет.

**Ранневалдайский мегаритм.** Выше отложений микулинского межледникового залегают осадки, относящиеся к хронологическому интервалу от 50 до 70 тыс. лет. Климатические колебания этого периода наиболее ярко отражаются в отложениях перигляциальной и внеледниковой зон ранневалдайского оледенения. Для первой половины этого мегаритма (70—57 тыс. лет) теперь получена достаточно подробная характеристика осадков двух стадий похолоданий (курголовской — V<sub>1</sub>, и стадии — V<sub>3</sub>) и двух межстадиалов (1-го черменинского, верхневолжского — V<sub>2</sub> и 2-го черменинского, тосненского — V<sub>4</sub>). Наиболее полно они изучены авторами в разрезах у д. Черменино в Ярославской обл. [Спиридонова, Заррина, Краснов, 1976] и у д. Килешино в Калининской обл., а также в разрезах Центрального лесного заповедника, у Ивановских порогов в устье р. Тосно, у пос. Синявино под Ленинградом, на Карельском перешейке и в ряде других пунктов.

Стадии похолоданий характеризуются суровыми климатическими условиями типа перигляциальной тундры. В палинологических спектрах преобладают недревесные компоненты с господством *Betula papa* L. и трав, где постоянно присутствуют представители ксерофитной перигля-

циальной флоры наряду с *Selaginella selaginoides* L. Второе похолодание, судя по почти полному отсутствию в палинологических спектрах пыльцы древесных пород, а также их недоразвитости, свидетельствует о еще более суровых климатических условиях, что было связано с разрастанием ледникового покрова. Это способствовало более быстрому расселению на северо-запад арктических и гипоарктических элементов флоры. Спорово-пыльцевая характеристика первого и второго ранневалдайских межстадиалов свидетельствует о законченных и различных циклах развития растительности. Для первого черменинского (верхневолжского) межстадиала основными лесообразующими породами были ель и сосна. С оптимумом этого межстадиала связана одна из миграций сибирского таежного комплекса на территорию Русской равнины. Климатические условия второго черменинского (тосненского) межстадиала были более благоприятны, что способствовало произрастанию на обширной территории северо-запада и центра европейской части СССР не только бареальных видов, но и некоторых элементов неморальной флоры.

Во время второй половины ранневалдайского мегаритма (50—57 тыс. лет) значительная часть территории была покрыта ледником. Ледниковые осадки этого возраста слагают пояса краевых образований: бологовско-едровский, вышневолоцко-торжковский, лихославльский, бежецкий, тверецко-краснохолмский и ростовско-даниловский. Ранневалдайский возраст морены доказывается, по нашему мнению, тем, что морена в разрезах «Гражданский проспект», «Кашин», «Мончалово» и др. генетически тесно связана с залегающими выше ленточными глинами и датированными средневалдайскими озерными осадками, которые в целом относятся к единому циклу осадкообразования. Кроме того, если считать эту морену московской, как полагают некоторые исследователи, то необходимо признать наличие большого стратиграфического перерыва, охватывающего всю нижнюю половину позднего плейстоцена. Однако следов такого перерыва в изученных разрезах не наблюдалось. Наличие оледенения в это время подтверждается и палинологическими данными, ибо в осадках близ края ледника, также как и в период максимума поздневалдайского оледенения (Пучка, Дунаево), в «недревесных» спектрах отсутствуют представители ксерофитно-перигляциальной флоры. Это характеризует условия настоящей тундры и арктической пустыни.

**Средневалдайский мегаритм** (от 50 до 23 тыс. лет). Отложения этого возраста представлены преимущественно речными, озерными, торфяно-болотными осадками и погребенными почвами, содержащими много органических остатков, что позволило с достаточной детальностью установить геохронологические и климатические условия времени их образования. Авторами изучены разрезы средневалдайских отложений: Гражданский проспект, Черная речка, Васкелово, Дунаево, Тукша, Подпорожье, Кашин, Шенское, Шестихино, Которосль, Мончалово и др. [Арсланов и др., 1970; Бреслав и др., 1971; Геохронология СССР, 1974; Латышева и др., 1975], что позволило установить особенности палеогеографических условий этого мегаритма. Доказано, что на протяжении среднего валдая климат был неоднородным и ритмично изменялся. В составе мегаритма выделяется семь фаз: 1) начальная холодная фаза,

2) раннее (гражданское) потепление, 3) раннее (бугровское) похолодание, 4) среднее (кашинское) потепление, 5) позднее (шенское) похолодание, 6) позднее (дунайское) потепление, 7) конечная холодная фаза. Индивидуальные отличия каждой из климатических фаз определены по различиям спорово-пыльцевых комплексов, ботанического состава торфа и карнологическим данным, а возраст установлен по многочисленным радиоуглеродным датировкам. Наиболее оптимальные климатические условия, соответствующие таежному boreальному климату, были во время среднего (кашинского) потепления. Таким образом, несмотря на сложный характер ритмичных колебаний климата в течение этого этапа, в целом более теплого по сравнению с эпохами оледенений, он рассматривается нами как единый мегаритм.

Некоторые исследователи объединяют ранне- и средневалдайские осадки, относя их целиком к единому «безледному периоду», во время которого, по их мнению, происходили лишь слабые ритмические колебания климата на фоне постепенного нарастающего похолодания [Чеботарева и др., 1978]. При таком толковании теряется значение средневалдайского мегантерстадиала как самостоятельного мегаритма продолжительностью 25 тыс. лет и отличающегося в целом от предшествующей (ранневалдайской) и последующей (поздневалдайской) ледниковых эпох спецификой климатических колебаний. Особенность средневалдайского мегаритма заключается в том, что его оптимальные фазы были холоднее оптимальных условий микулинского межледникового и голоценов, а холодные фазы были теплее, чем похолодания в перигляциальной зоне в периоды ледниковых.

**Поздневалдайский мегаритм** (от 23 до 10 тыс. лет) соответствует эпохе последнего (осташковского) оледенения. Отложения этого возраста представлены ледниковыми осадками и слагают краевые образования вепсовской, крестецкой, лужской, невской и финской стадий, а во внеледниковой зоне — речными, озерными осадками и лёссовидными покровными суглинками со следами мощных мерзлотных нарушений [Геохронология СССР, 1974]. К югу от границы осташковского оледенения — в бассейнах рек Мсты, Цны, Тверцы, Мологи, Волги от Ржева до Ярославля, Вологды суглинки залегают поверх осадков средневалдайского мегантерстадиала и представляют стратиграфический аналог осташковской морены. Среди ледниковых осадков данного мегаритма часто встречаются отложения двух кратковременных фаз потеплений — аллера (от 11,2 до 11,8 тыс. лет) и беллинг (от 12,2 до 12,7 тыс. лет), в которые широкое развитие получили перигляциальные лесотундровые ландшафты с господством елового и соснового редколесья. Более ранние интерстадиалы — плюсский и мстинский — датированы менее точно. Они характеризуются лесотундровыми ландшафтами. В целом стратиграфия и хронология поздневалдайских отложений изучены довольно подробно, и их выделение в единый ледниковый мегаритм общепризнано.

Таким образом, подразделение послемикулинского этапа на два мегаритма — безледный валдай (70—24 тыс. лет) и ледниковый валдай

(24—9 тыс. лет) [Чеботарева и др., 1978] не согласуется со многими новыми данными по ритмике климатических колебаний, полученными не только по Русской равнине, но и по Западной Сибири, а также зарубежным странам.

Предложенная нами схема четырех мегаритмов позднего плейстоцена подтверждается ритмикой солнечной радиации, данными по палеотемпературам вод океанов, а также ритмами глобальных гляциоэвстатических трансгрессий и регрессий, ритмами образования лёссов и погребенных почв и многочисленным данным по изучению оледенений в других регионах.

## ABSTRACT

A complicated picture of numerous climatic oscillations was established by the authors while studying more than 20 sections of the Upper Pleistocene in the north-western and central part of the Russian plain. Lithology, pollen, radiocarbon dates, paleocryologic and other data were taken into account.

Four megarhythms were established in the Late Pleistocene: two glacial, one interglacial and one megainterstadial. Landscape, climate and chronology of these big rhythms and of some smaller ones are shown in the figure, where the limits of distribution of ice sheets are also given.

## ЛИТЕРАТУРА

- Арсланов Х. А., Бреслав С. Л., Громова Л. И. и др. Новые данные о возрасте верхнеплейстоценовых отложений в Калининско-Ярославском Поволжье. — Докл. АН СССР, 1970, т. 195, № 5, с. 1159—1162.
- Арсланов Х. А., Бреслав С. Л., Заррина Е. П. и др. Климатостратиграфия и хронология среднего валдая северо-запада и центра европейской части СССР. — В кн.: Плейстоценовые оледенения Восточно-Европейской равнины (стратиграфическая и палеогеографическая корреляция). М. 1972.
- Бреслав С. Л., Заррина Е. П., Краснов И. И. Периодизация и геохронология позднего плейстоцена северо-запада Европейской части СССР. В кн.: Проблемы периодизации и геохронологии плейстоцена. М.: ВГО, 1971, с. 124—138.
- Геохронология СССР. Т. III. Новейший этап / Ред. В. А. Зубаков (Северо-запад и центр Европейской части СССР). М.: Недра, 1974, т. 3, с. 55—75.
- Латышева Н. М., Малаховский Д. Б., Спиридонова Е. А. Новые данные о верхнеплейстоценовых озерных отложениях и почвах Центрального лесного заповедника (Калининская обл.). — В кн.: История озер в плейстоцене: Тез. докл. Л., 1975, т. 2, с. 48—57.
- Спиридонова Е. А., Заррина Е. П., Краснов И. И. Межстадиальные и стадиальные осадки ранневалдайского возраста в разрезе у д. Черменино Ярославской области. — В кн.: Северо-запад Европейской части СССР, Л.: Изд-во ЛГУ, 1976, вып. 10, с. 29—40.
- Чеботарев Н. С., Макарычева И. А., Фаустова М. А. Ритмичность изменений природных условий на Русской равнине в валдайскую эпоху. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1978, № 3, с. 15—28.

И. К. Иванова

**О ТЕРРАСАХ СРЕДНЕГО ПРИДНЕСТРОВЬЯ**

Днестр — наиболее крупная из рек юго-западной части территории СССР. Он начинается в Восточных Карпатах и на небольшом отрезке сохраняет все особенности горной реки — имеет узкую долину с большими перепадами и хорошо выраженным террасами.

Затем река вступает в область Предкарпатского краевого прогиба, где в третичном периоде в связи с опусканиями произошло накопление мощной толщи отложений. В четвертичном периоде эта область была тектонически стабильна. Долина Днестра здесь довольно широкая, плоская. Высокие террасы сохранились лишь в предгорьях Карпат, на значительном удалении от реки. В области развития низких террас местами наблюдаются небольшие переуглубления.

Среднее Приднестровье, начинающееся примерно у г. Галича и протягивающееся на 600 км ниже г. Рыбницы, относится к южному склону Подольской плиты — южной окраине Русской платформы. Эта область испытывала почти непрерывные поднятия в четвертичном периоде.

Нижнее течение Днестра связано уже с Причерноморской впадиной областью опускания в четвертичное время. Высоты террас здесь постепенно снижаются, и некоторые из них уходят под уровень моря.

Долина среднего течения Днестра резко разделяется на две разнохарактерные зоны.

В верхнем плиоцене и начале четвертичного периода поднятие южной окраины Русской платформы проявлялось еще очень слабо. Пра-Днестр, берущий начало в Карпатах, разливался широкими потоками, отлагавшими толщу пестроцветных галечников, известных под названием карпатских (характерны гальки черного кремня, молочно-белого кварца, разноцветных яшм). Сформировалась плоская неглубокая долина, в которой выделяются три широких террасы с небольшим превышением одна над другой. Автором предложено для этой части долины название «надканьонной». На следующем этапе резко возросшие поднятия Подольской плиты привели к формированию узкой, каньонообразной части долины, глубоко врезающейся в коренные породы и образующей многочисленные крутые меандры.

Относительное превышение надканьонной поверхности над современным уровнем реки достигает 180—200 м.

Внутри каньонообразной части долины сохранились отдельными небольшими обрывками остатки 5-ти надпойменных террас, аллювий которых располагается на последовательно снижающихся цоколях коренных пород разного возраста. Мощность аллювия на этих террасах невелика, причем пойменная фация сохраняется редко. Состав галечников претерпевает определенные изменения. Последовательно убывает количество карпатского материала. Увеличивается примесь галек местных пород, причем прослеживается ряд закономерностей, позволяющих

фиксировать глубину вреза реки на разных этапах. Так, например, на одном из этапов в составе галечников появляются гальки вишнево-красных девонских песчаников, свидетельствующие о том, что русло реки достигло мест наиболее высокого их залегания (галочки этих пород отсутствуют в составе аллювия самых высоких террас). Последовательно увеличивается количество серых плохо окатанных кремней из меловых отложений и т. д.

Геологический возраст днестровских террас обосновывается находками фауны моллюсков и млекопитающих в аллювии и корректируется геоморфологическими данными.

Аллювий наиболее древней, VIII террасы Среднего Приднестровья (относительной высоты 220—230 м) содержит лишь неопределенные сильно окатанные остатки крупных млекопитающих. Эта терраса условно отнесена к верхнему плиоцену.

Аллювий следующей, VII террасы (170—180 м) также содержит окатанные обломки костей млекопитающих, однако уже иной сохранности. Среди них — часть конечности лошади Стенона (определение Л. И. Алексеевой). Палеомагнитное изучение образцов, отобранных в пойменной фации аллювия, показало обратную намагниченность. По этим данным, а также по положению террасы в общем ряду и сопоставлению с фаунистически охарактеризованным аллювием террас нижнего течения реки мы относим эту террасу к нижнему эоплейстоцену.

Аллювий VI террасы (145—160 м), являющейся основной «надканьонной», не содержит палеонтологических остатков. Возраст этой террасы (верхний эоплейстоцен?) также устанавливается косвенно, по геоморфологическому расположению и характеру фауны, встреченной в аллювии более низкой террасы.

V терраса развита в виде отдельных небольших участков внутри глубокой долины на высоте 105—120 м над урезом реки. На одном отрезке, а именно в месте пересечения рекой так называемой толтровой гряды, она имеет несколько иной характер. Толтры представляют собой небольшие возвышенности рифового происхождения, сложенные органогенными известняками миоцена. Они протягиваются цепочкой с правого берега Прута вдоль левобережных ее притоков Чугур и Раковец, проходят через долину Днестра и затем по его левому берегу вглубь. Воды древних потоков, образовавших высокие террасы, спокойно переливались через толтровую гряду, часто препарируя отдельные вершины. При более глубоком врезе толтры стали существенным механическим препятствием для реки, и она широко разливалась у их северного подножья, прежде чем найти себе узкий и извилистый путь к востоку. В связи с этим V терраса приобрела широкое развитие у толтровой зоны на левом берегу Днестра и по его притоку р. Смотрич, к югу от г. Каменец-Подольского. В карьерах по добыче галечников этой террасы обнаружены остатки слона Юста, этрусского носорога и обильная фауна пресноводных моллюсков. Характер этих остатков позволяет уверенно сопоставлять эту террасу с V террасой у г. Тирасполя, где богатые костные остатки животных позволили выделить тираспольский фаунистический комплекс, указывающий (вместе

с фауной моллюсков) на раннеплейстоценовый возраст вмещающих отложений.

IV терраса имеет высоту 70—85 м над урезом Днестра. В том же Каменец-Подольском районе в ее аллювии собрана фауна моллюсков, позволяющая (по данным Г. И. Попова) сопоставлять эту террасу с древнеэвксинской террасой Причерноморья, имеющей миндель-рисккий возраст.

III терраса высотой 45—60 м (цоколь 35—50 м) относится, по малакологическим данным, к среднему плейстоцену в широком объеме.

Особый интерес представляет II терраса Днестра. В тех случаях, когда на ее аллювии залегает мощный покров, она бывает близка по высоте к III террасе (если покров на последней отсутствует или маломощен). Однако положение цоколя (не менее 35 м для III террасы и не более 15 м для II), обнажающегося в многочисленных оврагах, прорезающих склоны долины, позволяет их хорошо различать. Отложению II террасы предшествовал значительный врез. Затем последовало интенсивное накопление рыхлого материала. Строение долины этого времени отличается наибольшей сложностью. Местами наблюдается ее четкообразный характер, пропили коренных пород и связанные с этим брошенные меандры. Цоколь II террасы имеет три уровня. Поскольку основная масса ее аллювия связывается с карангатской террасой Причерноморья и имеет рисс-вюрмский возраст, предполагается, что последующие врезы обусловлены климатическими колебаниями в раннем вюрме.

I терраса Днестра, имеющая высоту 10—15 м, лучше выражена в рельфе, чем другие террасы этой области. Ее цоколь находится ниже меженного уровня и редко выступает на 1—1,5 м над водой. Аллювий этой террасы относится ко второй половине вюрма, включая позднеледниковые.

Пойма имеет два уровня высотой, соответственно до 5—7 м и около 1,5 м над урезом реки, с единым ложем, выработанным в коренных породах. Голоценовый возраст этих уровней не вызывает сомнений.

Покровные отложения двух выделяемых частей долины также имеют разный характер.

Аллювий высоких террас обычно прикрывается маломощной толщей суглинков или залегает прямо под почвой. Здесь отсутствуют сложные лессовые покровы, наблюдающиеся в зоне опускания на нижнем Днестре.

Аллювиальные отложения низких террас долины часто покрыты толщей делювиальных образований, мощность которых в зависимости от конфигурации склонов очень различна. Наиболее сложный покров мощностью до 25 м (лессовидные суглинки и ископаемые почвы) наблюдается на II террасе. С ним связаны уникальные многослойные палеолитические стоянки, комплексное изучение которых позволило детально расчленить вмещающую толщу. Покров наиболее высокого уровня II террасы во многих местах характеризуется хорошим и полным разрезом всего вюрма с его интерстадиалами. На более низких уровнях покров несколько редуцирован и начинается с так называемого «среднего» вюрма.

Покровные образования I террасы (делювий) имеют небольшую мощность и несложное строение.

## ABSTRACT

The Middle Dniester region (Srednee Prednestrovie) associating with the southern margin of the Podolian plate and occupying not less than a half of the entire course of the river is extremely peculiar.

The history of this region of the Dniester valley is divided into two large stages. In the Pliocene the river running from the Carpathians spread at the foot of the latter as flat streams forming 2—3 broad terraces somewhat elevating one above another. In the Quaternary the intensified general uplift of the Podolian plate caused a deep fluvial downcutting into bedrocks and formation of a narrow canyon-like part of the valley with steep entrenched meanders. Separate scraps of 5 terraces with a successively descending socle of bedrocks of different age are preserved within this valley.

The thickness of subaerial deposits on high terraces was insignificant. That of cover sediments of the intracanyon part represented mostly by loess-like loams is different, depending on configuration of the slopes.

The geomorphological position of the terraces and paleontological remains found both in the fluvial and the cover deposits provide grounds for reestablishing stratigraphy and paleogeographical conditions of the Dniester valley formation. Worth interest are intracanyon terraces of the river frequently having a rather complicated structure and loess-like covers containing thoroughly studied multilayered sites of the Middle and Late Paleolithic.

УДК 551.79

*A. B. Кожевников*

**АНТРОПОГЕН КАРПАТ**

(стратиграфические и неотектонические аспекты)

Древнейшие горизонты антропогена Карпат, если иметь в виду нижнюю его границу, отвечающую появлению первых представителей молдавского фаунистического комплекса, выявлены в разрезах моласс Предкарпатского краевого прогиба. У подножья Южных Карпат можно видеть, как глины пояса постепенно переходят в глинистые пески нижнего дакия с понт-дакийской фауной, близкой к таковой из нижнего киммерия черноморских районов. Выше с размывом (или постепенным переходом) залегают переслаивающиеся между собой пески и глины верхнего дакия также с солоноватоводной фауной. Далее наблюдается постепенный переход их в осадки с аналогичным переслаиванием, но с пресноводными унионидами. Это румыний, объединяющий пресноводный дакий и визы левантина [Andreescu, Papaianopol, 1975; Andreescu, 1975]. Румыний сопоставляется с акчагылом Прикаспия и поквешским куяльником Грузии [Невесская, и др., 1975]. Выше по разрезу прослеживаются мощные пески верхнего левантина. В песках выделяются три уровня с мелкими *Euxinicardium limanicum*, сближающие эти пески с одесским куяльником,

а также слои Плещкой с адахнами, сопоставляемые с чаудой восточного Причерноморья и, следовательно, с апшероном Прикаспия.

Палеомагнитные данные показали [Зубаков, Кочегура, 1974], что акчагыл отвечает не только поквешскому куяльнику, но и верхнему киммерию. Отсюда напрашивается вывод о возможности соответствия низам акчагыла какой-то части верхнего дакия. Именно к этому стратиграфическому интервалу антропогена относится молдавский фаунистический комплекс [Алексеева, 1977]. В разрезе дакийско-левантинских моласс выделяются фазы, свидетельствующие об активизации речного стока со стороны Карпат. Прослеживаются комплексы унионид—реофилов и стагнофилов, соответствующие фазам теплого и холодного климата; чередование листопадных, хвойных, травянистых растительных ассоциаций; выделяются фазы похолодания и ксерофитизации в верхнем ярусе рельефа Карпат. Применительно к Большой Венгерской впадине, вопреки представлениям о постепенном переходе от паннона к левантину и далее к плейстоцену, в настоящее время возобладало мнение о прерывистости седimentации [Kretzoi, Krolopp, 1972; Mike, 1974].

В предгорьях Карпат пестрые глины, относимые ранее к верхнему плиоцену, по остракодам и данным палинологии датируются понтом [Planderowa, 1972]. Пра-Тисса, протекавшая восточнее Дебрецена (по ложбине Ермеллик), а также ее притоки были врезаны в паннонские отложения. В районе г. Солнок слои, лежащие на панноне с размывом, содержат остатки микромаммалий, относящихся к чартонию, виллану и бихарию [Kretzoi, Krolopp, 1972], что сопоставимо с молдавским, хапровским и таманским фаунистическими комплексами. В разрезе отложений, заполняющих впадину, выделяются дунайские и гюнцкие циклы [Mike, 1974.] В предгорьях Карпат этому временному интервалу соответствуют галечники — Кындеши, Фретешти, г. Скридей, уровней рек Красной, Стрымбы, Лоевой.

Обращает внимание ограниченное распространение предгорных террас, относящихся к нижнему плейстоцену. Главная причина плохой их сохранности — резкое усиление эрозионных и аккумулятивных процессов в среднем плейстоцене, что следует связывать с возникновением в это время оледенения полупокровного типа. Соответствующие морены в Карпатах почти не сохранились, но валунный аллювий террас средних высот, перекрытый в предгорьях мощными суглинками, свидетельствовал, по-видимому, о близости ледников. Характерна примесь в аллювии мелкоземистых фракций.

По данным скважины Ясладань [Ronai, 1968] средний плейстоцен отличается от нижнего и верхнего преобладанием материала супесчано-суглинистой размерности.

В верхнем плейстоцене эрозионная и аккумулятивная деятельность карпатских рек была существенно сокращена, что объяснялось относительной сухостью климата в перигляциальных условиях, вызванных главным образом равнинными оледенениями. Широкое распространение многолетней мерзлоты (по крайней мере, дважды) приводило к повсеместному формированию солифлюкционно-делювиальных склонов и шлейфов [Кожевников, 1972]

Особенности строения аллювия, соотношение террас со шлейфами склонов, с моренами краковского оледенения (долихвинский возраст которого доказан залеганием на краковской морене лихвинских торфяников у с. Крукеничи) вместе с палеонтологическими, палеопедологическими и археологическими данными позволили автору [Кожевников, 1966] составить стратиграфические схемы для ряда речных долин Восточных Карпат.

Выделяются 3—4 террасы в эоплейстоцене, 2 — в нижнем, 3 — в среднем и 5 — в верхнем плейстоцене. Особенno сложno построen спектр террас, относящихся к верхнему плейстоцену. В горах террасы этой группы расчленяются на локальные и региональные (до 10—15 в эрозионных котловинах).

Региональные уровни отвечают различным стадиям верхнеплейстоценовых оледенений [Кожевников, 1970]. Полученные схемы, по сравнению с созданными схемами для речных долин Южных и Западных Карпат, как правило, более полны. Близкие к ним схемы по числу выделенных террас появились сравнительно недавно [Váskovský, 1977]. Не всегда совпадают и датировки террас. В бассейнах Стравяжа, Сана террасы средних высот датируются миндelem на том основании, что экзотический материал, принесенный краковским оледенением, их будто бы перекрывает. Между тем обломки гранитов включены в аллювий террас средних высот.

Весьма интересны проблемы, возникающие в связи с определением возраста террас и морен, развитых у подножья Высоких Татр. Выделяются гюнцкие, миндельские, рисские и вюрмские уровни [Luknīš, 1973]. Их датировки основываются главным образом на степени выветрелости галечного материала, состоящего из гранитов, что приводит к существенному удревнению террас. При сравнении со схемами флишевых районов, где галька состоит из песчаников, устойчивых к выветриванию, возникает уверенность в том, что рисские террасы и морены подножья Высоких Татр ранневюрмские, а миндельские относятся к среднему плейстоцену.

В заключение следует отметить, что погружение моласс в южном сегменте Предкарпатского краевого прогиба соответствует началу новейшей тектонической активизации Карпат. Рельеф Карпат был создан послепаннонскими движениями. Большая Венгерская впадина для послепаннонского этапа имеет эрозионно-тектоническое происхождение. Изменение возраста террас, развитых у подножья Высоких Татр, в сторону омоложения приводит к мысли об интенсивном поднятии этого высокогорного массива в среднем и верхнем плейстоцене. Энергичное воздымание в это время испытали и Трансильванские Альпы. Неотектонические движения Карпат, не ослабевающие доныне, не исключают, однако, сохранности реликтов древних поверхностей выравнивания, формировавшихся в паннонское время.

## ABSTRACT

The beginning of the Anthropogen corresponds with the appearance of Moldavian fauna complex. On this boundary fine molasses are replaced by coarse molasses in the southern segment of the fore deep. This time is characterized by general uplift of the Carpathian, the incise of rivers in the basin of the Dnieper, the Vistula and the Danube. In the Eopleistocene several cold phases took place, in the lower and the middle Pleistocene — the spread of the mountainous glaciations, in the upper Pleistocene — the permafrost and solifluction-deluvial trains. It assumed the intensive uplift of the High Tatras area and Transylvania Alps in the near geological past.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексеева Л. И. Териофауна раннего антропогена Восточной Европы. М.: Наука, 1977.
- Зубаков В. А., Кочегура В. В. Средний—поздний плиоцен Восточного Причерноморья. — В кн.: Геохронология СССР. М.: Недра, 1974, т. 3. Л.
- Кожевников А. В. К стратиграфии антропогеновых отложений Закарпатья. — В кн.: Труды Карпатской экспедиции МГУ. М.: Изд-во МГУ, 1966, т. 1.
- Кожевников А. В. Некоторые закономерности формирования низких террас горных рек. — Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология, 1970, № 3.
- Кожевников А. В. Солифлюкционно-делювиальные склоны и палеогеография перигляциальных зон равнинных и горных оледенений. — В кн.: Проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1972.
- Невесская Л. А., Богданович А. К., Вялов О. С. и др. Ярусная шкала неогеновых отложений юга СССР. — В кн.: Материалы VI конференции по стратиграфии средиземноморского неогена. Братислава, 1975.
- Andreeescu I. Romanian Stratotypes of the Neogene Mediterranean stages. Bratislava, 1975. Vol. II.
- Andreeescu I., Papaián P. Dacian. Stratotypes of the Neogene Mediterranean stages. Bratislava, 1975. Vol. II.
- Kretzoi M., Krolopp E. Az Alföld harmadkor végi negyedkori Rétegtana az öslénytani adatok alapján. Különlenyomat a földrajzi értesítő, évf. 2—3. Számábol, 1972.
- Lukníš M. Reliéf Vysokých Tatier a ich predpolia, Bratislava, 1973.
- Mike K. Hordalékkúpok üledékritmusai a Körös—videk földtörténeti elemzésének tülnyomat a földrajzi közlemények, évi 4, Számábol, 1974.
- Planderová E. Pliocene sporomorphs from the west Carpathians mountains and their stratigraphic interpretation. Geologické práce Správy 59. Bratislava, 1972.
- Ronai A. The Quaternary of the Hungarian Basin. Guide to Excursion 41 C Internat. Geol. Congr., XXIII rd session, Budapest, 1968.
- Váškovský I. Kvartér Slovenska. Bratislava, 1977.

А. П. Кулаков

**МОРФОТЕКТОНИКА И АНТРОПОГЕННЫЕ  
КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ОКЕАНА  
В ФОРМИРОВАНИИ СОВРЕМЕННОГО ОБЛИКА  
МАТЕРИКОВОГО ПОБЕРЕЖЬЯ  
ОХОТСКОГО И ЯПОНСКОГО МОРЕЙ**

По данным анализа космических снимков, геологических и геоморфологических материалов в пределах дальневосточной окраины Евразии выделяются разнорядковые кольцевые структуры различного строения и возраста [Соловьев, 1976, 1978; Золотов, 1976; Кулаков, Таши, 1978]. Наиболее крупные из них — Яно-Колымская, Алданская, Амурская, Корейская и Япономорская диаметром свыше 1000 км каждая располагаются последовательно с севера на юг по окраине континента и существуют, по всей вероятности, с архея—протерозоя. Они ограничены системой дуговых глубинных разломов, которые определяют главные контуры современного материкового побережья и охватывают значительную полосу суши, шельф, подводный континентальный склон и местами глубоководные впадины краевых морей. Более низкорядковые элементы рисунка современного берега также обусловлены морфоструктурным планом прибрежной суши.

Дуговые глубинные разломы, ограничивающие окраинно-материковые мегаструктуры и кольцевые морфоструктуры 2—3-го порядка, продолжаются под уровень морских вод, что подтверждено исследованиями, [Гнибиденко и др., 1976; Гнибиденко, 1977; Карп и др., 1974; Кулинич и др., 1974] на акватории Охотского и Японского морей. Это позволяет восстановить «первичные» очертания материковых мегаструктур, границы которых проходили примерно в 200—300 км мористее современной береговой линии континента.

Тектоно-магматическая перестройка в мезозое и кайнозое окраин дальневосточных мегаструктур и погружение их под уровень моря связаны, по-видимому, с тектоническим прогибанием впадин Охотского и Японского морей и расширением их за счет континента. В антропогене этот процесс в основных чертах завершился. Для материкового побережья (в современных его границах) были характерны преимущественно восходящие тектонические движения, обусловленные общим взды манием материковой суши в кайнозое [Худяков, 1972, 1977]. В то же время некоторые участки (побережье современного Сихотэ-Алиня и разнорядковые тектонические впадины береговой зоны) продолжали испытывать погружение. Антропогенные тектонические движения разнорядковых прибрежных морфоструктур были в целом малоамплитудными. Это подтверждается данными о высотах надпойменных террас в долинах высокорядковых рек, а также значениями мощности плиоцен-четвертичных отложений во впадинах побережья, которые не превышают обычно 80—150 м.

Вместе с тем установлена значительная сейсмическая активность материкового побережья. Бесспорные признаки этого — сбросообвалы

и другие палеосейсмодислокации, выявленные на берегах Охотского моря и по восточной окраине Сихотэ-Алиня [Онухов, 1974; Алексеев и др., 1975; Кулаков, 1977]. Районы Станового нагорья и хребтов Янкан-Тукурингра с повышенной сейсмичностью [Солоненко и др., 1966; Семенов, Николаев, 1977] приурочены к той же системе дуговых глубинных разломов мегаструктур, которые контролируют очертания северо-западного побережья Охотского моря и восточного Сихотэ-Алиня. Это позволяет по-новому подойти к оценке сейсмичности территории Дальнего Востока.

Значительное воздействие на формирование современного облика берегов материка оказали гляциоэвстатические колебания уровня океана, амплитуда их, по данным ряда исследователей, достигала 100—140 м и больше. Неоднократные морские трансгрессии и регрессии разрушали окраину погружавшейся под уровень моря материковой суши и формировали подводную равнину шельфа. С ними были связаны также крупные палеогеографические изменения по окраине континента — осушение и затопление обширных участков материкового шельфа, образование «мостов» суши, соединение и разъединение крупных речных систем, миграции животных и растений и т. д.

Гляциоэвстатические колебания затушевывали рельефообразующий эффект малоамплитудных тектонических движений мегаструктур побережья. Поэтому в фазы морских трансгрессий происходило интенсивное абразионное разрушение не только погружающихся или тектонически стабильных, но и вздымающихся берегов. Наибольшему разрушению подвергались прежде всего «ослабленные» зоны сильно трещиноватых и измененных пород, приуроченные к крупным разломам. Происходила, таким образом, постепенная «препарировка» морского побережья в соответствии с его морфоструктурным планом. Ширина полосы суши, абрадированной морем за антропогеновый период, для различных участков материкового побережья неодинакова и колеблется от первых километров до нескольких десятков километров и больше.

Формирование аккумулятивных берегов было приурочено главным образом к районам сочленения материковых мегаструктур и другим структурно благоприятным участкам, где обеспечивалось поступление больших объемов аллювиального материала в береговую зону. Пример — берег Охотского моря в районе г. Охотска, где грубообломочный аллювий рек Урак, Охота, Кухтуй, Иня, Ульбя разносится на сотни километров и служит исходным материалом для создания береговых аккумулятивных форм.

Многолетние исследования позволяют сделать вывод об отсутствии на материковом побережье высоких морских террас, что объясняется не только относительной тектонической стабильностью окраины континента, но и тем, что в фазы трансгрессий, как справедливо отмечалось ранее [Марков, Суетова, 1965], уровень моря был близок современному или лишь незначительно превышал его. Высокие морские террасы характерны лишь для островных дуг (Курило-Камчатской гряды, о-ва Сахалин, Японских островов), испытывавших интенсивное вздымаение в антропогене [Кулаков, 1973]. На побережье материка известны отложения верхиеплейстоценовых морских трансгрессий, располагаю-

щиеся всего на несколько метров выше уровня моря [Алексеев, Голубева, 1973; Кулаков и др., 1975; Короткий, 1976]. Вместе с тем не исключено, что на некоторых участках могут быть найдены поднятые морские террасы, приуроченные к локальным воздымающимся блокам.

Дальневосточные материалы хорошо согласуются с данными о колебаниях уровня моря в антропогене, полученными для других районов морских побережий Земли [Battistini, 1967; Васильев, 1968; Федоров, 1969; Bloom et al., 1974; Kern, 1977; Chappell, Veeh, 1978]. Необходимы дальнейшие исследования в этом направлении, особенно в свете последних представлений [Mörner, 1976] о сложности строения поверхности океана и возможных ее изменениях в антропогене.

## ABSTRACT

At the Soviet Far East various ring-structures were established and the largest of them (more than 1000 km in diameter) exists obviously since the Archean—Proterozoic. Deep ring faults limiting these megastructures control the main contours of the recent continental coast and often extend to the shelf as well as the continental slope and marginal sea-depressions. Other elements of the recent coasts are also stipulated by morphostructural plan of mainland. The “primary” limits of continental megastructures were probably 200—300 km far from the recent continental coast-line.

The tectonic subsidence of the margin mainland in the Mesozoic and the Cenozoic was obviously caused by downwarping of basins of the Okhotsk and the Japanese Seas and their expansion into continent. In the Anthropogene this process was mainly fulfilled, but some parts of coast yet continued to subside. The Anthropogene tectonic movements of coastal morphostructures had on the whole a small amplitude.

The wide spreading of paleoseismic dislocations was determined on shores of the Okhotsk and the Japanese Seas. This testifies to a high seismic activity of the continental coast. The spatial-genetic connection can be supposed between these paleoseismic forms and the deep ring-fault zones of megastructures and other faulting structures.

Glacioeustatic sea-level changes, which amplitudes achieved obviously 100—140 m, exerted influence on the formation of the recent structure of continental shores. They destroyed margins of the mainland and formed a submarine plain of the shelf. Some paleogeographic events such as repeatedly dewatering and submergence of the shelf, appearance and disappearance of “land-bridges”, connection and destruction of drainage systems, migrations of animals and plants and so on are connected with sea-level changes. Glacioeustatic sea-level changes made the selective transformation of sea-coast according to its morphostructural plan. The accumulative forms occurred in deep bays, gulves and other parts of the coast which were structurally favourable for penetration of the great amount of alluvion into shore-zone.

At the same time the Anthropogene marine transgressions did not spread far into the mainland because sea-levels of interglacial phases

were similar to the recent level or slightly exceeded it. This fact is confirmed by the new data on marine sediments of the Upper Pleistocene transgressions on the continental coast found only some meters above the recent sea level. High marine terraces forming "terrace rows" are typical only for island-coasts of the Okhotsk and the Japanese Seas (Kamchatka, Kuril and Japanese Islands, Island Sakhalin), which were the regions of tectonic uplifting in the Anthropocene.

Far Eastern materials correspond well to the data on sea-level changes in the Anthropocene for other coastal regions of the Earth.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев М. Н., Голубева Л. В. Новые данные по стратиграфии плейстоцена Южного Приморья. — В кн.: Стратиграфия, палеогеография и литогенез антропогена Евразии. М., 1973, с. 12—34.
- Алексеев М. Д., Онухов Ф. С., Уфимцев Г. Ф. Сбросообвалы на северо-западном побережье Охотского моря. — Геология и геофизика, 1975, № 8, с. 87—95.
- Васильев Ю. М. О ритмах трансгрессий в полузамкнутых и замкнутых морских бассейнах. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1968, № 2, с. 127—133.
- Гнибиденко Г. С., Косыгин Ю. А., Сергеев К. Ф., Соловьев С. Л., и др. Строение земной коры и верхней мантии в зоне перехода от Азиатского континента к Тихому океану / Под ред. А. Л. Яншина. Новосибирск: Наука, 1976. 368 с.
- Гнибиденко Г. С. Рифтовая система дна Охотского моря. — В кн.: Роль рифтогенеза в геологической истории Земли. Новосибирск: Наука, 1977, с. 206—211.
- Золотов М. Г. Ядерно-сводовые и кольцевые структуры Приамурья. — В кн.: Тектоника Востока Советской Азии. Владивосток, 1976, с. 3—33.
- Короткий А. М. Следы позднечетвертичных морских трансгрессий в рельефе береговой зоны Приморья. — В кн.: Рельеф и рыхлые отложения Приморья и Приамурья. Владивосток, 1976, с. 63—75.
- Кулаков А. П., Назаренко Е. М., Пушкиарь В. С. О следах четвертичных морских трансгрессий в Северо-Западном Приохотье. — В кн.: Вопросы геоморфологии и четвертичной геологии юга Дальнего Востока. Владивосток, 1975, с. 118—130.
- Кулаков А. П., Таш и С. М. Морфоструктура материковой окраины и рисунок береговой линии Японского моря. — В кн.: Геология, магматизм и рудогенез зоны перехода от континента к океану. Владивосток, 1978, с. 60—62.
- Кулинич Р. Г., Васильев Б. И., Строев П. А., Шевалдин Ю. В. Геолого-геофизические данные о строении шельфа и континентального склона залива Петра Великого (Японское море). — В кн.: Вопросы геологии и геофизики окраинных морей северо-западной части Тихого океана. Владивосток, 1974, с. 134—144.
- Марков К. К., Суетова И. А. Эвстатические колебания уровня океана. В кн.: Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1965, с. 143—146.

- Онухов Ф. С. Неотектоника хребта Джугджур и окружающих территорий. — В кн.: Тектоника и магматизм Дальнего Востока. Хабаровск, 1974, с. 76—78.
- Семенов Р. М., Николаев В. В. О связи сейсмичности с неотектоникой Тукурингра — Джагдинского поднятия. — Геология и геофизика, 1977, № 4, с. 68—76.
- Соловьев В. В. Структуры центрального типа территории СССР по данным геолого-геоморфологического анализа: (Объяснительная записка к карте структур центрального типа м-ба 1:10 млн.). Л.: ВСЕГЕИ, 1978. 110 с.
- Солоненко В. П., Тресков А. А., Курушин Р. А. Живая тектоника, вулканы, и сейсмичность Станового нагорья. М.: Наука, 1966. 232 с.
- Худяков Г. И. Принципы морфоструктурного анализа. История развития рельефа. — В кн.: История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока: Юг Дальнего Востока. М.: Наука, 1972, с. 24—382.
- Худяков Г. И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 256 с.
- Battistini R. Sur l'inexistence de hauts stationnements marins quaternaires. — Comp. rend. Soc. geol. France, 1968. N 12.
- Battistini R. Sur l'inexistence de hauts stationnements marins quaternaires. — Comp. rend. Soc. geol. Franse, 1968. N 12.
- Bloom A. L., Broecker W. S., Chappell M. A., Matthews R. K., Mesolella K. J. Quaternary sea level fluctuations on a tectonic coast: New Th<sup>230</sup> U<sup>234</sup> dates from the Huon Peninsula, New Guinea. — Quaternary Res., N 4, 1974.
- Chappell J., Veeh H. H. Late Quaternary tectonic movements and sea-level changes at Timor and Atauro Island. — Bull. Geol. Soc. Amer. 89, N 3, 1978.
- Kegel P. J. Origin and history of Upper Pleistocene marine terraces, San Diego, California. Bull. Geol. Soc. Amer. 1977, 88, N 11.
- Möller N. A. Eustasy and Geoid changes. — The Journ. of Geology, 1976, 84, N 2.

УДК 551.35

О. К. Леонтьев, Г. И. Рычагов

**ПЛЕЙСТОЦЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ  
КАСПИЙСКОГО МОРЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ  
НА МОРФОЛОГИЮ БЕРЕГОВ**

Плейстоценовая история Каспийского моря, по меткому замечанию П. В. Федорова, — есть прежде всего история колебания его уровня. Обобщая результаты собственных исследований и используя материалы, полученные в других научных учреждениях, характер колебания уровня Каспия можно представить в виде кривой, изображенной на рис. 1.

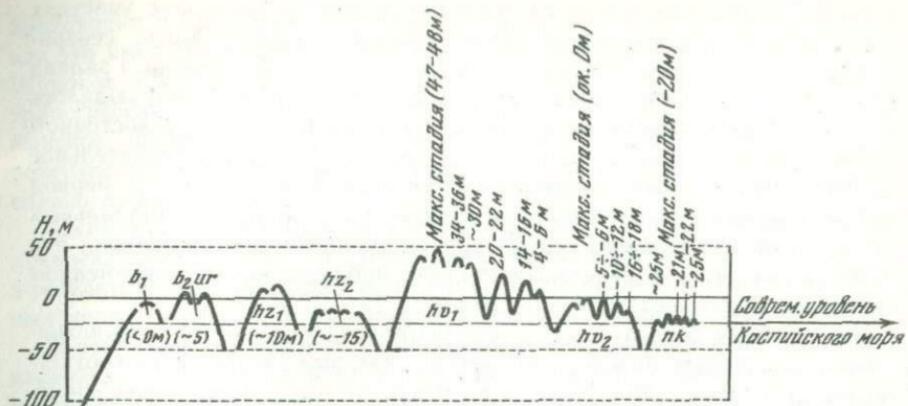


Схема колебания уровня Каспийского моря в плейстоцене (горизонтальный масштаб условный)

$b_1$  — раннебакинская,  $b_2$  — позднебакинская,  $ur$  — урундзикская,  $hz_1$  — раннехазарская,  $hz_2$  — позднехазарская,  $hv_1$  — ранневалынская,  $hv_2$  — поздневалынская,  $pk$  — новокаспийская трансгрессия Каспия

Как известно, начало плейстоцена в каспийском регионе ознаменовалось бакинской трансгрессией, которая согласно палеомагнитным данным имела место в самом начале эпохи Брюнес и состояла из двух трансгрессивных фаз, отделенных одна от другой довольно значительной регрессией. Так как уровень бакинского моря не поднимался выше 5—10 м абр. высоты, осадки этого моря оказались почти повсеместно погребенными под отложениями более поздних и более крупных каспийских трансгрессий — раннехазарской и ранневалынской. Это затрудняет восстановление характера береговой линии бакинского моря. Однако имеющиеся данные позволяют вполне определенно говорить о том, что эпоха максимума бакинской трансгрессии, имевшая место в позднебакинское время, характеризовалась значительным развитием абразионных берегов.

Раннехазарская трансгрессия Каспия, последовавшая за бакинской, имела место (по уран-ионовому методу) 250—300 тыс. лет назад и, подобно бакинской, состояла из нескольких стадий. В период максимума трансгрессии раннехазарский бассейн был окружен преимущественно абразионными берегами, при этом на Мангышлаке, Кендерли-Каясанском плато и в пределах залива Кара-Богаз-Гол береговая линия проходила мористее современной.

Интенсивное развитие абразионных процессов наблюдалось и в эпоху максимальной для плейстоцена — ранневалынской трансгрессии Каспия, имевшей место (по данным термолюминесцентного метода) в интервале времени от 70 до 40 тыс. лет назад<sup>1</sup>. В это время абразионные берега были развиты не только у подножья передовых хребтов юго-восточного

<sup>1</sup> Радиоуглеродный метод для изучения этого отрезка времени плейстоценовой истории Каспия оказался неприемлем, так как дает заниженные в несколько раз оценки возраста.

Кавказа, Талышских гор и на мангышлакско-красноводском участках побережья, — абралировались также склоны Общего Сырта, северо-западные чинки Устюрта, берега Мангышлакского полуострова и залива Кара-Богаз-Гол. Интенсивное расчленение (типа риасов) наблюдалось на побережье Мангышлака в районе впадины Карагие, на восточном склоне Ергеней и отчасти северном склоне Устюрта. Значительное развитие абразионных процессов наблюдалось не только в период максимума раннехвальянской трансгрессии, но и во время стадиальных трансгрессий, осложнивших спад уровня раннехвальянского моря. Это особенно относится к береговым линиям, наблюдаемым в современном рельфе на абс. высотах 34—36, 20—22 и 14—16 м.

Иными были берега Каспия во время позднеказарской, позднехвальянской и новокаспийской трансгрессий, которые имели место соответственно 200—90 тыс., 20—10 тыс. и 8—9 тыс. лет назад — настоящее время.

На берегах позднеказарского моря шли интенсивные аккумулятивные процессы, обусловленные накоплением ракушечного материала и отчасти оолитов. Крупные аккумулятивные формы образуются на восточном побережье, в том числе гигантская карабогазская пересыпь. На кавказском побережье возникают вдольбереговые потоки наносов, получающие питание за счет галечных выносов горных рек. В ходе регрессии позднеказарского моря происходило разрастание вширь береговых аккумулятивных форм. Следы этого процесса, в целом характерного для условий регрессии моря [Леонтьев, 1949], можно наблюдать на подводном береговом склоне как кавказского, так и мангышлак-красноводского побережий.

Формирование различных аккумулятивных форм было господствующим типом развития морфологии берегов Каспия в позднехвальянское и новокаспийское время. При этом наблюдается унаследованное развитие многих аккумулятивных форм, возникающих еще в позднеказарское время.

Современный Каспий, как известно, испытывает падение уровня: с 1929 по 1975 г. уровень упал более чем на 2,7 м. Снижение уровня моря привело не только к осушению обширных пространств бывших мелководий, но и стимулировало развитие аккумулятивных процессов на берегах. Таким образом, современное развитие берегов Каспия подтверждает те закономерности, которые четко вырисовываются при анализе палеодинамики берегов этого бассейна, — преобладание аккумулятивных процессов во время регрессий и интенсификации абразии в эпохи трансгрессий.

Следует, однако, заметить, что трансгрессии моря не всегда сопровождались усилением абразионных процессов. Анализ морфологии берегов древнекаспийских морей показывает, что интенсивность абразии определяется не только и не столько скоростью и размером трансгрессии или глубиной предшествовавшей регрессии, сколько характером той поверхности, на которую наступает море. Если море трансгрессирует на поверхность первичной морской равнины, мало измененной последующей деятельностью эндогенных или экзогенных процессов, то в этом случае не только не наблюдается усиления абразии, но, напротив,

происходит интенсивное образование береговых аккумулятивных форм, как это имело место, например, в эпоху позднехвалынской трансгрессии. Широкое же развитие абразионных берегов в эпоху раннехвалынской трансгрессии было обусловлено в значительной мере тем, что в предхвалынское время в результате интенсивных тектонических движений поверхности сформировавшихся ранее бакинско-хазарских террас были сильно деформированы.

Интересные результаты дал анализ конфигурации береговых линий древнекаспийских морей в эпохи трансгрессий и регрессий. Полученные в результате этого анализа данные были широко использованы в прикладных целях, в частности при поиске локальных тектонических структур.

В заключение отметим, что результатом многократной и частой смены каспийских трансгрессий и регрессий является наблюдаемая почти повсеместно малая мощность морских отложений плейстоценового возраста и широкое развитие бенчей, достигающих в ряде мест нескольких десятков километров.

## ABSTRACT

The paper represents the scheme of sea-level variations of the Caspian during the Pleistocene, obtained as a result of generalisation of the authors' investigations as well as application of the other available data. Based upon the analysis of paleodynamics of the Caspian Sea beaches the general conclusion was made about prevalence of accumulative processes during regressions and abrasion during transgressions. However this regularity is upset if the sea advances the flat surface of the thalassic submarine plain. The data obtained when studying the configuration of shore lines of the Ancient Caspian Sea during epochs of transgressions and regressions are useful for search local tectonic structures. Small thickness of marine deposits of the Pleistocene age as well as the wide development of benches can be explained by multiple and frequent alternation of transgressions and regressions.

УДК 551.79

*К. В. Никифорова, И. И. Краснов, Л. П. Александрова,  
Ю. М. Васильев, Н. А. Константинова, А. Л. Чепалыга*

## **ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЗДНЕГО КАЙНОЗОЯ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР**

В 1976 г. коллективом авторов, К. В. Никифоровой, И. И. Красновым и др., была опубликована схема детальной стратиграфии верхнеплиоценовых и четвертичных отложений европейской части СССР. На основании анализа отложений остатков фауны млекопитающих и моллюсков, палинофлоры, радиометрических данных и палеомагнитной стратиграфии

в позднем плиоцене, эоплейстоцене и плейстоцене европейской части СССР было выделено 26 горизонтов. Среди них были установлены «холодные» и «теплые» горизонты, соответствующие климатическим колебаниям в течение указанного периода времени. На основе биоклимато- и магнитостратиграфии, а также частично данных определения радиологического возраста была предложена корреляция позднекайнозойских отложений европейской части СССР с отложениями Италии, Северной Европы и альпийской шкалой, а также с зональными шкалами, установленными для отложений океанов по данным планктонных организмов. Схема была привязана к палеомагнитной шкале. В опубликованной схеме, согласно последней рекомендации МГК в Канаде в 1972 г., нижняя граница четвертичной системы была принята под калабрийскими морскими слоями Италии, в которых отмечается присутствие северных иммигрантов *Curgina islandica* и *Hyalinea baltica*, а в некоторых разрезах и в отложениях дна Средиземного моря установлена *Globorotalia truncatulinoides*. Эта граница близко совпадает с палеомагнитным эпизодом Олдувей (1,8 млн. лет). В Советском Союзе она коррелятна основанию ашеронских отложений Каспия и их стратиграфических аналогов. Четвертичная система с указанной границей, около 1,8 млн. лет, состоит из 2 разделов — эоплейстоцена и плейстоцена. К эоплейстоцену отнесены отложения ашерона каспийской схемы и его стратиграфических аналогов, в континентальных фациях — отложения, характеризованные одесским и таманским комплексами млекопитающих. Они сопоставлены с фауной верхнего виллафранка Италии (табл. I, см. вкл.).

Континентальные отложения с молдавским и хапровским комплексами млекопитающих, коррелятные акчагылу каспийской схемы, а также среднему и нижнему виллафранку Италии, характеризуют собой верхний плиоцен. Граница эоплейстоцена и плейстоцена проведена под отложениями с тираспольским комплексом млекопитающих, соответствующими в основном кромеру Западной Европы; верхний их горизонт (окский) отвечает минделю или эльстериу западноевропейских схем.

Нужно заметить, что авторы считают возможным относить к ранним fazam тираспольского комплекса фауну из отложений михайловского горизонта, начинаящего плейстоцен. Моллюски, встреченные здесь, характеризуются повсеместно преобладанием ныне живущих видов или близких к ним форм, хотя среди них и сохраняются еще эоплейстоценовые реликты. В нижней аллювиальной свите VI террасы Днестра вместе с этими моллюсками встречаются остатки *Archidiskodon tragontherii* (Pohl.). К этому же горизонту относится петропавловская фауна мелких млекопитающих [Александрова, 1973] и фауна из местонахождения Карай Дубина [Маркова, 1975], в которых на фоне таманских форм впервые появляется новый род *Microtus* (*M. ratticepoides*, *M. ex gr. oecopomus*). Содержащие эту фауну отложения характеризуются обратной намагниченностью.

Публикуемая тем же коллективом авторов в настоящем сборнике схема дополнена привязкой ее к изотопно-кислородной шкале, предложенной Эмилиани [Emiliani, 1955], а позднее Шеклтоном и Опдейком [Shackleton, Opdyke, 1973]. В этой шкале на основании соотношения

изотопов кислорода  $O^{18}/O^{16}$  в скелетах морских организмов выделены так называемые «ярусы», всего 23, протягивающиеся от голоцен до вершины эпизода Харамильо. Шкала продолжена Ван Донком [Van Donk, 1976] до основания эпизода Олдувей, который выделил еще 18 «ярусов».

Нечетные номера ярусов характеризуются легкими значениями изотопного состава кислорода, что отражает наименьший объем льда на континентах или его отсутствие, четные номера с тяжелыми значениями изотопного состава кислорода отражают наличие большего объема льда на континентах (или похолодание). Подразделения этой шкалы, показанные пунктирными линиями, предложены нами на основе корреляции с горизонтами унифицированной схемы европейской части СССР. Возможность такой корреляции еще раз подчеркивает вывод о глобальном характере основных климатических колебаний в позднем кайнозое.

Новым элементом схемы является приведенная в ней корреляция с горизонтами позднего кайнозоя Северной Атлантики и Тихого океана по данным фауны моллюсков [Гладенков, 1978].

Схема дополнена также сопоставлением основных этапов геологической истории позднего кайнозоя с этапами развития ископаемого человека и его культуры по данным, сведенным И. К. Ивановой в 1978 г.

Кроме того, нами были сделаны некоторые изменения в названии горизонтов унифицированной схемы европейской части СССР по сравнению с опубликованными в 1976 г., что вызвано полученным за эти годы новым фактическим материалом. Так, квабебский горизонт схемы переименован нами в веселовский из тех соображений, что стратотип этого горизонта — местонахождение Квабеби — расположен в Грузии. Географическое положение веселовского разреза удовлетворяет требованиям стратотипического горизонта для унифицированной схемы европейской части СССР. Кроме того, в Квабеби отсутствует фауна мелких млекопитающих; в то же время отложения у пос. Веселовка на Тамани (нижние горизонты разреза, являющиеся стратиграфическими аналогами отложений квабебского разреза) содержат богатую фауну мелких млекопитающих и моллюсков.

Каирский горизонт схемы 1976 г. переименован в жеваховский. Это, связано с тем обстоятельством, что стратотип этого горизонта у с. Каиры в низовьях Днепра в настоящее время затоплен. Аналогичная фауна моллюсков встречена в отложениях разрезов, вскрывающихся по берегам куяльницкого лимана (Жевахова гора, верхние горизонты разреза у с. Крыжановка и др.). Однако фауна мелких млекопитающих в этих разрезах относится к одесскому комплексу. Поскольку провести ревизию фауны млекопитающих из каирского разреза невозможно, мы сочли необходимым изменить название горизонта на жеваховский со стратотипом на Жеваховой горе, отложения которой характеризуются фауной млекопитающих одесского комплекса.

Внесены также некоторые более мелкие дополнения в схему.

## ABSTRACT

Major units of the Pliocene and the Quaternary (sections and links according to the terminology of the Quaternary Commission of the Interdepartmental Stratigraphic Committee) can be defined within the territory of North Eurasia. Smaller subdivisions (horizons) reflecting climatic fluctuations of the late Cenozoic are defined for the European part of the USSR. Boundaries of the horizons are correlated with the paleomagnetic scale. All the horizons are characterized paleontologically.

The Chronostratigraphic scheme for the European part of the USSR are correlated with the sediments of the Mediterranean and the North Sea basin as well as with the units of the oxygen isotope scale of oceanic sediments and with zonal oceanic scales. The main stages of the geologic history of the late Cenozoic are correlated with the stages of evolution of the fossil Man and his culture.

## ЛИТЕРАТУРА

- Александрова Л. П. О «переходных» средне-верхнеплейстоценовых фаунах грызунов. — В кн.: Стратиграфия, палеогеография и литогенез антропогена Евразии. М., 1973.
- Гладенков Ю. Б. Морской верхний кайнозой северных районов. — Тр. Геол. ин-та СССР, 1978, вып. 313.
- Маркова А. К. Плейстоценовые грызуны Приднепровья и их значение для палеогеографии и стратиграфии: Автoref. канд. дис. М. 1975.
- Никифорова К. В., Краснов И. И., Александрова Л. П., Васильев Ю. М., Константинова Н. А., Чепалыга А. Л. Климатические колебания и детальная стратиграфия верхнеплиоценовых-нижнеплейстоценовых отложений юга СССР. — В кн.: Геология четвертичного периода. М.: Наука, 1976.
- Van Donk. — O<sup>18</sup> record of the Atlantic Ocean for the entire Pleistocene Epoch. — Geol. Sos. Am. Mem. 1976, 145.
- Emiliani C. Pleistocene temperatures. Journal of Geology. 1955, 63.
- Shackleton N. J. and Opdyke N. D. Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific cores V28—238. — Quaternary Res. 1973, 3.

УДК 551.89

*A. B. Островский*

## О ПРОГРЕССИРУЮЩЕЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ОСНОВНЫХ ЭКЗОГЕННЫХ И ЭНДОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОЗДНЕМ ПЛИОЦЕНЕ—ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

Проблема пространственно-временной оценки интенсивности экзогенных (Эк) и эндогенных (Эн) геологических процессов (ГП) является ключевой для изучения их геологической истории и разработки теории долгосрочных прогнозов. Решение этой проблемы связано, однако, с многочисленными

трудностями методического порядка (многофакторная обусловленность ГП, отсутствие принципов стратификации и выбора репрезентативных районов проявлений тех или иных ГП, неполнота геоморфологической и геологической летописи ГП и др.) и может быть реализовано лишь на основе детальной стратиграфии и геохронологии.

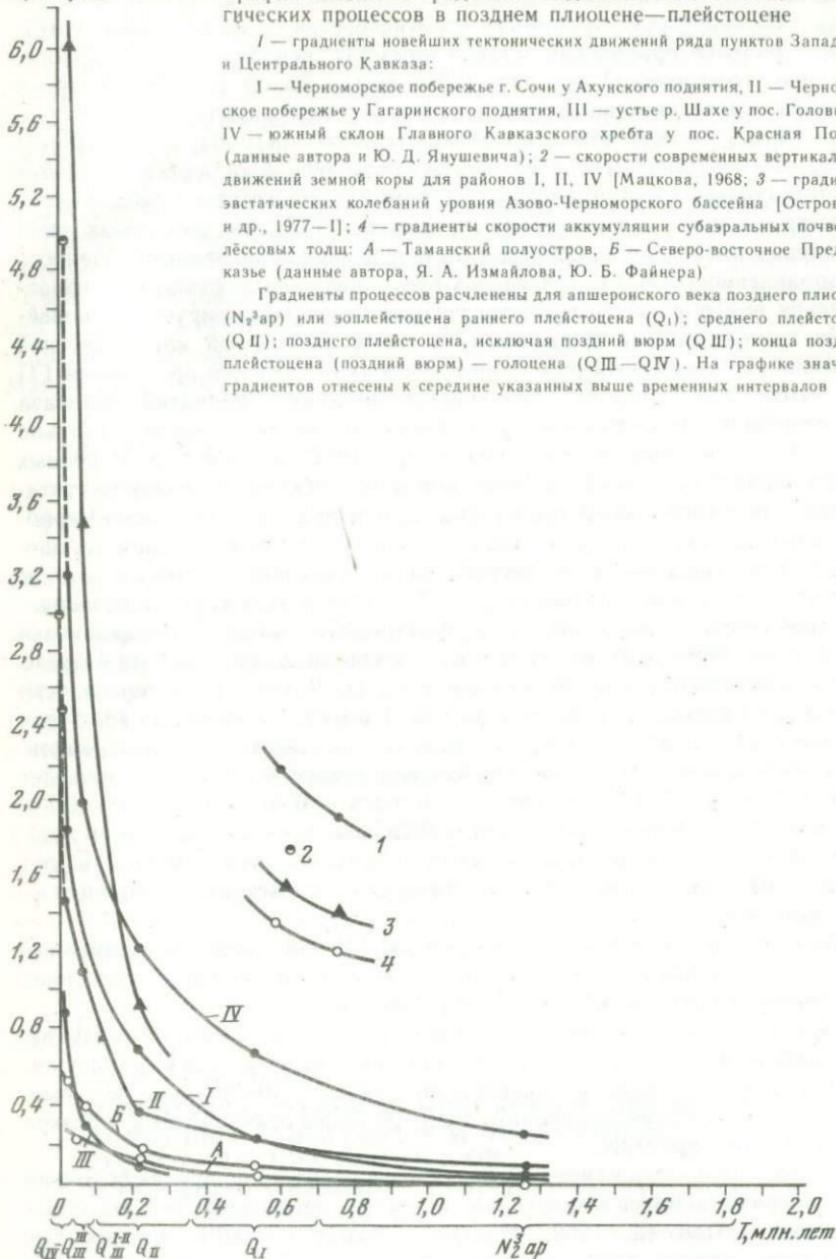
В качестве ключевого (репрезентативного) региона автор принял Азово-Черноморский сектор Кавказской альпийской складчатой области и Предкавказье (эпигерцинская платформа), для которого предпринята попытка оценить интенсивность проявления ГП для различных эпох плиоцена—плейстоцена. При этом было подтверждено, что интенсивность и направленность Эк ГП в пределах всех палеоландшафтно-геоморфологических районов рассмотренного региона тесно коррелируется с новейшими тектоническими движениями и общепланетарной климатической ритмикой. Непрерывный ряд количественных показателей проявления ГП при этом был получен для неотектонических поднятий Кавказа на основании геолого-геоморфологического анализа высот детально стратифицированных [Островский и др., 1977—2] морских и речных террас различных участков Черноморского побережья, гляциоэвстатических трансгрессивно-регрессивных изменений уровня Азово-Черноморского бассейна (по сопоставлению высот среднеплейстоцен-голоценовых трансгрессивных и регрессивных береговых линий с учетом их неотектонических деформаций) и субаэральной аккумуляции почвенно-лессовой серии Таманского и Приманычского районов Предкавказья (по данным бурения десятков скважин, вскрывших непрерывные разрезы отложений верхнего плиоцена—плейстоцена). Данные об интенсивности указанных процессов приведены на рис. I в виде градиентных графиков (в мм/год), рассчитанных для следующих временных интервалов: апшеронское время (поздний плиоцен или эоплейстоцен) — 1,1 млн. лет (1,8—0,7 млн. лет), ранний плейстоцен — 0,35 млн. лет (0,7—0,35 млн. лет), средний плейстоцен — 0,26 млн. лет (0,35—0,09 млн. лет), поздний плейстоцен до начала последнего оледенения — 0,06 млн. лет (0,09—0,03 млн. лет); конец позднего плейстоцена—голоцен — 0,03 млн. лет.

Анализ данных по всем рассмотренным ГП показывает закономерный субэкспоненциальный рост их интенсивности от позднего плиоцена к голоцену в среднем на один-полтора порядка.

Принципиально подобная же закономерность характеризует и изменения интенсивности других рассмотренных автором Эк ГП: абразии, эрозии, гравитационного и делювиального сноса и аккумуляции, которые, однако, удается проанализировать лишь для более ограниченных отрезков геологического времени.

Показательно, что, изменяясь во времени, скорости новейших поднятий закономерно стремятся к значениям скоростей современных вертикальных движений [Мацкова, 1962; Мацкова, Муратов, 1970], на которые «выведены» кривые графиков для Ахунского и Гагринского поднятий, а также района Красной Поляны (рис. I—I, II, IV). Таким образом, достаточно однозначно находит объяснение характерное для многих геологических регионов значительное расхождение значений скоростей

$J$ , мм/год



неотектонических (подсчитанных для всего неотектонического этапа) и современных тектонических движений, так как последние наиболее вероятно отражают закономерную тенденцию эволюции активности тектонических движений от ранних эпох неотектогенеза к современности.

Не менее важен для рассматриваемой проблемы вопрос о «временной цене» однотипных геолого-геоморфологических событий, обусловленных денудационно-аккумулятивной цикличностью проявления ЭкГП.

Если в качестве подобных событий принять формирование геоморфологических уровней (морских и речных террас, поверхностей выравнивания), обусловленных совокупным воздействием целого ряда денудационно-аккумулятивных ЭкГП, то устанавливается следующая интересная закономерность. Если принять в качестве гипотезы неизменность проявления таксономически соподчиненной ритмичности планетарных климатических изменений, то оказывается, что «временная цена» террасоформирования находится в прямой зависимости от интенсивности новейших тектонических движений, оказывающих своего рода катализирующее воздействие на интенсивность проявления климатически обусловленных ЭкГП. Так, для рассмотренных регионов [Кожевников, Милановский, Саядян, 1977; Мацкова, Муратов, 1970] при скоростях новейших поднятий менее 0,1 мм/год формирование циклового террасового уровня происходит в течение 0,5—0,6 млн. лет (плиоценовые поверхности и террасы Кавказа), при скоростях 0,1—0,2 мм/год — формирование террас подчиняется циклам продолжительностью 0,24—0,30 млн. лет (нижнеплейстоценовая бакинская и чаудинская террасы Предкавказья и Черноморского побережья), при скоростях 0,2—0,4 мм/год — циклам около 0,12 млн. лет (нижнеплейстоценовые террасы Каспийского побережья и среднеплейстоценовые террасы Черноморского побережья и Предкавказья), при скоростях 0,4—1,5 мм/год — циклам около 0,04 млн. лет (среднеплейстоценовые террасы горной части Кавказа и Каспийского побережья, верхнеплейстоценовые террасы Черноморского побережья и Предкавказья), при скоростях 2—5 мм/год — циклам около 0,02 млн. лет (верхнеплейстоценовые террасы горной части и Каспийского побережья Кавказа), при скоростях же более 5 мм/год террасообразующими являются климатические циклы 0,002 млн. лет и даже менее продолжительные (верхнеплейстоцен—голоценовые террасы Центрального Кавказа).

Таким образом, количество верхнеплиоцен-плейстоценовых геоморфологических уровней для разных морфоструктурных районов Кавказа и окружающих его регионов зависит от неотектонического режима, что должно учитываться при стратиграфических и геоморфологических корреляциях.

Указанные выше закономерности принципиально подтверждаются и литературными данными для большинства других регионов (в частности, для областей современных интенсивных гляциоизостатических воздыманий, горных областей Памира и Тянь-Шаня, средиземноморского и Атлантического побережья, Русской платформы и других) и, по всей видимости, может иметь планетарный характер. При этом количественные

соотношения между градиентами новейших движений и длительностью террасоформирующих денудационно-аккумулятивных циклов для разных палеогеографических регионов могут быть существенно отличными.

## ABSTRACT

For the Asov—Black Sea sector of the Caucasus and Precaucasus the intensity and trend of the exogenic geological processes is correlated both with planetary climatic rhythms and with neotectonic movements. The analysis of the continuous series of quantitative indicators of neotectonic movements of different regions, glacioeustatic fluctuations of Asov—Black Sea level and the rates of subaerial accumulation proves subexpotential increase in gradients (mm/y) of the mentioned processes since the Late Pliocene to the present for 1—1,5 orders. It was established, that duration of the climatically caused denudation—accumulative cyclic recurrences of terrace levels formation is inversely proportional to the gradient value of neotectonic uplift. Terrace levels were forming in 0,5—0,6 m. y. at values of gradients less than 0,1 mm/y; at values 0,1—0,2 mm/y in 0,24—0,30 m. y.; 0,2—0,4 mm/y — 0,12 m. y.; 0,4—0,15 mm/y — 0,04 m. y.; 2—5 mm/y — 0,02 m. y. and with gradients greater than 5 mm/y in 0,002 m. y.

The established regularities are supposed to have principally planetary character.

## ЛИТЕРАТУРА

- Кожевников А. В., Милановский Е. Е., Саядян Ю. В. Очерк стратиграфии антропогена Кавказа. Ереван, Ленинград: Изд-во АН Арм. ССР, 1977.
- Мацкова В. А. Карта скоростей современных вертикальных движений земной коры Кавказа и юго-восточного Приазовья. — В кн.: Современные движения земной коры. М.: Наука, 1968, № 3.
- Мацкова В. А., Муратова В. М. О современных тектонических движениях на Северо-Западе Кавказа. — В кн.: Комплексные исследования Черноморской впадины. М.: Наука, 1970.
- Островский А. Б., Измайлов Я. А., Балабанов И. П. и др. Новые данные о палеогидрологическом режиме Черного моря в верхнем плейстоцене-голоцене. — В кн.: Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М.: Наука, 1977.
- Островский А. Б., Измайлов Я. А., Шеглов А. П. и др. Новые данные о стратиграфии и геохронологии плейстоценовых морских террас Черноморского побережья Кавказа и Керченско-Таманской области. — В кн.: Палеогеография и отложения плейстоцена южных морей СССР. М.: Наука, 1977.

*Н. В. Пашалы*

**КОРРЕЛЯЦИЯ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
АЛЬПИЙСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ЗОНЫ ЮГА СССР  
МЕТОДОМ ТЕФРОХРОНОЛОГИИ**

(на примере Азербайджана)

Плейстоценовые отложения в пределах Азербайджана имеют широкое распространение и представлены морскими, континентальными и вулканогенными образованиями. Из них только морские отложения фаунистически охарактеризованы, и выделенные в них стратиграфические единицы вполне обоснованы. Что касается континентальных и вулканогенных фаций, то отсутствие органических остатков затрудняет их расчленение и корреляцию. Плейстоценовый период ознаменовался интенсивной вулканической деятельностью [Азизбеков, Пашалы, 1976], эксплозивный материал распространялся на большие расстояния и отлагался в различных фациальных условиях. Это позволило использовать эксплозивную пирокластику для целей корреляции немых толщ и сопоставления отложений различного фациального профиля.

В нижнеплейстоценовых (бакинских) отложениях Азербайджана присутствуют роговообманково-пироксеновые и роговообманковые туфы. Роговообманково-пироксеновые туфы залегают в нижнем баку (период предокского, предминдельского оледенения), характеризуются розовой окраской, слабо выраженной слоистостью, плохой сортировкой, преобладанием пироксенов (авгит), вулканического стекла, полевых шпатов, обломков микрофельзита. Собственно осадочный компонент (мусковит, эпидот, цоизит) присутствует в малом количестве. По времени сedиментации, окраски и составу с ними сопоставляются розовые (анийские) туфы Армении, залегающие в основании анийских озерных отложений Ширацской котловины и по времени отвечающие предокскому (предминдельскому) эксплозивному вулканизму Армении.

Роговообманковые туфы наибольшее распространение имеют в морской фации нижнего плейстоцена юго-восточного погружения Большого Кавказа и в Нижнекуринской депрессии. Залегают они выше стратиграфически описанных туфов и относятся к предминдельскому времени или началу окского оледенения. Их мощность не превышает 25 см и уменьшается в восточном направлении. Они пелитовые, слоистые. Их пирокластика представлена главным образом вулканическим стеклом, полевыми шпатами, а в тяжелой фракции — обыкновенной роговой обманкой. Примесь собственноосадочного материала — терригенная (эпидот, цоизит, мусковит, хлорит и др.) и аутигенная (пирит, сульфаты). Аналогичные туфы в немых озерно-аллювиальных отложениях Кировабад-Казахской наклонной равнины позволили однозначно решить их возраст и отнести к нижнему плейстоцену. Увеличение мощности и зернистости этих туфов, развитых в западной части Азербайджана, свидетельствует об их близости к эруптивным аппаратам.

В конце нижнего плейстоцена во время формирования опресненных морских отложений, именуемых урунджикскими (в Азербайджане — мингечаурскими) слоями, вновь отлагались розовые роговообманково-пироксеновые туфы, аналогичные вышеописанным. Они свидетельствуют о возобновлении эксплозий анийского типа в конце миндельской (окской) ледниковой эпохи.

В среднем плейстоцене пирокластические породы фиксируются как в нижнем (нижний хазар), так и в верхнем (верхний хазар) отделах.

В первом случае они представлены пироксеновыми и роговообманково-пироксеновыми разностями. Пироксеновые (энстатитовые) туфы по времени соответствуют миндель-рисскому (лихвинскому) межледниковью и в Азербайджане в морской фации фиксируются в нижней части фаунистически охарактеризованного нижнего хазара. Эти туфы наибольшее развитие имеют по северному борту Куринской депрессии в структурах Аджиноурской складчатой зоны. Они белесовато-серые, алевритовой размерности, состоят из вулканического стекла и мелких лейст плагиоклаза. Из минералов тяжелой фракции преобладают коротко-столбчатые кристаллы энстатита. Собственно осадочный материал — мусковит, хлорит, эпидот, цоизит, измененные минералы. Точно такие же по составу туфы присутствуют в континентальной (пролювиально-аллювиальной) фации плейстоцена в северной части Аджиноурской складчатой зоны (Южный склон Б. Кавказа), что позволило сопоставить породы этой фации с морской и отнести их к нижней части нижнего хазара. Аналогичные туфы Армении отмечены в разрезе арапийских (синигальских) озерных отложений Ширацкой котловины, которая связана с эксплозивной деятельностью вулкана Арагац.

Роговообманково-пироксеновые разности туфов залегают в верхней части фаунистически охарактеризованного нижнего хазара Аджиноурских предгорий. Это розовые туфы, подобные нижнеплейстоценовым (бакинским, урунджикским). Присутствие таких же туфов в аллювиально-озерной фации Казахского синклиниория и в аллювиально-пролювиальной северной части Аджиноурской складчатой зоны определяют нижнехазарский возраст указанных континентальных толщ. Эти туфы аналогичны анийским туфам Армении и знаменуют собой третью фазу эксплозий анийского типа, по времени совпадающую, видимо, с концом днепровской ледниковой эпохи.

В верхней части среднего плейстоцена (верхний хазар) Азербайджана пирокластические породы пока зафиксированы в Нижнекуринской депрессии (юго-восточная Ширвань) в морской фаунистически охарактеризованной фации. По преобладающему цветному компоненту это амфиболовые ортотуфиты с подчиненным количеством пироксенов. Прибрежные условия их седиментации и аридный климат обусловили присутствие значительного количества (до 45%) в их тяжелой фракции сульфатов. Пирокластические породы этого времени связаны с проявлением эксплозивного вулканизма Армянского нагорья в рославльское (одинцовское) межледниковые.

В верхнем плейстоцене в пределах Азербайджана пирокластические породы были исследованы в Нижнекуринской депрессии и в Южном Каспии на глубине 230, 845 и 925 м. В Южном Каспии они залегают в горизонте послехвалынского регрессии, в котором присутствует фауна, характерная для верхнего отдела хвалынского времени. Это легко рассыпающиеся, тонкозернистые амфиболово-пироксеновые ортотуфиты. Аналогичные им ортотуфиты установлены в Нижнекуринской депрессии на абразионном уступе, выработанном раннехвалынским морем в хазарских отложениях. В позднехвалынское время с повышением уровня моря и некоторым погружением уступа последний представлял собой мелководный участок, где происходила седиментация пирокластического материала, по времени совпадающая с рисс-вюрмским межледником. С этим же временем связан эксплозивный вулканализм Армении, который имел две стадии развития. Так вот, отмеченные выше ортотуфиты связаны с его первой стадией, давшей извержения пеплов и туфолов артикского типа (Арагац). Вторая стадия этого вулканализма, относящаяся к послеледниковому времени [Саядян, 1973], фиксируется только на молодых террасах некоторых рек Армении (р. Памбак и др.).

## ABSTRACT

The Pleistocene deposits of Azerbaijan are characterized by marine, continental and volcanic formations. The correlation of barren continental facies with marine ones was conducted with the help of identical pyroclastic rocks, contained in the mentioned facies.

In the Lower Pleistocene deposits of Azerbaijan hornblende-pyroxene and hornblende tuffs are of correlating meaning, on their base barren lacustrine-alluvial deposits of Western Azerbaijan are correlated with marine ones and belong to the Lower Pleistocene. Besides, hornblende-pyroxene tuffs are correlated with Anii tuffs of Armenia which belong to Pre-Mindel glaciation.

In the Middle Pleistocene pyroclastic rocks are found both in the Lower (Lower Khazar) and in the Upper (Upper Khazar) formations. In the first case they are presented by pyroxene and hornblende-pyroxene differences. Pyroxene (enstatite) tuffs belong to Mindel-Riss (Lichvin) interglacial, and proluvial-alluvial facies of the Pleistocene of the northern part of Addzinour foothills (the southern slope of the Great Caucasus) is correlated with marine one and belongs to the Lower formation of Lower Khazar.

On the base of hornblende-pyroxene differences of tuffs the alluvial-lacustrine derosits of Kazakh synclinorium and alluvial-proluvial facies of the northern part of Addzinour foothills are correlated with marine facies of the Upper formation of Lower Khazar.

In the Upper formation of the Middle Pleistocene (Upper Khazar) pyroclastic rocks are presented by amphibole orthotuffite and are found only in marine facies. They are connected with manifestation of explosive volcanism of Armenian highland during Roslavl (Odintzov) interglacial.

By the presence of pyroclastic rocks Upper Khvalyn deposits of comparatively deep-sea facies of the Southern Caspian are correlated with shallow-coastal deposits of that age in South ern Kura depression and with tuffs of artic type in Armenia. These rocks belong to Riss-Würm interglacial.

## ЛИТЕРАТУРА

- Азизбеков Ш. А., Пашалы Н. В. Вулканизм и осадконакопление позднеальпийского этапа геологического развития Кавказа, Ближнего и Среднего Востока (неоген—антропоген). — В кн.: Докл. советских геологов на XXV сессии МГК. М.: Наука, 1976.
- Сядяин Ю. В. Плейстоценовый вулканизм и изменения климата. — В кн.: Тез. докл. советских ученых к IX конгрессу ИНКВА (Новая Зеландия) М, 1973.

УДК 551.79

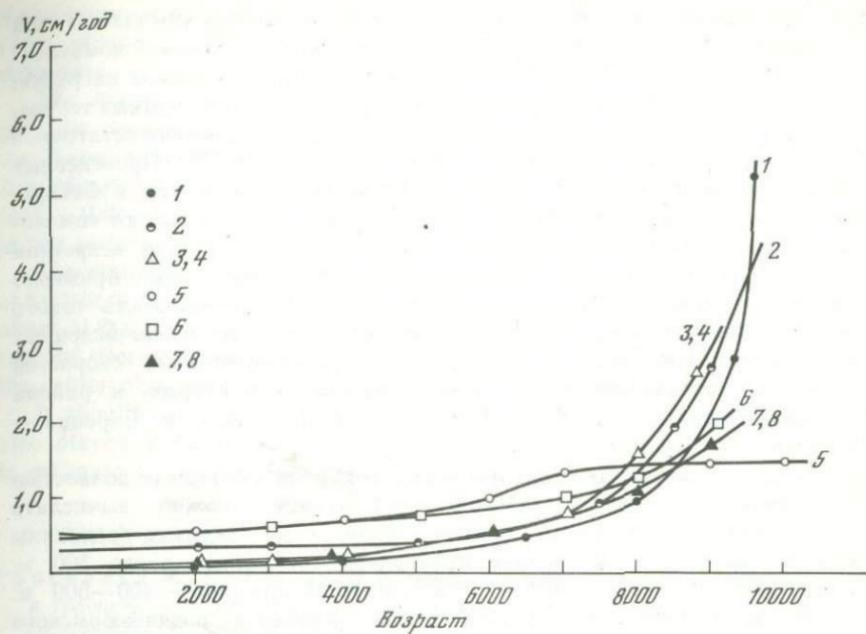
Я.-М. К. Пуннинг, Л. С. Троцкий

## ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ В РАЙОНЕ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН В ГОЛОЦЕНЕ

На архипелаге Шпицберген широко развиты морские террасы, свидетельствующие об активных движениях земной коры в голоцене. Изучение характера и интенсивности поднятия этого региона имеет важное значение для реконструкции истории оледенения на всем Баренцевоморском шельфе.

В последние десятилетия появилось много работ, посвященных исследованиям дна шельфа и о-в Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа, Новой Земли и др. [Feyling-Hanssen, Olsson, 1959—1960; Corbel, 1960; Blake, 1961; Дибнер, 1963; Гросвальд, 1967, 1970; Семевский, 1967; Schytt et al., 1968]. В этих работах приведены данные по вертикальным движениям в отдельных регионах шельфа и изобазы поднятий по определенным временным срезам. На основе изучения динамики движений мы попытались реконструировать историю деградации Шпицбергенского ледникового щита в голоцене.

Нами датировано около 50 образцов (раковины, древесина-плавник) с морских голоценовых террас о-ва Западный Шпицберген и использовано примерно такое же количество датировок, приведенных в разных публикациях. Из всех датированных материалов мы предпочитали датировки по раковинам моллюсков. Раковины моллюсков — довольно достоверный индикатор водных уровней, причем относительно легко установить первичное или вторичное залегание их. Следует отметить, что возраст по раковинам «удревнен» на 300—500 лет из-за заторможенного перемешивания гидросферы, но этот эффект отчасти компенсируется повышенной генерацией  $^{14}\text{C}$  в атмосфере, особенно в интервале 5000—10 000 лет назад. Поэтому мы считали ненужным вводить поправочные коэффициенты, тем более что последние еще неоднозначны.



Изменения скоростей вертикальных движений в разных районах архипелага Шпицберген за последние 10 000 лет

1 — Гренфиорд, 2 — Адвентдален, 3, 4 — Биллебифорд, Мерчисонфирорд, 5 — о-в Надежды (Нореп), 6 — о-в Баренца, 7—8 — Бельсунн, Бреггер

Проведя критическую оценку достоверности  $^{14}\text{C}$  дат, мы выбрали из них около 80, на основе которых были построены графики относительного поднятия земной коры для разных районов архипелага. При построении графиков были введены соответствующие поправки на эвстатические колебания уровня мирового океана, причем за основу были приняты обобщенные кривые по Гудвину [Godwin et al., 1958] и Кестеру [Köster, 1960]. По этим кривым вычислены кривые скорости поднятия во времени путем дифференцирования отдельных 500-летних интервалов. Полученные кривые (рис. 1) наглядно показывают, что разные участки архипелага имеют различные характеристики вертикальных движений. Средняя часть о-ва Западный Шпицберген (Гренфиорд, Адвентдален, Биллебифорд) имела большую скорость поднятия в начале голоцене, которая быстро убывала. Такой тип поднятия характерен для центральной и юго-западной частей Скандинавского ледникового щита, где резкое увеличение скоростей поднятия происходило на 2—3 тысячи лет позднее начала дегляциации. По аналогии можно заключить, что в центральной части о-ва Западный Шпицберген снятие ледниковой нагрузки относится примерно к 10,5—11 тысячам лет назад.

Кривые поднятия для восточной и южной части архипелага показывают, что равномерное поднятие (около 1,5 см/год) прекратилось 5—6 ты-

ся лет назад, после чего скорость поднятия медленно убывала. Такой ход поднятия не типичен для районов с гляциоизостатической компенсацией, что наводит на мысль о постепенном снятии ледниковой нагрузки.

Используя полученные возраста формирования разновысотных террас, можно вычислить современные скорости поднятия и величину остаточной ледниковой нагрузки [Andrews, 1974; Berggvist, 1977]. Проведенные исследования показывают, что о-ва Западный Шпицберген и Северо-Восточная Земля (район Мерчисонфиорда) почти не испытывают компенсационного гляциоизостатического воздействия (остаточная депрессия 2—10 м). В это время о-в Баренца должен подниматься еще примерно на 24 м, а о-в Надежды (Нореп) на 35 м. На правильность такого теоретического подхода указывает неплохое совпадение вычисленных и экстраполированных на рис. 1 значений современных скоростей поднятия, составляющих для о-ва Западный Шпицберген и района Мерчисонфиорда 0,07—0,14 см/год, о-вов Надежды и Баренца — 0,3—0,4 см/год.

Зная величину общего вертикального поднятия и считая ее полностью вызванной гляциоизостатическим воздействием, можно вычислить приблизительные толщины снятых ледниковых покровов, величины которых на западной окраине архипелага составляют около 300 м, в центральной части — 350 м и в восточной окраине — 400—500 м. В пользу относительно незначительных размеров поздневюрмского оледенения на архипелаге свидетельствуют и наши геоморфологические и стратиграфические исследования [Пуннинг, Троицкий, 1978].

Следует, однако, отметить, что нельзя полностью исключить унаследованные поднятия, вследствие чего полученные величины в некоторой степени превосходят истинные. Полученные данные не позволяют количественно характеризовать соотношения гляциоизостатических и блоковых деформаций.

В свете проведенных исследований можно сделать вывод, что в поздневюрмское время относительно маломощный ледниковый щит соединял острова архипелага, причем центр щита располагался в районе о-вов Эджа, Баренца, Надежды и Земли Короля Карла. Около 11 тысяч лет назад единый щит разрушился и ледники в расчлененной области западной части архипелага быстро сократились. В это же время покровные ледники на платообразных островах восточной окраины архипелага деградировали медленнее, что обусловило равномерную скорость поднятия этих районов.

## ABSTRACT

On the basis of the dating of Holocene terraces the curves of the land uplift rate for different regions of Spitsbergen archipelago were constructed.

The curves obtained could be divided into two groups. The first group concerning the central part of West-Spitsbergen and Nordaustlandet shows that the rate of uplift in those areas was very high about 10 000—8000 years ago and then slowed down very rapidly 6000—7000 years ago. The second group of curves (marginal areas of West-

Spitsbergen and eastern part of the archipelago) reflects almost constant rates of uplift up to 5000—6000 years ago, which after that slowly decreased.

The investigations show that the first region has almost reached isostatic equilibrium (uncompensated depression 2—10 m), whereas the Barents Island has to rise about 24 m and Hopen Island 35 m. Accordingly, the rate of contemporary vertical movements is also different — 0,07—0,14 cm/year in the first region and 0,3—0,4 cm/year in the second region.

The results obtained enable to reconstruct the history of degradation of Spitsbergen ice sheet in the Holocene. After the splitting up of the ice sheet about 11 000 years ago the glaciers in the western region of the archipelago rapidly decreased, whereas in the eastern part, where most likely was the center of glaciation, the rate of uplift was constant.

It should be supposed that the movements of the Earth's crust blocks also played a certain role in the vertical uplift. However, it is difficult to estimate at present the ratio of those different factors.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Гросвальд М. Г. Оледенение Баренцева шельфа в позднем плейстоцене и голоцене. — В кн.: Материалы гляциологических исследований: Хроника. Обсуждения. М. 1967, № 13.
- Гросвальд М. Г. Некоторые особенности оледенений материковых шельфов (на примере Европейской Арктики). — В кн.: Материалы гляциологических исследований: Хроника. Обсуждения. 1970, № 16.
- Дибнер В. Д. Неотектонические контуры арктического шельфа Евразии. — Проблемы Арктики и Антарктиды, 1963, № 12.
- Пуннинг Я.-М. К., Троицкий Л. С. О плейстоценовых оледенениях на Шпицбергене. — В кн.: Материалы гляциологических исследований: Хроника. Обсуждения. М., 1979.
- Семёновский Д. Л. Неотектоника архипелага Шпицберген. — В кн.: Материалы по стратиграфии Шпицбергена. Л., 1967.

УДК 551.79

*A. B. Раукас, Э. Х. Таваст*

#### **ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА КОРЕННЫХ ПОРОД НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ФОРМ РЕЛЬЕФА**

В формировании ледниковых отложений и форм рельефа, кроме внутридинамических особенностей ледника, большое значение имеют неотектонические движения и подстилающий рельеф. В данной работе на примере Эстонии подробно анализируется влияние подстилающего коренного рельефа на ледниковый лито- и морфогенез и на структуру и мощность четвертичного покрова. Ввиду относительно малой мощности четвертич-

ся лет назад, после чего скорость поднятия медленно убывала. Такой ход поднятия не типичен для районов с гляциоизостатической компенсацией, что наводит на мысль о постепенном снятии ледниковой нагрузки.

Используя полученные возрасты формирования разновысотных террас, можно вычислить современные скорости поднятия и величину остаточной ледниковой нагрузки [Andrews, 1974; Bergqvist, 1977]. Проведенные исследования показывают, что о-ва Западный Шпицберген и Северо-Восточная Земля (район Мерчисонфьорда) почти не испытывают компенсационного гляциоизостатического воздействия (остаточная депрессия 2—10 м). В это время о-в Баренца должен подниматься еще примерно на 24 м, а о-в Надежды (Нореп) на 35 м. На правильность такого теоретического подхода указывает неплохое совпадение вычисленных и экстраполированных на рис. 1 значений современных скоростей поднятия, составляющих для о-ва Западный Шпицберген и района Мерчисонфьорда 0,07—0,14 см/год, о-вов Надежды и Баренца — 0,3—0,4 см/год.

Зная величину общего вертикального поднятия и считая ее полностью вызванной гляциоизостатическим воздействием, можно вычислить приблизительные толщины снятых ледниковых покровов, величины которых на западной окраине архипелага составляют около 300 м, в центральной части — 350 м и в восточной окраине — 400—500 м. В пользу относительно незначительных размеров поздневюрмского оледенения на архипелаге свидетельствуют и наши геоморфологические и стратиграфические исследования [Пуннинг, Троицкий, 1978].

Следует, однако, отметить, что нельзя полностью исключить унаследованные поднятия, вследствие чего полученные величины в некоторой степени превосходят истинные. Полученные данные не позволяют количественно характеризовать соотношения гляциоизостатических и блоковых деформаций.

В свете проведенных исследований можно сделать вывод, что в поздневюрмское время относительно маломощный ледниковый щит соединял острова архипелага, причем центр щита располагался в районе о-вов Эдж, Баренца, Надежды и Земли Короля Карла. Около 11 тысяч лет назад единый щит разрушился и ледники в расчлененной области западной части архипелага быстро сократились. В это же время покровные ледники на платообразных островах восточной окраины архипелага деградировали медленнее, что обусловило равномерную скорость поднятия этих районов.

## ABSTRACT

On the basis of the dating of Holocene terraces the curves of the land uplift rate for different regions of Spitsbergen archipelago were constructed.

The curves obtained could be divided into two groups. The first group concerning the central part of West-Spitsbergen and Nordaustlandet shows that the rate of uplift in those areas was very high about 10 000—8000 years ago and then slowed down very rapidly 6000—7000 years ago. The second group of curves (marginal areas of West-

Spitsbergen and eastern part of the archipelago) reflects almost constant rates of uplift up to 5000—6000 years ago, which after that slowly decreased.

The investigations show that the first region has almost reached isostatic equilibrium (uncompensated depression 2—10 m), whereas the Barents Island has to rise about 24 m and Hopen Island 35 m. Accordingly, the rate of contemporary vertical movements is also different — 0,07—0,14 cm/year in the first region and 0,3—0,4 cm/year in the second region.

The results obtained enable to reconstruct the history of degradation of Spitsbergen ice sheet in the Holocene. After the splitting up of the ice sheet about 11 000 years ago the glaciers in the western region of the archipelago rapidly decreased, whereas in the eastern part, where most likely was the center of glaciation, the rate of uplift was constant.

It should be supposed that the movements of the Earth's crust blocks also played a certain role in the vertical uplift. However, it is difficult to estimate at present the ratio of those different factors.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Гросвальд М. Г. Оледенение Баренцева шельфа в позднем плейстоцене и голоцене. — В кн.: Материалы гляциологических исследований: Хроника. Обсуждения. М. 1967, № 13.
- Гросвальд М. Г. Некоторые особенности оледенений материковых шельфов (на примере Европейской Арктики). — В кн.: Материалы гляциологических исследований: Хроника. Обсуждения. 1970, № 16.
- Дибнер В. Д. Неотектонические контуры арктического шельфа Евразии. — Проблемы Арктики и Антарктиды, 1963, № 12.
- Пуннинг Я.-М. К., Троицкий Л. С. О плейстоценовых оледенениях на Шпицбергене. — В кн.: Материалы гляциологических исследований: Хроника. Обсуждения. М., 1979.
- Семевский Д. Л. Неотектоника архипелага Шпицберген. — В кн.: Материалы по стратиграфии Шпицбергена. Л., 1967.

УДК 551.79

*A. B. Раукас, Э. Х. Таваст*

#### **ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА КОРЕННЫХ ПОРОД НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ФОРМ РЕЛЬЕФА**

В формировании ледниковых отложений и форм рельефа, кроме внутридинамических особенностей ледника, большое значение имеют неотектонические движения и подстилающий рельеф. В данной работе на примере Эстонии подробно анализируется влияние подстилающего коренного рельефа на ледниковый лито- и морфогенез и на структуру и мощность четвертичного покрова. Ввиду относительно малой мощности четвертич-

ных отложений, наличия большого набора разнообразных ледниковых форм рельефа и из-за их хорошей изученности территории Эстонии для решения упомянутых выше проблем особенно подходящий объект, причем установленные здесь закономерности с успехом могут быть использованы на других территориях со сходным геологическим строением.

Особенно сильное воздействие на ледниковый лito- и морфогенез оказывал коренной рельеф, разумеется, в начале плейстоцена, причем на последующих этапах плейстоцена это влияние было более слабым в силу унаследованности рельефа и связанной с этим повторяемости процессов [Гайгалас, Вайтакунас, 1969]. В результате каждого оледенения с коренного ложа Эстонии был снесен слой мощностью в несколько или даже в несколько десятков метров [Исаченков, 1975; Маккавеев, 1976]. Экзарация оказала существенное влияние на морфологию поверхности коренных пород, но все же не изменила расположения крупных и средних форм коренного рельефа, унаследованного еще с неогена [Орвику, 1955]. Поэтому места локализации ледниковых потоков и районы преобладающей аккумуляции и экзарации на территории республики были довольно стабильными в течение всего плейстоцена. Так, северная Эстония южнее глинта во время всех оледенений, несомненно, являлась областью экзарации, причем вновь продвигавшиеся ледники сносили отложения предыдущих оледенений. В южной Эстонии происходила в основном аккумуляция отложений, но все же в меньшем объеме, нежели в средней или южной Прибалтике. Поэтому влияние коренного ложа на разнообразные геологические процессы проявляется в Эстонии значительно более четко, чем на смежных территориях.

В плейстоцене территория Эстонии находилась под воздействием Балтийского и Прибалтийского ледниковых потоков, соотношения которых в разные этапы оледенений были разными [Гайгалас и др., 1967]. Первый из этих потоков оформился в дочетвертичной депрессии Балтийского моря, второй — в более возвышенных районах южной Финляндии и восточной Прибалтики. Потоки дифференцировались на лопасти, языки и микроязыки, которые образовались главным образом под воздействием мезоформ коренного рельефа. Например, под влиянием впадин Выртсъярвского и Чудского озер образовались одноименные ледниковые лопасти, а под влиянием Пандивереской возвышенности — западно-пандивереский и вайвараский ледниковые языки, огибавшие эту сравнительно невысокую возвышенность с запада и востока [Раукас, Ряхни, Мийдел, 1971].

Ледниковые лопасти и языки, приуроченные к понижениям коренного ложа, соответствуют выводным ледникам современных ледниковых щитов. По сравнению с межлопастными пространствами выводные ледники отличались большей мобильностью, и к ним приурочены наиболее четко выраженные краевые формы рельефа. Здесь происходила также наиболее интенсивная экзарация.

Судя по вещественному составу отложений, в частности морен, значительная экзарация происходила также на цокольных возвышенностях и возвышениях и по склонам низин и долин, ориентированных по направлению движения ледников. Северные и северо-западные склоны

таких возвышений сильно отшлифованы и часто покрыты ледниковыми шрамами, а местами они преобразованы в своеобразные скальные друмлины. Древние дочетвертичные речные долины, ориентированные по направлению движения ледников, также сильно видоизменены ледниковой экзарацией, имеют трогообразный характер и по существу являются уже ложбинами выпахивания.

Районами аккумуляции отложений были древние долины, межъязыковые массивы, теневые участки возвышенностей и возвышений рельефа коренных пород (например, Саадъярвское друмлинное поле), а также участки перед уступами его, обращенные против движения ледниковых масс (например, предглинтовый район). При этом наибольшая мощность отложений наблюдается в палеоврезах (до 207 м) и на островных аккумулятивных возвышенностях (до 150 м).

Палеоврезы по своему строению бывают разными. В одних случаях они заполнены главным образом лимногляциальными отложениями (Сельская долина), в других — преимущественно флювиогляциальными (Падаская), в третьих наблюдается один моренный горизонт, залегающий на дне палеовреза и над которым обычно залегают лимно- или флювиогляциальные отложения или те и другие (Вяэнская). Наибольший стратиграфический интерес представляют палеоврезы (древние погребенные долины) со сложным строением (Абьяская и др.), в которых встречается несколько моренных горизонтов с межморенными отложениями разного генезиса или же один моренный горизонт с подморенными отложениями. Наш опыт показывает, что структура плейстоценового покрова и состав отложений имеют узкорегиональный характер и также теснейшим образом зависят от рельефа коренных пород, что необходимо учесть при корреляции ледниковых толщ. Все литологические сопоставления уверенно можно проводить лишь в ограниченных районах со сходной гляциодинамикой и после тщательного выявления всех возможных фациальных и локальных колебаний состава отложений. При этом установленные в одном конкретном районе литологические показатели разновозрастности отложений могут совершенно не совпадать с таковыми в соседних районах. Наилучшие результаты для решения вопросов стратиграфии и палеогеографии плейстоцена из литологических методов дает изучение находимых в отложениях эрратических кристаллических валунов, содержание которых в наименьшей мере зависит от неоднородностей местного коренного ложа и является на относительно больших территориях довольно постоянным.

Рельеф коренных пород в значительной степени обусловил не только расположение краевых ледниковых зон, но и отдельных форм рельефа, что облегчает выявление их генезиса. Так, конечные морены обычно расположены в сложном рельефе коренных пород и особенно часто на проксимальном склоне возвышений, препрятавших движение ледника и обусловивших накопление моренных отложений. Озы Эстонии наиболее часто (около 45%) приурочены к понижениям рельефа, в основном к палеоврезам. Реже они находятся на возвышениях коренного рельефа

(25%) или на ровном основании (17%). В ложбинах коренного рельефа часто (55%) расположены камы.

Друмлины находятся чаще всего за возвышенностями, на склонах их и в краевых частях впадин, где монолитное тело ледника распалось на движущиеся с различной скоростью языки [Орвику, 1961]. При этом стала возможной неравномерная экзарация подстилающей поверхности и одновременная аккумуляция морены в виде обтекаемых, растянутых в направлении движения ледника форм.

Распространение холмисто-моренного рельефа прежде всего связано с цокольными или аккумулятивными островными возвышенностями. При этом этот тип рельефа чаще всего приурочен к проксимальным склонам возвышенностей. Особенно наглядно это можно проследить на Пандивереской цокольной возвышенности.

Важное значение коренного ложа также в формировании островных аккумулятивных возвышенностей (Хааньяской, Отепяской), образовавшихся между двумя разнонаправленными ледниками языками, огибавшими коренной выступ.

В отличие от большинства других активно действующих геологических факторов рельеф коренных пород при формировании плейстоценового покрова пассивен, но в то же время он постоянно действующий фактор, обусловивший в течение всего плейстоцена унаследованный характер лито- и морфогенеза.

## ABSTRACT

The paper deals with the influence of underlying bedrock on the glacial litho- and morphogenesis as well as on the structure and thickness of Quaternary cover by the example of Estonia. Owing to considerably small thickness of Quaternary deposits and their thorough study, the territory of Estonia should be considered as a particularly suitable object for solving the above mentioned problems, while the regularities established here are easily applicable to the territories with similar geology.

In the Pleistocene Estonian territory was greatly influenced by the Baltic and Peribaltic ice flows which in different stages of the glaciations were of different ratios. The flows differentiated on lobes, tongues and microtongues whose location was of stable nature during all the glaciations as a result of the peculiarities of bedrock relief. Accordingly the areas of accumulation and exaration remained stable. Ancient valleys, interlobate massifs, shaded areas of bedrock elevations as well as the areas in front of scarps orientated against the ice movement, acted as the areas of accumulation. The thickest deposits are found in buried valleys (up to 207 m) and on accumulative insular heights (up to 150 m). Intensive exaration took place on bedrock elevations and depressions where the Quaternary cover was absent. The slopes of bedrock lowlands and valleys orientated towards the direction of the ice movement experienced the most intensive exaration.

Our data show that the structure of the Pleistocene cover and the composition of deposits are of strictly regional character and greatly depend upon bedrock relief which should be considered in connection with glacial complexes. All the correlations according to the lithologic data should be performed only in limited areas of similar glaciodynamics and after a careful determination of possible facial and local fluctuations of deposits composition. The lithologic data concerning the age of deposits established in one area do not always coincide with those of neighbouring regions. Among the lithologic methods the best results for solving the problems of stratigraphy and paleogeography of the Pleistocene can be obtained by the study of crystalline indicator boulders as their content in deposits is only slightly influenced by the differences in local bedrock and remains almost stable on vast territories.

The bedrock relief has a certain influence on the distribution of marginal glacial zones, connected mainly with the slopes of bedrock elevations and depressions.

The various types of glacial relief forms are also proved to be connected with certain elements of bedrock relief that facilitates the determination of their genesis. Thus end moraines are usually distributed in the regions with complicated bedrock relief being of especially frequent occurrence on the proximal slopes of elevations, blocking the movement of glaciers and favouring the accumulation of till. In Estonia the eskers are more frequently connected with the bedrock depressions, mainly with ancient valleys. The majority of kames (55%) is also distributed in the depressions of bedrock relief. The drumlins are found more often behind bedrock elevations, on their slopes and in marginal areas of depressions where the monolithic glacier falls into tongues moving at different speeds. The bedrock relief plays also an important role in the formation of accumulative insular heights between two glacial tongues of different directions, surrounding the bedrock elevation.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Гайгалас А. И. Вайтикунас С. К. Связь плейстоценового ледникового осадкообразования с характером подстилающей поверхности на территории Литовской ССР. — Труды АН Лит. ССР. Сер. Б, 1969, т. I(56), с. 191—206.  
Гайгалас А., Гуделис В., Спрингис К. и др. Ориентировка длинных осей галек в моренах последнего оледенения Прибалтики и ее связь с убыванием ледникового покрова. Вильнюс, 1967, т. 3, с. 215—233.  
Исаченков В. А. Формирование рельефа северо-запада Русской равнины: Автореф. докт. дис. М., 1975, 49 с.  
Маккавеев А. Н. О роли плейстоценовых оледенений в создании низменности северо-запада Русской равнины. — В кн.: V Всесоюзное совещание по изучению краевых образований материковых оледенений: (Тез. докл.) Киев, 1976, с. 85—86.  
Орвику К. К. Основные черты геологического развития территории Эстонской ССР в антропогеновом периоде. — Изв. АН ЭССР, 1955, т. 4, № 2, с. 233—243.

Орвику К. К. Геологическое строение друмлинов Эстонии. — В кн.: Материалы совещания по изучению четвертичного периода. М.: Изд-во АН СССР, 1961, т. 2, с. 73—77.

Раукас А. В., Ряхни Э. Э., Мийдел А. М. Краевые ледниковые образования Северной Эстонии. Таллин: Валгус, 1971. 226 с.

УДК 551.43

*В. В. Соловьев*

## **ЭРОЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ МАГМАТОГЕННЫХ СТРУКТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПА**

Изучение эрозионных процессов и связанных с ними форм — главнейший источник информации при геоморфологических и неотектонических построениях. К сожалению, в меньшей мере результаты таких работ используются для геологических целей, применяясь главным образом лишь при прослеживании линейных зон разломов, уточнении границ формаций и поисках россыпей. Практика показывает, что возможности изучения эрозионной деятельности для решения различных геологических задач далеко еще не исчерпаны. Все более очевидным становится, что самые разнообразные элементы геологической и глубинной структуры находят отражение на земной поверхности благодаря эрозионной деятельности. Исследование всех неоднородностей, запечатленных на поверхности земной коры, для расшифровки геологического строения (в широком смысле этого слова) получило в последние годы название геоморфологического анализа. Особенно эффективно использование этого методического комплекса (включающего и данные космических снимков) для опознания и диагностики структур центрального типа. Под последними понимаются изометрические геологические образования, возникшие за счет разрядки геодинамических напряжений из отдельных энергогенерирующих центров (очагов). Основные (каркасные) элементы их, образованные наиболее часто зонами разломов и трещиноватости, в проекции земной поверхности имеют радиально-концентрическое распределение, отражающее симметрию конуса, свойственную объемной фигуре центральных структур.

Впервые составленная для территории СССР карта, на которой показаны разновозрастные экспонированные и погребенные структуры центрального типа в их морфологическом подразделении, а также разностороннее исследование этих таксонов с привлечением геологических, геофизических, геохимических и металлогенических материалов, позволили существенно пополнить представление о роли центральных объектов в процессе геотектогенеза.

Установлено несравненно более широкое распространение этих структурных форм, чем считалось раньше. Показано ведущее значение очаговой разрядки глубинной энергии, сопровождающееся возникновением структур центрального типа, на протяжении всех этапов корового

развития планеты. Предполагается связь корневых очагов структур с зонами глубинных разделов, согласно слоистой модели Земли. Выделены центральные структурные формы корового, корово-мантийного и мантийного заложения. Мегаформы, продуцирующиеся астеносферой, получили название «астеноконы», а более глубококорневые — «геоконы». По морфологическим параметрам (характеру поперечного профиля структур на земной поверхности) различаются положительные (купольные и сводовые), отрицательные (кольцевые) и смешанные (купольно-кольцевые) формы. По вещественно-генетическим показателям выделены три основные группы эндогенных структур: тектоногенные, метаморфогенные и магматогенные. Среди последних весьма распространены центральные структуры, связанные с интрузиями. Именно эту категорию центральных объектов и особенности их отражения эрозионными процессами рассмотрим более подробно.

Интрузивные тела могут принимать участие в строении самых разнорядковых центральных структур — от элементарных локальных (с попечником менее 1 км) до мегаформ с диаметром, измеряющимся тысячами км. В первом случае интрузия непосредственно создает структурную форму и составляет основную часть инъективной структуры, во втором — интрузивные тела приурочиваются к глубинным разломам каркаса мегаформы, являясь лишь звеном в цепи глубинного тепломассопереноса, формирующего интрагеогенную мегаструктуру. Между этими экстремальными позициями существует переходный ряд разнорядковых магматогенных структур центрального типа, связанных с разноглубинными очагами. Выявление такого рода структурных форм имеет не только научное, но и практическое значение, так как многие из них рудоконтролирующие. Однако в плоскости современного денудационного среза, за исключением редких районов с оптимальным вскрытием, интрузивные тела, слагающие структуры, выходят фрагментарно или вообще не обнажаются. Отсюда возникают трудности при выявлении магматогенных структур только ортogeологическими методами. Применение геолого-морфологического метода помогает успешно преодолеть отмеченные затруднения. В сочетаниях линеаментов, устанавливаемых прежде всего по радиально-концентрическому рисунку гидросети, отражаются контуры центральных структур, предопределенных как вскрытыми, так и слепыми интрузивами.

Наиболее просто устанавливаются низкорядковые центральные структуры, образованные вскрытыми или частично вскрытыми интрузиями, возникшими за время единого магматического импульса. Уже при внедрении расплава появляются различия в денудационной стойкости пород, которые наряду с контракционной трещиноватостью, дополняемой иногда нарушениями постмагматического диапиризма, определяют закономерное распределение ослабленных зон. Эти зоны используются затем как канва деструктивными процессами, прежде всего эрозией. Намечается ряд последовательных стадий развития рельефа, закономерно сменяющих одна другую в зависимости от глубины денудационного вскрытия интрузива. Потенциальная металлогеническая перспективность стадий разная. Первая стадия (положительная форма с сохранившейся при-

контактной броней) весьма перспективна для обнаружения разнообразных контактовых рудопроявлений. Вторая стадия (серия изолированных останцов на интрузивном массиве) оптимальна для поиска магматогенных месторождений. Третья стадия (отрицательная форма в теле интрузива) перспективна на россыпи. По мере смены ранних стадий развития рельефа поздними происходит изменение рисунка гидросети от центробежного к центростремительному. Эта схема справедлива для простых интрузий, формирующихся на протяжении одного магматического этапа, и наиболее типична для режима тектономагматической активизации.

Среднепорядковые сложнопостроенные магматогенные структуры центрально типа, становление которых происходит иногда на протяжении нескольких геологических эпох и в условиях различных тектонических режимов, выявляются значительно труднее, чем низкопорядковые структуры. В ходе направленного развития они усложняются дочерними разновозрастными интрузивными формами, частично или полностью перерабатываются последующими тектоническими процессами. В плоскости современной геоморфологической поверхности одни фрагменты таких структур могут быть глубоко погребенными, другие оказываются экспонированными. Нередко даже сопредельные части одной структуры находятся в совершенно различных геоморфологических обстановках. Благодаря этому трансформация каркасных элементов таких структур в эрозионных формах происходит по-разному. В одних случаях они дешифрируются по рисунку нормальной речной сети, в других — по овражно-балочным формам, в третьих — по линейным элементам рельефа и ландшафта (линеаментам), выражющимся на уровне микроформ, и т. д. Следует заметить, что обычно выпадающие из поля зрения геоморфологического анализа (при осуществлении его в средних и мелких масштабах) закономерные сочетания микроформ имеют крайне важное значение. Именно благодаря этим элементам на высотных и космических снимках дешифрируются так называемые «просвечивающие структуры». Они же выступают и в качестве связующего звена между хорошо выраженным в гидросети частями среднепорядковых центральных структур. Все это делает целесообразным введение понятия «эрэзионная система структуры центрального типа», под которой понимается предопределенная радиально-концентрическими составляющими структуры совокупность эрозионных форм любого таксономического ранга. При дешифрировании структуры каждый член эрозионной системы рассматривается как равноправный (атаксономичный). Подобное нарушение принципа соподчиненности, недопустимое при геоморфологических исследованиях, в данном случае (когда конечной целью является не выяснение истории развития рельефа, а поиск длительно развивающихся геологических структур), вполне оправдано. Анализ пространственного распространения интрузивных тел, участвующих в строении среднепорядковых центральных структур, позволяет перейти к построению объемных моделей развития магматизма в связи с эволюцией продуцирующих структуры глубинных очагов. В пределах таких структур часто устанавливается пространственно-временная связь интрузивных и эфузивных фаций (палеозой Казахстана, палеозой-мезозой Забайкалья).

Когда устанавливаемые по эрозионным системам центральные структуры полностью лишены выходов на поверхности интрузивных тел, их интрузивная природа может быть доказана геофизическими данными, особенно если в контуры структур вписываются отрицательные гравитационные аномалии.

Интересные связи петроплотностных параметров слепых интрузий и морфологии центральных структур получены на примере территории Дальнего Востока СССР. Установлены высокие корреляционные связи гранитоидов (плотность которых ниже, чем у вмещающих пород) с купольными структурами, а обладающих большей плотностью гранодиоритов — с кольцевыми формами. Использование эрозионных систем помогает оконтурить и наиболее приближенные к поверхности (и интенсивные в металлогеническом отношении) части криптоплатонических структурных форм. Благодаря проявлению контактового метаморфизма на таких участках заметно меняется плотность элементов эрозионной системы.

В строении наиболее крупных таксонов, мегаструктур центрального типа (астеноконов и геоконов), интрузивные комплексы играют достаточно заметную роль. Правда, характер проявления их в зависимости от особенностей геологического развития территорий может быть различный. Соответственно разный характер имеют и эрозионные системы мегаструктур. Так, например, Бетский астенокон, магматизм которого связан с киммерийской и альпийской орогенией, отчетливо выражен дугообразными отрезками речных долин Кордильеры Пенибетика в Испании и горных сооружений Эр-Риф в Марокко. Омоловский астенокон, каркасные элементы которого в различных секториальных блоках были использованы интрузиями в палеозое и мезозое, дешифрируется по комплексу признаков — по отдельным крупным речным артериям (совпадающим с концентрическими разломами) и по мелкой линеаментной сети. Интенсивно проработанные разновозрастными интрузиями внешние концентры Восточно-Азиатского геокона подчеркнуты межгорными депрессиями и продольными долинами по всему периметру. Геокон Большого Бассейна в Северной Америке имеет аналогичное выражение только по своей западной (Кордильерской) половине, а восточная (платформенная) дешифрируется преимущественно по системам эрозионно-ландшафтных линеаментов, подтвержденных геофизическими полями.

Разделение магматических формаций по их принадлежности к тому или иному геокону имеет особо важное значение в зонах интерференции последних. Так, Монголо-Охотский плутонический пояс (западная половина которого связана с концентрическими разломами Восточно-Азиатского геокона, а восточная — с каркасными зонами Алданского геокона) характеризуется различной металлогенической специализацией на своих флангах. Причина таких различий заключается, по-видимому, в принадлежности этих флангов к сферам влияния различных мантийных очагов, что в конечном счете и предопределяет металлогеническую неоднородность плутонического пояса.

## ABSTRACT

Linear erosion reveals weakened geological zones which associate with faults and other discontinuities. That is why, it is used for prospecting of magmatogene structures of central type. Not only exposed, but also buried magmatic complexes of central type are established from radial-concentric pattern of erosional forms of different orders, united within one magmatic chamber into an erosional system. The analysis of structural forms revealed in this way is of great significance not only for the study of general geology, but also for the prognostic evaluation of the territory for mineral resources.

УДК 551.79

П. В. Федоров

### СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ПЛЕЙСТОЦЕНА ЧЕРНОГО И СРЕДИЗЕМНОГО МОРЕЙ

История Средиземного моря в плейстоцене существенно не отличалась от истории Атлантики, и их отложения содержащие исключительно морскую фауну, сравнительно легко сопоставляются между собой.

Более сложно развивалось Черное море, в истории которого имели место то опреснения, связанные с притоком каспийских вод через Манычскую долину, то осолонения во время сообщения его через проливы Босфор и Дарданеллы с Эгейским и Средиземным морями.

Однако за всю плиоцен-плейстоценовую историю Черное море ни разу не превращалось в пресноводное озеро, как ошибочно считают зарубежные авторы тома 42 [Init. Rep. .... 1978], а неоднократно представляло собой водоем пониженной солености. Эти события отражены в стратиграфии плейстоцена Черного моря, где в разрезе чередуются отложения с солоноватоводной фауной каспийского типа и слои с морской фауной средиземноморского типа. Первые сопоставляются с соответствующими горизонтами каспийской шкалы, а вторые — с подразделениями средиземноморского плейстоцена.

Стратиграфия плейстоцена Черноморской области на протяжении многих десятилетий разрабатывалась выдающимися русскими и советскими учеными [Андрусов — 1904—1905 и др., Архангельский и Страхов — 1938 и другие]. Она основана на эволюции эндемичных фаун моллюсков и поэтому является местной. Кроме того, исходными данными служат геологические разрезы берегов, характеризующиеся неполной геологической летописью.

Привязка местной стратиграфической шкалы Черного моря к средиземноморской шкале, которая всегда рассматривалась в качестве эталонной, является важнейшей задачей. В настоящее время эта проблема стала еще более актуальной в связи с работами по программе международной геологической корреляции.

Поэтому представляет большой интерес глубоководное бурение в Черном море, проведенное американским научно-исследовательским судном «Гломар Челленджер» в 1975 году (рейс 42 б). В результате обработки материалов этого бурения, выполненного советскими и зарубежными учеными были получены ценные сведения о разрезе верхнего плиоцена и плейстоцена глубоководной части моря (скв. 379 а, 380, 380 а).

Данные, полученные Е. В. Кореневой и Г. Г. Карташовой по спорам и пыльце, А. П. Жузе и В. В. Мухиной по диатомеям [Init. Rep. of Deep Sea Drill. Proj. V. 42 b., 2, 1978] показали, что последовательность слоев в непрерывном разрезе, их палеонтологическая и палеоклиматическая характеристики в основных чертах соответствуют стратиграфии, установленной в береговых разрезах.

Таким образом, стратиграфическая шкала черноморского плейстоцена получает подтверждение в последовательности слоев донных осадков и может рассматриваться в качестве общей.

Однако корреляция ее с эталонной шкалой Средиземного моря все еще во многом проблематична [Hey, 1977]. Более обоснованы сопоставления голоцен и верхнего плейстоцена, хотя соответствие карангата и неотиррена еще требует уточнения.

Тем не менее сейчас имеется возможность в следующем виде дать эту корреляцию (таблица).

## ЛИТЕРАТУРА

- Никифорова К. В., Краснов И. И., Александрова Л. П.,  
Васильев Ю. М., Константинова Н. А., Чепалыга А. Л.  
Климатические колебания и детальная стратиграфия верхнеплиоценовых  
и нижнеплейстоценовых отложений Юга СССР. — В кн.: Доклады советских  
геологов на XXV сессии МГК. Геология четвертичного периода. Инженерная  
геология. Проблемы гидрогеологии аридной зоны. М.: Наука, 1976.
- Федоров П. В. Плейстоцен Понто-Каспия. — Тр. Геол. ин-та АН СССР, 1978,  
вып. 310.
- Hey R. W. The marine Quaternary of the Mediterranean. Studia Geologica Polonica.  
Warszawa, 1977, vol. 12.
- Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. Washington (U. S. Gov. Print Off),  
1978, Vol. 42, N. 2.

## ABSTRACT

The Pleistocene of the Black Sea is characterized by the alternation of the layers with brackish-water and marine faunas of mollusks. The former can be correlated with subdivisions of the Caspian and the latter — with the Mediterranean stratigraphic scales.

Till recently the only data used for compilation of the Black Sea stratigraphic scale were sections of the raised beaches. At present we have the possibility of using the materials of drilling on the shelf and in the deep-

Таблица

Стратиграфическая корреляция плейстоцена Черного и Средиземного морей

Палеомагнитная шкала	Атлантика (Gartner, Emiliani – 1976)	Средиземное море (по разным авторам)	Черное море				Региональная шкала Евр. части СССР (Никиторова, Краснов и др. – 1976).	Шкала МСК			
			Береговые разрезы и шельф (Федоров – 1978).		Глубоководные осадки (Jouse, Koreneva, Ross and others, 1978).						
Брюнес	Emiliania huxleyi (расцвет) 60 тыс. лет	Фландрий	Черноморий	Нимфей	Осолонение потепление	Голоцен	Голоцен	Плейстоцен			
				Фанагорий							
				Новочерноморий							
				Древнечерноморий							
		Гримальдий (ретрессия, виорм)	Новоэвксин	Новоэвксин – II	Опреснение похолодание	Осташковское	Верхний				
				Новоэвксин – I (ретрессия)		Молого-шекснинское					
		Неотиррен (ульжа)	Карангат	Карангат – II	Осолонение потепление (максимальное)	Калининское					
				Карангат – I							
		Регрессия (рисс – II)	Эвксино-узунлар – II	Регрессия	Похолодание	Московское	Средний				
				Узунлар	Потепление	Одинцовское					
Матурия	Emiliania huxleyi 260 тыс. лет	Регрессия (рисс – I)	Эвксино-узунлар – I	Древнезавксин – II	Опреснение похолодание	Днепровское	Средний				
				Регрессия							
		Гефирокапса oceanica	Палеотиррен	Палеоузунлар	Осолонение потепление	Лихвинское					
				Древнезавксин – I							
		Регрессия (миндель)	Чауда	Регрессия	Опреснение похолодание	Окское	Нижний				
				Чауда – II							
		Кромер	Сицилий – II (Миллатций)	Чауда – I	Потепление	Днестровское (звено)					
				Регрессия							
		Эмилий Калабрий	Гурия	Регрессия	Похолодание	Скифское (звено)	Эпиплейстоцен (верхний плиоцен)				
				Гурия							

water part of the sea which confirm in general the correctness of stratigraphic scheme established in the shore sections. The scale compiled according to all these data can be regarded as general for the Black Sea areas. Its subdivisions are correlated with the stratigraphic schemes of the Mediterranean, Atlantic and the European part of the USSR [see table].

УДК 551.7

*А. Л. Цагарели*

## О ВОЗРАСТЕ РЕЛЬЕФА КАВКАЗА

На Большом и Малом Кавказе известны останцы поверхностей выравнивания, расположенные ступенями на разных высотах вплоть до гребневых частей. Датировка этих поверхностей — основная проблема в неотектонике Кавказа.

В настоящее время намечается два главных направления. Согласно первому — в конце плиоцена вся территория Кавказа была пeneпленизирована и весь его современный рельеф был создан дифференцированными постплиоценовыми движениями [Варданянц, 1948]. Согласно второму — возраст поверхностей определяется в зависимости от высоты — миоценовым для самого высокого уровня и позднеплиоценовым для самого низкого уровня [Милановский, 1968].

Анализ геологических и геоморфологических материалов свидетельствует, что далеко не всегда в рельефе гор присутствуют поверхности древнее верхнего плиоцена. Миоценовая (сарматская) поверхность сохранилась на западном Кавказе и, с меньшей долей вероятности, на северном склоне Малого Кавказа. В Аджаро-Триалетской зоне древнейшей является нижнеплиоценовая поверхность (и возможно, что именно она считается миоценовой в Локско-Карабахской зоне). На восточном Кавказе, на г. Шахдаг, сармат участвует в строении синклиналей и срезается поверхностью, возраст которой должен быть значительно моложе.

По геологическим разрезам миоценовый рельеф в подавляющем большинстве случаев реконструируется значительно выше современного рельефа (в среднем на 2 км на Большом Кавказе и до 1 км на Малом).

Возраст структур показывает четкую нижнюю границу пeneпленов. В Аджаро-Триалетской зоне пeneпленами срезаются аттические, в Локско-Карабахской — штирийские, на южном склоне Большого Кавказа — аттические складки и роданская надвиги, в Дагестане — аттические складки. Срезающие эти структуры поверхности не могут быть миоценовыми, в крайнем случае они накладываются на миоценовые (срезают миоценовый чехол, обнажая его подошву).

На Большом Кавказе имеется и ряд других фактов, подтверждающих очень молодой возраст поверхностей. Прежде всего это кливаж и «альпийские» жилы хрусталия аттического возраста, обнаженные на уровне поверхностей выравнивания, некоторые рудные месторождения атти-

ческого или роданского возраста [Ахвledиани и др., 1968; Надирадзе, 1972] и большое количество интрузий, имеющих плиоценовый возраст. Поэтому ясно, что перед выравниванием был удален мощный слой пород.

Очень интересные выводы можно получить путем изучения молассы. В составе грубообломочных отложений нижнего плиоцена преобладают гальки пород, в настоящее время почти отсутствующие на склонах Большого Кавказа. Это также определяет нижний возрастной предел поверхностей выравнивания.

Объем молассы может быть важным критерием для проверки возраста наблюдаемых поверхностей. Объем сарматских и верхнеплиоценовых отложений в Рионской впадине составляет 7380 км<sup>3</sup>, в Куриńskiej 101 470 км<sup>3</sup>, в Кубанской 49 800 км<sup>3</sup>, в Терско-Кумской 140 800 км<sup>3</sup>, что в сумме составляет 299 450 км<sup>3</sup>. Объем верхнеплиоценовых моласс значительно меньше, например, в Куринской депрессии 36 000 км<sup>3</sup>, в Рионской всего 625 км<sup>3</sup>. Это указывает на сильное ослабление размыва. Если сопоставить эти цифры с объемами размытого слоя в горах, получим следующую картину. На Большом Кавказе (площадь 116 600 км<sup>2</sup>, средняя мощность размытого слоя 2 км) — 233 200 км<sup>3</sup>, на Малом (площадь 61 100 км<sup>2</sup>, мощность 1 км) — 61 100 км<sup>3</sup>, на Талыше (площадь 4 000 км<sup>2</sup>, мощность 0,5 км) — 2000 км<sup>3</sup>. В сумме это составляет 296 300 км<sup>3</sup>. Итоговые цифры вполне сопоставимы, но, учитывая неизбежное разрыхление пород при размыве и переотложении, а также наличие ракушняков, действительный объем молассы должен быть еще больше. Эту часть объема следует искать в осадках Черного и Каспийского морей.

Если считать, что в гребневых зонах гор сохранилась миоценовая поверхность, то мощность размытого слоя не может превышать 0,5 км, а объем молассы должен быть меньше почти в 4 раза, чему противоречат приведенные выше данные.

Возникает вопрос о природе ступенчатого расположения пенепленов. Обращает на себя внимание совпадение границ ступеней с крупными разломами. Геоморфологический анализ этих разломов и ступеней выявляет интересную картину конэрзийного развития. Внутри ступеней мы, как правило, имеем полную серию четвертичных террас или морен, тогда как фронт разломов характеризуется очень молодым расчленением. Здесь явный геоморфологический перерыв в развитии разлома, указывающий на время образования (или омоложения) дислокаций [Цагарели, 1972; Ширинов, 1965].

Очевидно, в верхнем плиоцене Кавказ был полностью или почти пенепленизирован. Это не могло не отразиться на живой природе. И действительно, в верхнем миоцене — нижнем плиоцене Грузии различаются флоры нагорные и флоры теплых долин. Это, как и грубообломочный характер моласс, свидетельствует о существовании горного рельефа. Постепенно к верхнему плиоцену начинают господствовать монодоминантные леса современного типа [Узнадзе, 1965; Шатилова, 1967, 1974]. Это объяснялось похолоданием, однако естественнее допустить выравнивание условий обитания, т. е. рельефа.

Акчагыльская фауна млекопитающих представлена комплексом саванны, родственным современным индийским и южноафриканским

фаунам [Векуа, 1972]. Эта фауна, также как и нижнеплейстоценовая фауна Ахалкалакского нагорья [Векуа, 1962], исключает наличие современных горных барьеров. Зато позже Большой Кавказ оказался серьезным барьером для мамонта.

Из всего сказанного следует, что на Кавказе возраст современного рельефа в основном не древнее верхнего плиоцена. Ступенчатое расположение останцов верхнеплиоценового пенеплена объясняется его взламыванием омоложенными разрывами.

## ABSTRACT

Dans le Grand et le Petit Caucase on connaît des restes des peneplaines, situés en plusieurs gradins aux altitudes différentes jusqu'à la zone des crêtes. A présent on peut distinguer deux tendances dans la définition de l'age de ces surfaces. Selon la première version tout le territoire du Caucase aurait été peneplané vers la fin du Pliocène, et le relief montagneux actuel créé par les mouvements différences post—Pliocènes. Selon la deuxième, plus récente et plus répandue, l'age des surfaces dépend de leur altitude — il varie du Miocène dans la zone des crêtes au Pliocène supérieur dans l'avant—pays. Dans le Petit Caucase quelques investigateurs admettent aussi l'existence d'une surface Oligocène. Selon cette version l'age du relief serait surtout Miocène.

Une analyse soigneuse des données géologiques et géomorphologiques démontre que les surfaces plus anciennes que le Pliocène supérieur ne sont pas toujours présentes dans le relief du Caucase. Assez rarement on observe la surface Pliocène inférieur, et encore plus rarement la surface Pliocène inférieur, et encore plus rarement la surface Miocène, laquelle selon les coupes géologiques est reconstituée surtout au-dessus du relief actuel. C'est la surface Pliocène supérieur qui est la plus développée et qui monte jusqu'aux crêtes les plus élevées.

La peneplaine Pliocène supérieure est datée au moyen de méthodes diverses: a) elle tronque les structures de l'age attique et rhodanique; b) au niveau de cette surface sont exposés de nombreux gisements de minéraux ainsi que de petites intrusions de l'age Pliocène; c) la composition de galets dans les conglomérats molassiques du Pliocène inférieur indique, qu'à cette époque l'érosion enlevait les roches qui à présent sont presque entièrement détruites dans les montagnes. Et les surfaces de planation se situent sur les roches plus anciennes; d) le volume total de la molasse Sarmatique—Pliocène supérieur dans les fosses molassiques confirme, que dans les montagnes avant le Pliocène supérieur une couche e norme de roches, et avec elles aussi le relief Miocène furent détruits; e) l'analyse des matériaux paléontologiques (mammifères, flore) confirme de même qu'un relief presque plat dominait au Pliocène supérieur.

Les matériaux cités témoignent que le relief montagneux actuel du Caucase s'est développé en résultat des mouvements néotectoniques à partir de la peneplaine Pliocène supérieur. Cette dernière fut déformée en ondes et fracturée par failles inverses jeunes et rajeunies. Les ondes et les failles se combinent régulièrement et déterminent le caractère du relief.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ахвледиани Р. А., Кокрашвили З. А., Цагарели А. Л. Альпийские жилы хрусталя Большого Кавказа и связанные с ними вопросы тектоники. — Сообщ. АН ГССР, 1968, т. 52, № 1.
- Варданянц Л. А. Постплиоценовая история Кавказско-Черноморско-Каспийской области. Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1948.
- Векуа А. К. Ахалкалакская нижнеплейстоценовая фауна млекопитающих. Тбилиси: Мецниереба, 1962. На груз. яз.
- Векуа А. К. Квабебская фауна акчагильских позвоночных. М.: Наука, 1972.
- Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968.
- Надирадзе В. Р., Цагарели А. Л. О глубине формирования месторождений сурьмяно-рутто-мышьяковой формации. — Сообщ. АН ГССР, 1972, т. 68, № 3.
- Узандзе М. Д. Неогеновая флора Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1965.
- Цагарели А. Л. Конэрзинные разломы и четвертичная история Кавказа. М.: Наука, 1972.
- Шатилова И. И. Палинологическая характеристика куяльницких, гурийских и чаудинских отложений Гурии. Тбилиси: Мецниереба, 1967.
- Шатилова И. И. Палинологическое обоснование геохронологии верхнего плиоцена и плейстоцена Западной Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1974.
- Ширинов Н. Ш. К вопросу о количестве и возрасте поверхностей выравнивания восточного Кавказа. — Изв. АН Аз. ССР. Сер. геол.-геогр. наук, 1965, № 3.

УДК 551.79

*С. М. Цейтлин*

### ЗОНАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (некоторые палеогеографические аспекты проблемы генезиса лёссов)

В большинстве работ, посвященных проблеме лёссов, палеогеографическая обстановка времени их образования рассматривалась на узкогиональных материалах или, что значительно реже, на материалах, охватывающих одну из палеоклиматических зон. Подобный подход, по мнению автора, суживает возможности палеогеографического анализа лёссовой проблемы.

Более широким палеогеографическим подходом может считаться мнение, которое разделяет подавляющее число исследователей лёссов, что образование лёссов происходило в условиях холодного и сухого климата, т. е. во время развития четвертичных оледенений и во время формирования синхронных последним перигляциальных зон. Однако время накопления основной массы лёссов, наверно, следует сузить, поскольку начало оледенения связано с влажным и холодным климатом и только начиная с максимума оледенения устанавливается сухая и холодная обстановка. Следовательно, логичнее связывать время

накопления лёссов примерно со второй половиной времени оледенения.

Важный палеогеографический аспект лёсовой проблемы — признание лёсса как зонального образования, что отмечено, например, Н. И. Кригером [1965]. Этот исследователь считает, что лессы приурочены к периферии перигляциальных зон оледенений. Автор настоящей статьи вполне согласен с таким пониманием палеогеографии лёссов. Тем не менее палеогеографическая позиция лёссов может быть рассмотрена, по мнению автора, и в более широком плане.

В пределах перигляциальной зоны с севера на юг происходит последовательная смена суглинков лёсsovидными суглинками и далее лёссами<sup>1</sup>. Подобная смена происходит в пределах единого стратиграфического уровня. Как суглинки, так и лёсsovидные суглинки и лёссы расслоены горизонтами погребенных почв, образованными в межледниковых или межстадиальных условиях.

Ряд суглинки—лёсsovидные суглинки—лёссы в целом представляет собой алевриты. И те и другие отличаются преобладанием пылеватых фракций, до 30—40% содержанием глинистых фракций и совершенно незначительным количеством песчаного материала. Все они в той или иной степени пористы, карбонатны, обладают столбчатой отдельностью. Тем не менее различия между членами этого ряда существуют и обязаны они в основном генезису самого мелкозема.

В северной части перигляциальной зоны, там, где распространены суглинки, они образованы делювиальными, делювиально-солифлюкционными, аллювиальными, эоловыми процессами, а также, по-видимому, процессами криопелитизации и снежной нивации [Попов, 1953, 1967]. Покровы суглинков на аллювии речных террас местами в этой части зоны неяснослоисты и постепенно переходят в слоистые аллювиальные отложения. Доля участия эолового материала в сложении суглинков, вероятно, сравнительно мала. В подавляющем большинстве случаев накопление мелкозема суглинков достаточно уверенно определяется как результат иных, не эоловых процессов. Подтверждением этому служит факт весьма незначительного развития в этой части перигляциальной зоны плейстоценовых эоловых форм рельефа (различных дюн, бугров и т. п.), что свидетельствует о малой роли здесь ветровых процессов.

В средней части перигляциальной зоны — в полосе развития лёсsovидных суглинков генезис их также разнообразен. Здесь они образованы эоловыми, водными, делювиальными, делювиально-солифлюкционными, пролювиальными и другими процессами накопления мелкоземистого материала.

Однако доля участия эолового материала в образовании лёсsovидных суглинков здесь значительно существеннее. Эоловые осадки участвуют в сложении части толщ делювиальных и водных суглинков, иногда ими нацело образованы лёсsovидные суглинки пологих склонов, обращенных на запад и юго-запад. Плейстоценовые эоловые формы рельефа встре-

<sup>1</sup> Сходное представление о наличии подобной зональности можно найти, например, в работах Л. С. Берга, Ю. Финка, И. К. Ивановой.

чаются весьма часто (гривный рельеф, деформированные дюны и бугры, дефляционные котловины и западины).

На юге перигляциальной зоны, в полосе «типичных» лёссов (например, в долинах и предгорьях Тянь-Шаня) также встречаются лёссы и лёссовидные породы самого разнобразного генезиса. Однако золовые лёссы доминируют. Автор полагает, что даже делювиальные, пролювиальные и аллювиальные лёссы и лёссовидные породы здесь образованы преимущественно из первично-эолового материала. В этой части перигляциальной зоны очень широко развиты и классические формы эолового рельефа (территории пустынь и полупустынь).

Следует отметить, несмотря на заметную общность по многим показателям пород ряда суглинки—лёссовидные суглинки—лёссы, что отмечалось выше, они все же имеют ясно выраженные отличия. Если на севере перигляциальной зоны суглинки микропористы, содержание карбонатов не превышает в них 2%, а глинистых фракций  $> 30\%$ , то на юге лёссы обычно макропористы, содержание карбонатов достигает 15—25%, а глинистых фракций в породе не более 30%. Кроме того, в противоположность суглинкам севера лёссы юга в той или иной мере просадочны.

Итак, в генезисе мелкозема перигляциальной зоны, по мнению автора, достаточно отчетливо прослеживаются различия, связанные со спецификой палеогеографических условий отдельных подзон этой зоны. Надо полагать, что ряд суглинки—лёссовидные суглинки—лёссы представляет собой климатически обусловленные мелкоземистые образования, отражающие внутреннюю физико-географическую зональность перигляциальной зоны.

Судя по пространственной ориентировке форм плейстоценового эолового рельефа, господствующими во время развития золовых процессов были ветры западных румбов. Однако в северной подзоне чаще наблюдаются такие формы ископаемого эолового рельефа, которые подтверждают северо-западный перенос эолового материала; в средней подзоне перигляциальной зоны есть свидетельства былого развития наряду с западными и юго-западных ветров. Как можно видеть, основные направления ветров в перигляциальных условиях (во всяком случае, во второй половине ледниковых эпох) были близки к современным, что уже почти полстолетия назад отметил Б. Л. Личков [1931].

Минералогическая характеристика пород ряда суглинки—лёссовидные суглинки—лёссы свидетельствует, что их пылеватый материал был заимствован из близрасположенных территорий; это же в определенной мере подтверждается существованием дефляционных эоловых форм рельефа недалеко от области накопления мелкоземов [Волков, 1971].

Следовательно, во-первых, единый во времени меридионально расположенный ряд суглинки — лёссовидные суглинки—лёссы представляет собой зональные мелкоземы, образованные в различных палеогеографических условиях отдельных подзон внутри перигляциальной зоны. Во-вторых, существуют отличия в генезисе мелкоземов каждого из членов ряда суглинки—лёссовидные суглинки—лёссы. В-третьих, отчетливо проявляется усиление ветровых процессов (и накопление эолового

материала) внутри перигляциальной зоны от ее северных частей к ее южной окраине, где, соответственно, и распространены типичные лёссы — лёссы преимущественного эолового генезиса. В-четвертых, ряд суглинки—лессовидные суглинки—лёссы представляет собой закономерное сочетание мелкоземистых образований перигляциальной зоны; границы последней включают в себя, следовательно, и области эоловых лёссов.

## ABSTRACT

Within the periglacial zone at the same stratigraphic level a successively changing series of silts are observed from north to south: loams-loess-like loams-loesses. All of them are porous to a different degree, carbonate-bearing, vertically jointed. In the north of the zone the genesis of loams is deluvial, aqueous, cryopelitic; the participation of eolian material is insignificant. In the middle part of the zone the loess-like loams differ in genesis, but the amount of the eolian material increases. The loesses in the south of the zone include primarily the eolian material. Correspondingly, the Pleistocene eolian forms of the relief increase from north to south; this appears to testify to the intensification of the windy processes in the same direction and to the specific character of paleogeographical conditions of some subzones in the periglacial zone.

## ЛИТЕРАТУРА

- Волков И. А. Позднечетвертичная субаэральная формация. Тр. ИГГ СО АН СССР. 1971, вып. 107.
- Кригер Н. И. Лёсс, его свойства и связь с географической средой: К УП конгр. ИНКВА (США, 1965). М.: Наука, 1965.
- Личков Б. Л. О древних оледенениях и великих аллювиальных равнинах. — Записки Гос. гидрол. ин-та. 1931, т. 4.
- Попов А. И. О происхождении покровных суглинков Русской равнины. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1953 г., № 5.
- Попов А. И. Мерзлотные явления в земной коре (криолитология). М.: Изд-во МГУ, 1967.

УДК 551.49

С. Л. Шварцев

## СОВРЕМЕННЫЙ ПОДЗЕМНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ ВЫНОС В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ЗОНАХ

Масштабы мобилизации и перераспределения химических элементов в различных частях земного шара в современную эпоху представляют собой одну из важнейших задач геохимии литогенеза четвертичного периода. Поэтому интерес исследователей к изучению стока растворенных веществ с континентов поверхностными и подземными водами

неуклонно возрастает [Алекин, Бражникова, 1964; Макаренко, Зверев, 1970; Windom et al., 1971; Meybeck, 1976; Шварцев, 1978; и др.]. В этой связи возникает важная проблема по установлению роли подземного стока в мобилизации, выносе и дальнейшем перераспределении химических элементов в процессе выветривания и последующего преобразования горных пород, а также по выявлению соотношения между долями химических элементов, выносимых подземными водами и накапливающихся в форме вторичных продуктов, применительно к различным ландшафтно-климатическим зонам.

Решить поставленную задачу нам помогло изучение масштабов суммарного подземного химического выноса в основных ландшафтно-климатических зонах земного шара и последующее выделение 3 его составляющих: атмогенной, биогенной и литогенной. В основу расчетов были положены данные по химическому составу (более 25 тысяч анализов) подземных вод и величинам подземного химического стока по 73 районам земного шара [Шварцев, 1978]. Поскольку геологов интересует в первую очередь вынос химических элементов из горных пород, в данной работе более подробно рассмотрим вопрос о литогенной составляющей подземного химического выноса, которая ранее обычно исследователями не выделялась.

Прежде всего обращает на себя внимание (таблица) широкий интервал величин суммарного подземного выноса, обусловленный разнообразием природных условий: 0,264 (тундра) — 5,726 (влажная саванна)  $\text{г/с} \cdot \text{км}^2$  или соответственно 8,3 и 180,5  $\text{т/год} \cdot \text{км}^2$ . Основными факторами, контролирующими масштабы выноса химических элементов, являются интенсивность водообмена, характер геохимической среды и направленность выветривания горных пород. Последнее контролирует и соотношение между долей выносимых и контролируемых в продуктах выветривания химических элементов, которое также колеблется в весьма широких пределах: от 1,1 (влажная саванна) до 1 : 9,0 (степи умеренной зоны).

Следовательно, только небольшая часть разрушенной водой породы выносится в форме подвижных соединений, тогда как большая часть концентрируется в коре выветривания в форме разнообразных глин, гидроокислов и других соединений, являющихся в последующем объектом механической эрозии. Поэтому масштабы подземного химического выветривания значительно превышают масштабы выноса химических элементов, которые в разных климатических зонах меняются в значительных пределах (таблица).

Анализ полученных данных позволяет заключить, что 1) необходимо различать абсолютный и относительный вынос химических элементов из горных пород: первый по мере увеличения времени взаимодействия воды с горными породами растет, второй, наоборот, уменьшается; 2) направленность выветривания горных пород в одних и тех же климатических условиях не остается постоянной, а изменяется по мере эволюции солености и щелочности раствора при его взаимодействии с алюмосиликатами; 3) маломинерализованные воды приводят к формированию латеритных кор выветривания, бедных химическими элементами. По мере

Таблица

## Масштабы подземного химического выноса в основных ландшафтных зонах земного шара

Основные ландшафтные зоны	Суммарный вынос, г/с · км <sup>2</sup>	Литогенная составляющая выноса		Соотношение выноса и накопления элементов	Масштабы подземного химического выветривания, см/100 лет	Масштабы подземного химического выноса, см/1000 лет
		г/с · км <sup>2</sup>	%			
Зона умеренного климата						
Тундра	0,264	0,046	17,4	1 : 1,8	0,17	0,06
Северная тайга	0,682	0,121	17,8	1 : 2,0	0,46	0,15
Смешанные леса	0,826	0,177	21,4	1 : 3,5	1,01	0,22
Южная тайга	1,247	0,312	25,0	1 : 3,8	1,88	0,39
Лесостепи	0,959	0,210	21,9	1 : 6,0	1,85	0,26
Степи	0,454	0,058	8,4	1 : 9,0	0,72	0,07
Тропическая и экваториальная зоны						
Влажная саванна	5,726	0,317	5,5	1 : 1,1	0,84	0,40
Тропические леса	3,514	0,484	13,7	1 : 2,0	1,82	0,61
Субтропические леса	1,442	0,405	28,0	1 : 3,0	2,03	0,51
Сухая саванна	0,864	0,204	23,6	1 : 5,6	1,69	0,25
Степи	0,489	0,080	13,2	1 : 7,0	0,80	0,10
Горная зона						
Тундро-луговая	0,877	0,210	24,0	1 : 2,5	0,93	0,26
Горно-лесная	1,107	0,256	23,1	1 : 3,5	1,45	0,32
Горно-степная	0,689	0,143	20,8	1 : 6,5	1,35	0,18

роста солености и щелочности раствора спектр и количество элементов, связываемых продуктами выветривания, возрастают, что ведет к формированию монтмориллонитовых, гидрослюдистых, карбонатных и других кор выветривания.

Следовательно, изучение подземного химического выноса позволяет исследовать динамику разрушения водой горных пород и тем самым глубже понять особенности начальных этапов литогенеза в целом.

## ABSTRACT

Solution of the problem of correlation between the velocity of mechanical erosion and the chemical one in the zones of different landscapes demands differential approach to the analysis of this complicated phenomenon. To find the role of the underground run off in mobilization, removal and

further redistribution of chemical elements during the weathering process and subsequent transformation of rocks is of particular importance. The paper proposes the solution of the above mentioned problem.

For five years we have been carrying out the generalization of the data on the underground water chemical composition for hypergenetic zones of the main landscape areas on the Earth. As a result we obtained data on the medial composition of the groundwater and the quantity of the elements leached from rocks. These data, combined with those of the underground run off value, made it possible to estimate the modern scale of the transportation of the chemical elements from carbonate and aluminosilicate rocks, that is to estimate the underground chemical removal. The latter ranges from 1,5 (tundra) to 15,2 (tropical forests)  $t \cdot yr^{-1} \cdot km^{-2}$  according to our data.

However the geochemical role of the underground removal is far from being limited by this. For in aluminosilicate rocks which dissolve incongruently there is only small part of the water—destructed rock, being carried away in the form of mobile combinations, whereas the most part accumulate in the weathering crust in the form of various clays, hydrooxides and other deposits to be the object of the mechanical erosion in future. The relationship between part of the removed elements and the accumulated ones in the form of the secondary sediments, depending on the type of weathering, ranges greatly: from 1 : 1,1 (wet savanna) to 1 : 9,0 (steppes). Thus the volume of rocks destructed by the underground water exceeds greatly the volume of the removed chemical elements and ranges from 4,2 (tundra) to 50,8 (subtropical forests)  $t \cdot yr^{-1} \cdot km^{-2}$ .

The obtained data enabled us to calculate separately the velocity of the modern underground chemical rock weathering and that of the underground chemical denudation. At present the least values of both processes take place in tundra where they are 0,17 and 0,06 cm per 1000 years respectively, and the highest ones are found in the zone of subtropical forests: 2,03 and 0,51 cm per 1000 years respectively.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А., Бражников Л. В. Сток растворенных веществ с территории СССР. М.: Наука, 1964. 144 с., ил.
- Макаренко Ф. А., Зверев В. В. Подземный химический сток на территории СССР. — В кн.: Литология и полезные ископаемые, 1970, № 6, с. 30—37.
- Шварцев С. Л. Гидрохимия зоны гипергенеза. М.: Недра, 1978.
- Мейбеск M. Total mineral dissolved transport by world major rivers. Hydrol. Sci. Bull., 1976, 21, № 2, p. 265—284.
- Windom H. L., Beck K. C., Smith R. Transport of trace metals to the Atlantic ocean by three southeastern rivers. — Southeast. Geol., 1971, 12, № 3.

# ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

## ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Доклады, объединенные темой «Дистанционное зондирование», характеризуют современное состояние проблемы использования аэро- и космических методов геологического изучения Земли. Изучение поверхности Земли по космическим снимкам позволило установить наличие и приступить к анализу крупных линейных разрывных нарушений (в первую очередь глубинных), а также кольцевых и концентрических структур различного генезиса. Если интенсивность проявления разрывных структур, хотя и не всегда находивших отображение на геологических картах, не было неожиданностью для геологов, то широкое развитие кольцевых структур заставляет в ряде случаев по-новому посмотреть на особенности развития земной коры.

В распределении и развитии линейных структур авторами докладов подмечается определенная закономерность глобального плана. В первую очередь это относится к так называемым «суперлинеаментам» протяженностью в сотни и тысячи километров. Анализ и геологическая трактовка таких структур даются в ряде докладов на примере крупных регионов северной Евразии. Не менее интересные материалы приводятся по кольцевым структурам, среди которых выделяются структуры различного размера и генезиса, в том числе имеющие корни мантийного заложения и живущие на протяжении всей геологической истории развития Земли.

Информация, получаемая с материалов космических съемок, позволила приступить к созданию принципиально новых карт геологического содержания — космогеологических и космотектонических. Принципы создания таких карт территории СССР масштаба 1 : 5 000 000 и Арабо-Каспийского региона масштаба 1 : 2 500 000) и их геологический анализ приведены в двух докладах.

В специальном докладе рассмотрены вопросы методики и геологической эффективности визуальных наблюдений с орбитальных научных станций.

Приведенные в докладах материалы показывают, что использование космических снимков вывело геологов на тот уровень генерализации, который позволяет объективно изучать общие закономерности геологического строения крупных регионов и целых континентов. Это способствует, с одной стороны, более надежному решению общегеологических проблем, а с другой — изучению закономерностей размещения полезных ископаемых и формирования месторождений.

*В. Б. Комаров, Б. Н. Можаев*

## **СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В СССР**

Использование дистанционных методов в геологических исследованиях в СССР идет все возрастающими темпами. Если в конце 30-х годов имели место отдельные примеры успешного применения аэрофотоснимков для решения геологических задач, то в 50-х годах материалы съемки начали применяться в широких производственных масштабах при геологическом картировании и поисках полезных ископаемых, а в 60—70-х годах аэро- и космогеологические исследования оформились в качестве самостоятельных видов геологоразведочных работ. В настоящее время расширение использования космических и аэровысотных средств геологических исследований предусмотрено общегосударственным планом развития народного хозяйства СССР.

К настоящему времени оценены возможности, разработана методика, а в ряде случаев и технология использования при геологических исследованиях материалов аэрофотосъемки (в том числе и высотной), космических съемок (фото, телевизионных и оптико-электронных), радиолокационной аэросъемки, определяются возможности и разрабатывается методика применения материалов тепловой и многоспектральной аэросъемок, радиолокационного подповерхностного зондирования.

Основной объем информации, получаемой дистанционными методами, относится к геологическим объектам, выходящим на уровень эрозионного среза. Это позволяет успешно решать следующие задачи: выделять геологические тела, оконтуривать их, определять вещественный состав и внутреннюю структуру тела, изучать его положение относительно других геологических тел, исследовать современные физико-геологические процессы. С появлением мелко- и сверхмелкомасштабных изображений стали решаться задачи, относящиеся к изучению погребенных и глубинных геологических объектов. По мере развития и совершенствования технических средств и технологии получения изображения, а также методики их обработки и интерпретации соответственно расширяется круг геологических задач, решаемых с применением дистанционных методов, повышаются полнота и надежность их решения, увеличивается точность геологических документов, составляемых по материалам дистанционных съемок, возрастают объемы применения материалов дистанционных съемок при геологоразведочных работах.

Задачи, решаемые с помощью дистанционных методов, относятся преимущественно к региональным геологическим работам и поискам полезных ископаемых, а в случае использования материалов высотных аэросъемок и космических съемок — к составлению мелкомасштабных и обзорных карт геологического содержания.

При геологическом картировании и поисках полезных ископаемых в основном используются черно-белые снимки различных масштабов,

полученные на разных высокоразрешающих типах пленки, в отдельных случаях — на цветных и спектрональных пленках. С совершенствованием аэрофотосъемочной аппаратуры повышается роль высотной аэрофотосъемки.

Все шире начинает использоваться многозональная съемка, предусматривающая получение снимков в трех и более зонах спектра и дальнейшее синтезирование цветных изображений. Получаемые материалы могут быть использованы практически на всех этапах геологических работ. При этом исключается необходимость выполнения цветной съемки, поскольку появляются более широкие возможности получения различных цветных комбинаций с целью улучшения дешифрируемости многозональных снимков при решении той или иной задачи.

Многозональная фотосъемка выполняется как с воздушных, так и с космических носителей. В СССР такие съемки проводились в экспериментальных целях с пилотируемого космического корабля «Союз-22» с помощью камеры МКФ-6, разработанной совместно специалистами СССР и ГДР. Полученные материалы преобразовывались в цветные изображения с помощью многоспектрального синтезирующего прибора МСП-4.

С созданием оптических сканирующих систем получила развитие многоспектральная съемка, при которой информация об объекте в широких (80—100 нм) или узких (20—40 нм) спектральных интервалах регистрируется в аналоговом или цифровом виде на магнитном носителе и может быть в дальнейшем либо преобразована в черно-белое или цветное изображение, либо непосредственно обработана с помощью ЭВМ с представлением результатов в графическом или полутональном виде.

Указанными системами в нашей стране проводятся экспериментальные аэрофотосъемки, съемки из космоса со спутника типа «Метеор». Полученные материалы исследуются с точки зрения количества геологической информации, регистрируемой в различных спектральных интервалах, разрабатываются методы их комплексной обработки как с помощью ЭВМ, так и на основе преобразования в различные цветные изображения. Учитывая все возрастающий уровень развития электронно-вычислительной техники, следует ожидать, что многоспектральная съемка с различных носителей в ближайшем будущем займет одно из ведущих положений среди дистанционных методов.

Космогеологические исследования (или космогеология — по предложению А. В. Сидоренко) оформились в самостоятельный раздел дистанционных методов. Основным из методов современной космогеологии является анализ изображений поверхности Земли в видимом диапазоне; начинают развиваться и визуальные наблюдения из космоса. Появление космических снимков существенно обогатило арсенал дистанционных методов, расширило круг решаемых геологических задач и стимулировало развитие теории дешифрирования.

Подобно аэрогеологическим исследованиям теоретической основой геологической интерпретации космических снимков является положение о природных индикаторах. Согласно этому положению геологические

объекты, перекрытые чехлом более молодых образований или почвенно-растительным покровом, могут быть опознаны на снимках по изображению их природных индикаторов — элементов и компонентов ландшафта. Это предопределяет необходимость знания природных условий районов дешифрирования. При этом необходимо учитывать две особенности формирования изображений на космических снимках.

Во-первых, по сравнению с аэрофотоизображением в формировании космоизображения возрастает роль геологических факторов, что находит отражение в увеличении количества контуров, имеющих геологическую природу, и в подчиненности планового расположения негеологических компонентов и морфологических единиц ландшафта размещению вскрытых или погребенных геологических объектов. Во-вторых, вследствие мелкомасштабности космических снимков возрастает ранг морфологических элементов и типологических единиц компонентов ландшафта, выступающих в качестве природных индикаторов геологических объектов.

Концепция природных индикаторов лежит в основе геоиндикационного подхода к геологическому дешифрированию. В последнее время он стал разрабатываться с учетом достижений в области математического моделирования. Предлагается строить два типа моделей: геоиндикационные и интерпретирующие. Первые отражают казуальные взаимоотношения природных объектов, вторые — строятся на основе первых и дают представление о тех дешифровочных признаках, по которым на космических снимках опознаются либо непосредственно геологические объекты, либо их природные индикаторы (что встречается гораздо чаще). Математическое моделирование позволяет выбрать с помощью ЭВМ систему наиболее информативных природных индикаторов.

Вследствие возрастания роли геологических факторов в формировании изображения при космических съемках наряду с традиционным геоиндикационным подходом для закрытых районов широко стал применяться подход, основанный на распознавании геологических объектов непосредственно по их прямым дешифровочным признакам, прежде всего — по тону изображения. Притягательность интерпретации по прямым дешифровочным признакам заключается в ее оперативности, отсутствии промежуточных звеньев в исследовании, связанных с изучением геоиндикационных взаимоотношений между геологическим объектом и изобразившимся на снимках ландшафтом. Серьезное препятствие в развитии этого метода, однако, заключается в невозможности объективного и уверенного разделения тоновых аномалий изображения, обусловленных разными причинами.

В зависимости от масштаба и разрешающей способности космических снимков их принято делить на глобальные, континентальные, региональные, локальные и детальные. Каждой группе снимков присущи своя степень обзорности и уровень генерализации соответственно, и геологические объекты разных порядков изображаются наилучшим образом на снимках определенного уровня генерализации.

Космические снимки дают представление прежде всего о наиболее крупных элементах структуры земной коры. В частности, с их помощью

установлено более широкое, чем предполагалось ранее, развитие структур, имеющих концентрическое строение, и линеаментов.

Концентрические структуры отмечаются повсеместно: в пределах обнаженных щитов и плит платформ, в складчатых областях разного возраста. На основе изучения по снимкам их морфологии и расположения с привлечением геолого-геофизических данных очевидно, что концентрические образования земли гетерогенны и разновозрастны.

На космических снимках отражаются линеаменты разных рангов: небольшой протяженности, протяженные линеаменты, секущие без заметного смещения различные геоструктурные области, «пучки» линеаментов шириною до нескольких десятков километров. Часть из них отождествляется с планетарными трещинами, а также с разломами разного порядка и разной глубины заложения. Крупные же линеаменты пока еще не всегда объяснимы. Повсеместность их распространения, регулярность размещения в пространстве, в частности выдержанность ориентировки на больших расстояниях и отчетливо проявляющаяся периодичность, указывают на их тесную связь со структурой земной коры. Они могут быть либо следами первичной делимости земной коры, либо отражением относительно молодых процессов, происходящих в коре, в том числе и с участием космогеологических факторов (например, ротационных напряжений). Космические снимки более уверенно, чем это делается при обобщении геолого-геофизических данных, позволяют также выявлять в земной коре блоки разных порядков. Использование мелко-масштабных, особенно космических снимков земной поверхности открывает пути, ведущие к качественно новому решению некоторых геологических проблем. Одна из них связана с познанием региональных закономерностей размещения рудных месторождений в земной коре, в частности, с изучением роли разрывных нарушений в локализации оруденения, расшифровки рудоконтролирующего значения кольцевых структур.

Анализ ряда концентрических образований Сибири и Дальнего Востока, выявленных по космическим снимкам, показывает их закономерное строение: в центральных частях кольцевых структур локализуются магматические породы глубинного мантийного происхождения (ультраосновные, основные и щелочные), в периферии — глубинные гранитоидные образования корового типа. В соответствии с этим намечаются общие закономерности в локализации некоторых полезных ископаемых.

Многими исследователями отмечаются случаи отражения на космических снимках элементов глубинного геологического строения, вплоть до неровностей поверхностей Конрада и Мохо, что может быть объяснено только с позиций существования физических и химических процессов, обуславливающих передачу энергии и вещества из недр Земли в радиальном направлении и отражение элементов глубинной структуры на поверхности. Для этого привлекаются явления преемственности в расположении участков различной тектонической активности разных структурных этажей, унаследованности развития структурных форм в пределах одного этажа, вертикальные и горизонтальные перемещения блоков земной коры по линиям раздела, а также различные геохимические и геотермальные процессы.

Следовательно, «рентгеноскопичность» космических снимков определяется, с одной стороны, техническими условиями съемки (в первую очередь мелким масштабом и пониженным разрешением, определяющими естественную генерализацию изображения), а с другой стороны — глубиной захвата земной коры молодыми физическими, химическими процессами, находящими отражение на поверхности Земли и вследствие этого — и на космических снимках. Одной из форм проявления таких процессов является новейший тектогенез. Его особенности (штамповые движения геоблоков, тангенциальные перемещения плит литосферы, унаследованность относительно глубинных структур земной коры и другие), по-видимому, и являются теми основными факторами, которые определяют, до какой границы раздела в земной коре могут быть получены выводы о геологическом (в первую очередь — тектоническом) строении на основе интерпретации космических снимков.

В последнее десятилетие в нашей стране был разработан и получил широкое применение при геологических исследованиях метод радиолокационной (РЛ) съемки. Этому способствовало создание отечественной радиолокационной системы бокового обзора, позволяющей получать изображение местности практически при любой летной погоде и в любое время суток, по своему характеру приближающееся к мелкомасштабным аэрофотоснимкам. Геологов привлекла возможность использовать в своих исследованиях мелкомасштабные изображения на большие территории, которые не всегда можно получить с помощью фотографических систем из-за изменчивости метеоусловий. Особенно эффективно применение РЛ-съемки в северных районах страны, где другую информацию получить трудно, а иногда и вообще невозможно. Однако, РЛ-снимки используют и в других регионах, так как в ряде случаев РЛ-изображения содержат новую геологическую информацию, связанную с особенностями их получения: использование волн сантиметровой длины, «скользящий изображения», чувствительность метода к изменениям малейших неровностей рельефа и влажности, и др.

Мелкомасштабные изображения, представляющие изучаемую местность на определенном уровне генерализации, послужили своеобразным мостом для перехода от материалов обычной аэрофотосъемки к сверхмелкомасштабным изображениям, получаемым с космических высот. Успешному использованию РЛ-снимков в геологических исследованиях способствовало также то, что на них хорошо изображаются основные индикаторы геологического строения: рельеф, гидрографическая сеть, фактура поверхности, растительный и почвенный покров.

Четкое изображение на РЛ-снимках различных форм рельефа позволяет проводить по ним морфоструктурный анализ территорий. Учитывая, что различные горные породы формируют неодинаковую фактуру поверхности, обуславливающую разную способность к диффузному рассеянию радиоволны, по РЛ-изображениям можно выделять основные типы горных пород, а в некоторых случаях проводить и более дробное их деление. При этом, конечно, необходимо учитывать степень обнаженности района, почвенно-ботанические, климатические и другие

условия. По РЛ-снимкам уверенно выделяются элементы тектонического строения: структурные зоны, складки, кольцевые и блоковые структуры, разрывные нарушения. Используя природные индикаторы, по материалам РЛ-съемки можно дешифрировать складчатые и разрывные нарушения, перекрытые рыхлыми отложениями.

Большие перспективы радиолокационного метода геологических исследований открываются в связи с созданием многочастотных радиолокационных систем с поляризацией, а также радиолокационных систем, размещаемых на космических носителях. Последние позволяют получать информацию о подстилающей поверхности практически непрерывно, независимо от облачности, и охватить изучением любые районы земного шара.

Начиная с середины 60-х годов успешно развивается тепловая съемка, позволяющая регистрировать объекты подстилающей поверхности по их собственному или наведенному излучению инфракрасной (ИК) области спектра. Созданы соответствующие самолетные системы для измерения теплового излучения в окнах пропускания атмосферы 1,0—5,3 мкм и 7,0—14,0 мкм. ИК-излучение записывается в виде графика радиометрической температуры или изображения. Последнее, являющееся тепловым снимком местности, представляет наибольший интерес для геологии. Особенно эффективно использование тепловой съемки в вулканологии.

Тепловые карты вулканов, составленные по материалам ИК-съемки, существенно уточняют представление об их геологическом строении и структурных особенностях, а сравнение данных повторных съемок позволяет предсказать возможные периоды активизации их деятельности. ИК-съемка кратеров вулканов помогает изучить температурную структуру его геотермальных полей, что практически невозможно другими методами. При изучении районов активной геотермальной деятельности с помощью ИК-съемки исследуются как отдельные термопроявления — тепловые источники, гейзеры, фумаролы, так и крупные зоны разрывных нарушений, к которым приурочены группы термопроявлений.

Учитывая существенные вариации в тепловой инерции горных пород и почв, а также высокую чувствительность метода к небольшим изменениям влажности, материалы ИК-съемки весьма эффективны при геологическом и гидрогеологическом картировании, выделении разрывных нарушений, инженерно-геологических исследованиях в районах вечной мерзлоты и др.

ИК-съемка позволяет фиксировать разнотемпературные потоки в водной среде. Фактически она является единственным методом регистрации истинной картины гидродинамических процессов. При изучении водных ресурсов тепловые снимки используют для обнаружения мест разгрузки грунтовых вод, регистрации путей миграции индустримальных сбросов, картирования разнотемпературных течений в морях, реках и мелководьях. Последнее имеет важное значение при изучении процессов формирования месторождений. По наличию повышенного теплового контраста выделяются зоны окисления. Все это подчеркивает весьма важную роль,

которую начинает играть тепловая аэросъемка в различных аспектах геологических исследований и поисках полезных ископаемых.

Все возрастающие объемы информации, обеспечиваемой дистанционными съемками, заставляют искать выход в автоматизации их обработки. Стала очевидной целесообразность применения вычислительной техники на всех этапах работы с материалами дистанционных съемок: при предварительной обработке, на этапе собственно интерпретации, при обработке результатов дешифрирования. Так, эффективность геологического дешифрирования повышается, если, помимо оригинального изображения, дешифровщик использует предварительно обработанное изображение (квантованное по оптической плотности, представленное в ложных цветах, пропущенное через частотный фильтр и т. д.). Это достигается обработкой изображения с помощью ЭВМ, применением технических средств воспроизведения изображения типа дисплеев и синтезаторов, а также и чисто фотографическими методами.

Отечественные и зарубежные опыты по распознаванию сельскохозяйственных культур и лесов по их оптическим характеристикам свидетельствуют о больших возможностях использования вычислительной техники на этапе интерпретации. Однако с распознаванием геологических объектов дело обстоит значительно сложнее, поскольку приходится учитывать сложные взаимоотношения между геологическими объектами и их природными индикаторами. В связи с этим особую актуальность приобретают геоиндикационные исследования, и в частности геоиндикационное моделирование, о котором упоминалось выше. На этапе обработки результатов дешифрирования вычислительная техника используется широко и всесторонне. Например, штриховая схема отдешифрированных по снимкам линеаментов может послужить основой для составления в автоматизированном режиме карт плотности линеаментов, розы—диаграммы ориентировки линеаментов, карты с выделением точек пересечения линеаментов или карты плотности точек пересечения линеаментов и т. д. Все эти построения существенно повышают надежность и полноту геологического дешифрирования.

Рассмотренные аспекты применения материалов дистанционных съемок при геологических исследованиях свидетельствуют о том, что развитие и совершенствование аэро- и космогеологических методов способствует ускоренному изучению и освоению минерально-сырьевых ресурсов страны.

## ABSTRACT

To study the natural resources of the USSR and specially to search mineral resources the aerial methods during several decades are being already successfully utilized. The aerial methods have been included in the whole technological process of the geological mapping and searching of mineral resources and now those are in fact utilized in all the geological scientifical and production organizations.

When the first space images were obtained geologists became to use them for the analysis of tectonic structure and to work out the correspon-

ding methods. The natural generalization of images, good synoptic view had allowed to use the space photos for study large geological objects of regional and global scope. Particularly, the use of information obtained from the orbital altitudes allowed to determine larger distribution of the ring structures and lineaments than it was being assumed previously.

At present the geological mapping in medium and small scales is being carried out using of information obtained from the orbital altitudes, and special space-photo geological and space-tectonic maps are being compiled. The results of the space images interpretation are well correlated with the geophysical data.

Along with the development of methods of space data interpretation the theoretical problems are worked out which connected with the doctrine of natural indicators namely elements and components of the landscape, taking part in the generating of image.

In the last decades in many geological organizations of the USSR aerial radar survey and infrared aerial survey data are successfully used, which are carried out by the national made equipment.

The radar images are generally recognized by geologists due to a peculiar "sculpturedness" emphasizing morphological features of different type of relief, which is widely used as indicator of the geological structure. Another feature of aerial radar survey is that it can be carried out at any time of day or night and practically at any weather. In the system of geological service the methods of area radar survey as well as technology of geological interpretation of radar images have been worked out.

At present the field of tasks determined, where the use of infrared aerial survey is mostly effective, in spite of that one is in the experimental stage. These tasks are — study of volcanoes and zones of thermal activity, hydro-geological investigations, study of oxidization zones, as well as deciding some problems connected with interpretation of different rocks.

The method of infrared aerial survey was worked out, which provides the getting the most informative data.

The geologists of the USSR develop the optimum methods using the data of multizonal and multispectral survey.

It is most perspective way to synthesize some false color image by material received, in which is possible to outline the geological objects of our interest. There are other interesting methods of photo transformations of images to outline define informative elements, which indicate the peculiarities of the geological structure of the region under study. When analysing the images the laser optical devices are also used.

Taking into account the increasing volumes of informations being got by the different remote sensing the importance of their complex using when solving the tasks of geological study of the territory of the USSR and search of mineral resources, the system of automated processing of remote sensing data is worked out on the basis of ES type computer and hardware and the software for solving many geological tasks is prepared. All this enables to increase the objectivity of geological results and to accelerate studying and mastering of mineral resources of our country.

*В. В. Козлов, Е. Д. Сулиди-Кондратьев*

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ОРБИТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ СТАНЦИЙ

Перспективное направление в изучении закономерностей в структурном рисунке земной коры в глобальном аспекте основано на возможности космического фотографирования и визуальных наблюдений с борта орбитальных научных станций. Большой объем таких исследований был выполнен экипажем космонавтов в составе Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко на станции «Салют-6» в декабре 1977—марте 1978 г.

Эта работа велась по программе, направленной на изучение крупных геологических структур. Была проведена предварительная подготовка космонавтов, включавшая аэровизуальные наблюдения различных характерных геологических объектов на территории юга СССР. С орбиты изучались кольцевые структуры, складчатые зоны и системы разломов; осуществлялось наблюдение за состоянием активных вулканов. Основные задачи и объекты космовизуальных наблюдений приведены в табл. 1. В результате выполненного эксперимента отмечены некоторые особенности структурного рисунка земной поверхности.

Полученные материалы подтверждают более значительную роль кольцевых структур в строении земной коры по сравнению с имеющимися представлениями. При наблюдениях с орбиты особенно рельефно выступают отдельные уникальные кольцевые структурные формы (Ришат, Эль-Увейнат, Кондер и др.) и во многих местах фиксируются участки с концентрическим расположением различных элементов структуры и рельефа.

На основе полученных космических снимков намечены характерные признаки кольцевых структур разного типа. Плутоно-тектонические структуры выступают обычно в виде массивов округлой формы поперечником в первые десятки километров. В пределах таких массивов иногда отмечается радиально-концентрический рисунок трещиноватости. Кольцевые комплексы располагаются преимущественно отдельными обособленными группами, не обнаруживая заметной связи с другими структурными элементами. Лишь в отдельных районах, например в Юго-Западной Африке, отмечается приуроченность кольцевых плутоно-тектонических комплексов к участкам с повышенной раздробленностью коры. Тенденцию к образованию кольцевых структур проявляют в основном интрузивные массивы с повышенной щелочностью пород, что объясняется, вероятно, большой глубиной формирования магматических очагов.

Кольцевые вулкано-тектонические структуры обычно выражены концентрическим расположением гидросети в виде дуговых отрезков речных долин в сочетании с другими элементами рельефа. Преобладающий поперечник структур этого типа имеет порядок первых десятков километров, но в палеовулканических областях встречаются и более крупные структуры. При развитии множества кольцевых вулкано-тектонических структур проявляется характерный полициркульный рисунок (Приморье, южная часть Охотско-Чукотского пояса, юг Камчатки и др.).

Таблица

Объекты наблюдений	Основные задачи наблюдений
Разломы земной коры, включая обусловленные разрывными нарушениями структурные условия локализации рудных месторождений	Прослеживание крупных разломов на участках, где их положение является неясным; Выявление среди множества разрывных нарушений главных тектонических линий; Сопоставление крупных разломов, расположенных в разных регионах, по морфологическим признакам; Анализ общего структурного рисунка разломов различных тектонических областей; Выявление продолжений рудных зон в погруженных участках под платформенным чехлом или поверхностными отложениями; Выявление характерных особенностей структурного рисунка разрывных нарушений в известных рудных районах; Нахождение структурных аналогов рудных районов, где можно предполагать развитие оруденения на глубине
Складчатые структуры, включая поднятия под чехлом поверхностных отложений, перспективные в отношении нефтегазоносности	Корреляция складчатых зон, расположенных в различных регионах; Прослеживание складчатых зон на участках погружения для изучения соотношений между различными складчатыми системами; Подтверждение путем визуальных наблюдений крупных поднятий, выявляемых на основе дешифрирования космических снимков; Выявление крупных поднятий в платформенных областях, перспективных для постановки нефтегазопоисковых работ
Кольцевые структуры различного морфологического типа и генезиса	Подтверждение при визуальных наблюдениях кольцевых структур, которые намечены при интерпретации космических снимков; Выявление и фиксирование участков с концентрическим расположением гидросети и других элементов рельефа для последующего геологического изучения
Районы активного вулканизма	Выявление признаков активности действующих вулканов; Следение за вулканической деятельностью, например, за распространением газовопепловых шлейфов; Обнаружение подводных действующих вулканов

Очень четкие кольцевые структурные формы выделяются в пределах некоторых щитов, например Аравийско-Нубийского. Эти структуры имеют овальную или округлую форму, выступая в виде массивов с концентрическим рисунком структурных линий, поперечником в первые десятки километров. Они соответствуют гранито-гнейсовым куполам нуклеарной стадии развития земной коры.

Вместе с тем на космических снимках в самых различных областях Земли устанавливаются нечеткие, но вполне явно различимые кольцевые

структуры, достигающие в поперечнике первых сотен километров, которые можно отнести к категории региональных структур. Они выражены в рельефе концентрическим рисунком гидросети, расположением горных хребтов, гряд и других дугообразных элементов строения поверхности. Есть основания полагать, что подобные структуры — реликты протокоровой (луноной) стадии в развитии Земли, которую проходили все планетные тела земной группы около 4 млрд. лет назад. В процессе последующих тектонических преобразований земной коры эти протокоровые кольцевые структуры оказывали воздействие на пространственное распределение структурных элементов. Не исключено, что и более крупные тектонические элементы дуговой и округлой формы также являются преобразованными реликтами глобальной полициркульной структуры протокоровой стадии.

Ввиду широкого распространения кольцевых структур целесообразно уже сейчас на основе космогеологических исследований поставить вопрос о необходимости составления международной карты кольцевых структур с последующей дифференциацией этих структур по генетическим типам, морфологии, времени образования и достоверности выделения.

С помощью материалов космического фотографирования проведено изучение различных складчатых зон и намечена их типизация по морфологическим признакам с выделением зон складок линейного, овального типов и более сложных извилистых и угловатых очертаний в плане. На основе анализа космических снимков намечаются тектонотипы складчатых зон разной морфологии, имеющие характерные дешифровочные признаки.

Складчатые зоны линейного типа обычно выражаются сериями субпараллельных структурных линий, так как периклинальные окончания отдельных складок видны лишь в отдельных местах. Такие зоны располагаются преимущественно во внутренних частях складчатых поясов (Южный Урал, Туркестано-Алай, Горный Алтай и др.).

На космических снимках особенно четко выражены зоны с развитием складок овального типа. Они обычно приурочены к периферийским частям складчатых поясов с большой мощностью деформированного осадочного чехла, развиваясь преимущественно в пределах миогеосинклиналей и краевых авлакогенов. Зоны складок овальной формы проявлены, например, по периферии Альпийско-Гималайского складчатого пояса (Копетдаг, Пальмириды, Внешний Загрос, Сахарский Атлас и др.), что свидетельствует об общности геодинамических напряжений в условиях менее интенсивного сжатия по сравнению со складчатыми зонами линейной формы.

В ряде районов на космических снимках отчетливо проявлены зоны складок в плане извилистых и угловатых очертаний (Прибалхашье, западное окончание Копетдага и др.). Их образование можно связывать с глыбовой природой консолидированного фундамента, отдельные блоки которого испытывали латеральные перемещения.

Обособляются также специфические по облику на космических снимках складчатые зоны с ядрами консолидированного фундамента в виде блоков полигональных очертаний. Они резко выступают среди более

молодых складчатых сооружений и в значительной степени определяют особенности их морфологии (Южный Урал, периферические районы Ферганской впадины и др.).

При орбитальных наблюдениях и на основе анализа полученных фотоснимков особенно четко прослеживаются системы разломов, обусловленные региональными полями тектонических напряжений. Существенные различия в структурном рисунке разломов в разных областях земного шара в сочетании с отчетливо наблюдаемой их разной ориентировкой позволяют высказать сомнения в существовании единой планетарной сетки крупных разломов, которая допускается многими исследователями. В этом убеждают также результаты статистической обработки замеров направлений крупных разломов, дешифрируемых на космических снимках в самых различных областях, когда во внимание принимались только достоверно выделяемые тектонические линии.

Анализ полученных космических снимков показал, что сетчатый рисунок разломов характерен преимущественно для крупных жестких глыб земной коры, прежде всего для кратонов. В некоторых случаях сетчатый рисунок разрывных нарушений выявляется и в пределах складчатых поясов, например, в Кордильерах, что дает основание предполагать его связь с сеткой разломов консолидированного фундамента.

В складчатых зонах на космических снимках проявлены преимущественно продольные взбросы и надвиги, диагональные сбросо-сдвиги (Атласская область, Копетдаг и др.) и ориентированные поперечно разломы, в основном сбросы, в ряде случаев приводящие к формированию грабенов. В местах резких изгибов складчатых зон обнаруживается веерообразный рисунок поперечных разломов и зон трещиноватости, который может быть обусловлен деформацией поперечного изгиба. Такой рисунок выражен, например, на космических снимках Крыма, где намечается разделение ядра мегантиклиниория горного Крыма на два сегмента с веерообразным рисунком серией поперечных разрывов между Алуштой и Симферополем.

Для многих вулканических областей характерны субпараллельные разрывы, на которые насыжены ряды вулканических аппаратов (вулканические районы Северной Африки и Аравии, Охотско-Чукотского пояса и др.). В этом случае можно говорить о глубинной трещиноватости земной коры, образующейся в условиях растяжения. Эти данные противоречат представлениям о преимущественной связи вулканализма с региональными разломами и о четкой зависимости между протяженностью и глубинностью разломов.

На основе материалов орбитального фотографирования изучен целый ряд континентальных рифтовых систем, что позволило отметить некоторые особенности их строения, в частности, отсутствие типичных трансформных разломов на плечах рифтов. Намечен также последовательный ряд раздвиговых структур от охарактеризованной выше глубинной трещиноватости до рифтовых систем.

Вместе с тем, судя по результатам дешифрирования и по данным визуальных наблюдений, выявляется сравнительно ограниченное распространение региональных разломов исключительно большой протяженности.

сти со значительными новейшими смещениями, типа Талассо-Ферганского разлома. Составление карты подобных разломов может быть одной из задач космогеологических исследований. В виде особо четких линий выражены такие разломы, для которых допускаются значительные сдвиговые перемещения.

При одинаковой выраженности на космических снимках региональных разломов такого рода на всей протяженности, что свидетельствует о близкой новейшей тектонической активности, отдельные отрезки разломов существенно отличаются по своей сейсмичности. Примером может служить Талассо-Ферганский разлом и его северо-западное продолжение, носящее название Главного Караганского разлома. При этом районы с особо высокой сейсмичностью оказываются во многих случаях приуроченными к участкам пересечений разломов с повышенной раздробленностью коры (районы Гарма, Хайта, Агадира и др.). Поэтому наряду с сейсмогенными зонами, вытянутыми вдоль активных разломов, целесообразно выделять также сейсмогенные узлы в участках пересечений активных разломов, ориентированных в разных направлениях.

С орбиты проводилось наблюдение за состоянием активности действующих вулканов, признаки которых были зафиксированы у Этны и ряда вулканов Кордильер и Центральной Америки. На полученных космических снимках видны соотношения вулканических аппаратов с тектоническими структурами, прежде всего с зонами растяжения, где допускается преобразование коры (Аффр).

Проведенные исследования, осуществленные совместно космонавтами и геологами, намечают широкие перспективы орбитальных геологических исследований, при которых могут быть установлены закономерности в структурном рисунке земной коры, пока ускользающие от внимания исследователей.

## ABSTRACT

1. On the \*station «Salute-6» in December 1977—March 1978 in accordance with previously outlined programme a great volume of visual observations and photographing of various geological objects was carried out which permitted to establish a number of peculiarities in the structure of Earth's crust in many regions of the Globe.

2. Abundant material about ring structures was obtained, confirming that they play a more significant part in structure of crust, than was assigned to them by existing notions. Features of ring structures of different types were outlined, including volcano-tectonic, plutono-tectonic as well as relict ones associated with nuclear and protocrust stages of crust formation. Parallel with orbital studies and photographing of known ring structures (El-Uveinat, Rishat and others) a great number of ring structures of various types was revealed that ought to be objects of subsequent geological investigations.

3. Different zones of folding were studied, their typification according to morphological features was outlined and zones of linear and oval types

of folds and more complicated ones having a sinuous and angular outlines in plan were distinguished. Similarity of folded zones structure developed on periphery of Alpine—Himalayan folded belt (Copetdag, Outer Zagros, Palmirides, Sahara Altas) was registered and this permits to consider them as structures-analogues.

4. Limited development of crust structure in regional faults of great extension with significant newest movements clearly expressed in relief and on space photos was revealed. Comparison of results of fault interpretations with data about seismicity of these territories has shown that parallel with seismogenetic zones extending along active faults it is advisable to distinguish also seismogenetic spots confined to their intersections or to areas of heightened shattering of the crust with highest seismicity. Essential differences in structural pattern of faults in different regions were noted that supply additional criterions for tectonic zonation. Study of quite a number of continental rift systems was carried out that permitted to note some peculiarities of their structure, and particularly the absence of typical transform faults.

5. From the orbit were conducted observations of acting volcanoes state of activity, indications of which were marked at Etna and at a number of the Cardilleras and Central America volcanoes. Obtained photos allow to have additional data about structure of volcanic apparatuses and their interrelations with tectonic structures.

6. The conducted investigations, carried out jointly by cosmonauts and geologists, are outlining a wide prospects for orbital geological investigations during which such regularities in structural pattern of the Earth crust could be established that so far are escaping attention of investigators.

УДК 528.77

*В. Г. Трифонов, В. И. Макаров, П. В. Флоренский*

## **ИЗУЧЕНИЕ ГЛУБИННОГО СТРОЕНИЯ ЛИТОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ**

Ориентация геологических исследований на изучение глубинного строения литосфера с помощью космических средств предполагает обязательное вовлечение в этот анализ широкого круга геолого-геофизических данных по важнейшим проблемам тектоники и прогноза полезных ископаемых [Макаров и др., 1974; Трифонов и др., 1978; Makarov et al., 1974]. Главные задачи такого комплексного анализа следующие: 1) изучение геологического и ландшафтного выражения дешифрируемых элементов глубинной структуры; 2) анализ земной поверхности и приповерхностных образований как интегрального отражения взаимодействия различных горизонтов литосферы; 3) выявление и картирование крупнейших элементов структуры различных горизонтов литосферы; 4) изучение структурных и динамических соотношений между ними в плане и в разрезе; 5) выделе-

ние структурных элементов литосфера разной активности и изучение динамики их развития; б) выявление пространственно-генетических связей нефтегазоносности и металлогенеза со скрытыми глубинными структурами.

В ландшафте, а следовательно, и на космических снимках, лучше всего отражены активные элементы структуры, сформированные в новейший (неоген-четвертичный) этап геологической истории. Структурный план платформенных областей весьма консервативен, а поэтому и неотектоника здесь унаследованно отражает элементы глубинного строения весьма длительного развития. В современных орогенических и рифтовых областях новейшие структурные планы различных горизонтов литосферы могут значительно отличаться от более древних планов. Это происходит как из-за «избирательности» проявления тектонических движений (в каждую эпоху оказываются активными лишь те нарушения, которые представляют собой максимально ослабленные зоны), так и из-за скольжения горизонтов один относительно другого по субгоризонтальным мобильным зонам — плоскостям дисгармонии.

Таким образом, изучение глубинной структуры с помощью космических снимков по существу сводится к исследованию новейшей структуры разных горизонтов литосферы, сопоставлению выявленных элементов, определению их значения и связи с полезными ископаемыми. Проблема эта была поставлена авторами доклада как одно из перспективных направлений применения космических снимков для решения геологических задач [Макаров и др., 1974; Трифонов и др., 1978; Флоренский и др., 1973; Makarov et al., 1974]. Правомерность ее неоднократно обсуждалась в печати [Можаев и др., 1978; и др.].

Дешифрирование космических снимков различных областей Земли обнаружило повсеместное развитие разноориентированных пересекающихся линеаментов. Некоторые из них соответствуют разрывам и мобильным зонам, проявившимся на поверхности, и согласны с ними. Другие же линеаменты, развитые здесь же и имеющие иное направление, находят свое структурное отражение на поверхности, проявляясь лишь по косвенным, вторичным признакам.

Несовпадение ориентировки линеаментов, различная форма и степень их выраженности в приповерхностной структуре связаны с двумя причинами. Первая причина — различная форма и интенсивность проявления разноориентированных элементов единой сопряженной системы перекрестного структурного плана. Вторая причина в том, что линеаменты, не находящие прямого структурного выражения на поверхности, генетически связаны с погребенными структурами различных более или менее глубоких слоев литосферы, структурные планы которых могут не соответствовать как друг другу, так и приповерхностным горизонтам. Это было установлено в Средней Азии и на Кавказе по соответствуанию разных систем линеаментов элементам структуры различного рода геофизических полей и сейсмоактивным зонам, характеризующим структуру разных глубинных слоев литосферы. При этом чем выше степень генерализации космического изображения, тем более глубокого заложения зоны нарушений на нем проявлены.

Изучение областей современной орогенической активности — задача, где применение космических снимков особенно эффективно, так как благодаря контрастности и дифференцированности процессов следы любых перемещений здесь хорошо выражены. При этом — в зависимости от задач — оказываются необходимыми снимки различных масштабов — от планетарных до снимков с высоким разрешением, таких, как, например, снимки, сделанные с помощью МКФ-6.

Характер тектонических движений крупных блоков земной коры наиболее достоверно документируется для позднего плейстоцена и голоцен, т. е. последних 100 тыс. лет. Они выражены на поверхности деформациями элементов позднечетвертичного рельефа, реже — археологических объектов. В отличие от более древних геоморфологических образований эти деформации не успевают быть разрушенными эрозией и фиксируются во многих областях новейшей тектонической активности. Так, например, в Западной и Центральной Азии крупные зоны активных сдвигов обрамляют Аравийскую и Индостано-Памирскую литосферные плиты, как это видно на планетарных и региональных снимках. На их западных и северо-западных обрамлениях происходили левосдвиговые перемещения, а на северо-восточных — правосдвиговые со значительной надвиговой компонентой на северо-восточном краю Аравийской плиты (в Загросе). Направления смещений по обрамляющим сдвигам указывают на движение обеих плит к северу, причем Индостано-Памирская плита движется быстрее Аравийской. Сближение этих двух плит с расположенной севернее Евразийской плитой проявляется в интенсивном вздымаании и короблении краевых частей плит, особенно интенсивных в Гималайско-Памирско-Тяньшанском секторе Альпийско-Центральноазиатского орогенического пояса, а также в образовании закономерно ориентированной системы разломов на юге Евразийской плиты. В позднем плейстоцене и голоцене здесь развиваются субширотные надвиги и взбросы, правые сдвиги северо-западного направления и более редкие левые сдвиги северо-восточного направления, немногочисленные субмеридиональные сбросы и раздвиги, которые уверенно дешифрируются на космических снимках. Наиболее сложные перемещения происходят в районе между тремя рассматриваемыми плитами.

Движение южных плит к северу и сопротивление Евразийской плиты вызывает скольжение горных масс в стороны от краев южных плит. Это проявляется в сдвиговых подвижках по субширотным разломам. Направления движений симметричны: к западу, как от Аравийской плиты, так и от Индостано-Памирской плиты, происходят правые сдвиговые и взбросо-сдвиговые перемещения, а к востоку от каждой из них преобладают левосдвиговые подвижки. Широтные сдвиги характерны для всей внутренней части Альпийско-Центральноазиатского орогенического пояса. Их образование связано в конечном счете с неравномерным движением южного фронта пояса, где Аравийская и Индостано-Памирская плиты перемещаются на север быстрее соседних участков. Описанные подвижки наследуют более древние перемещения, которые развивались односторонне в течение всего новейшего этапа. Значительная ширина и сложное строение зон нарушений показывают, что при сопоставлении

одновозрастных перемещений на обширных территориях правильнее выделять не плиты, блоки и разломы между ними, а стабильные и мобильные зоны разных порядков. Таким образом, по космическим снимкам орогенических областей можно не только картировать их структуры, но, исходя из видимой картины, представлять динамику процессов.

Глубинная структура платформенных областей сформировалась в результате длительной тектонической эволюции. Многие из ее элементов заложились еще в доплатформенную стадию, но вместе с тем они унаследованно проявляются в современных движениях и, следовательно, в ландшафте и на космических снимках. Поэтому новейшая структура поверхности платформы представляет собой интегральный эффект воздействия разных горизонтов литосферы, и в ней отражены, например, как локальные нефтегазоносные поднятия, так и более обширные структуры, зоны разломов и другие глубинные нарушения.

Возможности изучения внутренней структуры платформенных областей рассматриваются на примере отдельных участков Туранской плиты [Флоренский, 1973; Макаров, Соловьева, 1976; Флоренский и др., 1976; Makarov, Solov'eva, 1977; Трифонов и др., 1978]. При анализе космических изображений и их соотношения с внутренней структурой установлено, что большая часть локальных структур отражается на космических снимках. Даже на мелкомасштабных изображениях полуостровов Бузачи и Мангышлак выделяются светлые соленые озера, сильно засоленные соры или такыры, образовавшиеся в размытых сводах приподнятых участков. Поэтому карта засолонения полуострова в значительной степени отражает его внутреннюю структуру. Области погружения складчатого основания от Северо-Бузачинского свода на юг, под Мангышлак, и под Устюрт, вблизи прямолинейных берегов соров Кайдак, Мертвый Култук и у чинков Устюрта имеют более темную окраску. Море и его заливы, омывающие п-ов Мангышлак с запада, — мелководные, и на снимках хорошо видна подводная структура дна, которая является продолжением структуры полуострова; так как под водой нет эрозии, то островам, отмелям и поднятиям дна соответствуют локальные структуры [Флоренский, 1973; Флоренский и др., 1976].

Особенно отчетливо дешифрируются на снимках платформенных областей линеаменты, как правило, отражающие разломы. Главное структурное направление — мангышлакское — запад-северо-западное. С этой системой сопряжена система северо-восточных линеаментов ( $35-40^\circ$ ), ранее здесь не известная. При этом разрывы мангышлакского направления контролируют складчатость, с ними связаны структурные ступени и значительные перемещения блоков, а северо-восточные трещины растяжения не вызывают значительных перемещений и поэтому не фиксируются при наземных исследованиях. По таким «разломам без смещений» формируются зоны повышенной трещиноватости и проницаемости и вблизи них резко улучшаются коллекторские свойства пород. Именно с ними связаны цепочки грязевых вулканов, проходящие на п-ове Бузачи и по Бурыншинскому своду.

Таким образом, даже визуальное изучение космических снимков нефтегазоносных областей, находящихся в аридном климате, позволяет полу-

чить принципиально новую информацию об их геологических особенностях вообще и нефтегазоносности особенно.

В целом линеаменты образуют закономерную сетку северо-восточных, северо-западных, широтных и меридиональных направлений, образующих перекрестный структурный план [Макаров, Соловьева, 1976; Makarov, Solov'eva, 1977]. При этом структура Туранской плиты представляется рассеченной системой гармонично чередующихся интерферирующих разрывов, разделяющих линейные зоны поднятий и опусканий.

Изучение структурных планов и активных элементов структур разных слоев литосфера с помощью космических снимков позволило установить ряд примеров дисгармоничного развития коры на разных структурных уровнях. Такой анализ был выполнен, например, для выяснения природы катастрофических землетрясений 1976 г. в Центральных Кызылкумах [Макаров, Щукин, 1979]. По данным геолого-геофизического структурного и геолого-геоморфологического анализа и анализа космических снимков разного масштаба в этой области установлено несколько направлений активных нарушений, с которыми, вероятно, связаны и деформации в сейсмоактивном блоке. В самых низах коры наиболее активна система ортогональных нарушений с преобладанием субмеридиональных дислокаций раздвиго-сдвигового характера. В кристаллическом основании и складчатом комплексе особенно активны диагональные нарушения сколого-вального характера (сдвиги и надвиги), причем северо-восточное направление проявлено скрытыми нарушениями, может быть, несколько более глубокими, чем северо-западные. В соответствии с этими различиями на разных уровнях по-разному произошли сейсмогенные перемещения, и можно предположить, что концентрация напряжений и латеральные компенсационные срывы (возможно, также сейсмогенные) произошли и по некоторым субгоризонтальным поверхностям раздела дисгармонично развивающихся горизонтов коры.

Большие объемы и разнородность анализируемого материала делают необходимыми максимальную формализацию процесса обработки и широкое использование вычислительной техники. Здесь важная роль отводится сравнению геологической информативности изображений разного масштаба и разных спектральных диапазонов. Результаты дешифрирования представляются в виде схем, допускающих качественную оценку и ввод данных в компьютер. Один из способов — представить результаты дешифрирования в виде изолиний яркости.

Важный элемент глубинной структуры — линейные зоны деформаций и латеральные разделы литосфера, представленные на космических снимках линеаментами. Их можно выявить методами оптической обработки в когерентном свете и с помощью компьютера. Развивая указанное направление, А. С. Петренко разработал алгоритм выделения линеаментов на космических снимках, который применяется при построении карт разломов [Трифонов и др., 1978]. Результаты полевого обследования элементов дешифрирования космических снимков необходимы, поскольку они дают ключ к отысканию ландшафтно-геологических, т. е. поверхностных индикаторов элементов глубинной структуры. Для компьютерной обработки эти результаты целесообразно представлять в количественной

форме (хотя бы в балльной системе). В целях объективной интерпретации глубинного строения региона удобно проводить корреляцию с фотометрическими характеристиками и результатами дешифрирования, которая должна охватывать максимальный объем геолого-геофизической информации. Впервые корреляция фотометрических характеристик космического изображения с геолого-геофизическими параметрами рассчитана для изучения глубинного строения Нижнего Поволжья [Флоренский и др., 1976; Трифонов и др., 1978; Florensky et al., 1977]. В результате были выявлены неизвестные особенности глубинной структуры и показано, что информативность фотометрических характеристик не ниже характеристик геофизических.

Важными геофизическими характеристиками являются гравитационные и магнитные поля. Наблюдаемое поле в процессе обработки данных подвергается разного рода редукциям, в том числе его генерализации, что соответствует воображаемому подъему измеряющего прибора по мере увеличения площади генерализации. Этот процесс, по сути дела, тождествен генерализации космического изображения по мере уменьшения разрешающей способности. Т. В. Флоренская показала на примере юга Восточно-Сибирской платформы, что картина гравитационного поля, генерализованная с палетками разных размеров, отвечает картине, видимой на космических снимках с разным уровнем генерализации [Трифонов и др., 1978]. Для Туранской плиты В. П. Крючков, В. И. Микляев, А. С. Петренко, П. В. Флоренский и В. И. Шрайбман с разными палетками рассчитали корреляцию гравитационных полей с магнитными по программе, разработанной А. П. Гущиным. Полученные карты коэффициентов корреляции были соотнесены с космическими снимками разного масштаба и схемами их дешифрирования.

Существует эмпирическое предположение о связи площади осреднения и глубины структур, которые характеризуют полученные данные. Поэтому можно допустить, что карта корреляции, построенная по палетке  $30 \times 30$  км, характеризует структуру верхних горизонтов фундамента и сопоставляется с данными дешифрирования космических снимков с разрешением 50—300 м, получаемых с пионерируемых космических кораблей и орбитальных станций. Карты корреляции с палеткой  $50 \times 50$  км отражают более глубокие горизонты и сопоставимы с телевизионными и сканерными изображениями, получаемыми с автоматических спутников. Карта коэффициентов корреляции с палеткой  $100 \times 100$  км, обнаруживающая сходство со структурной картой по поверхности Мохоровичича, соответствует схемам дешифрирования глобальных космических снимков. Изложенная система автоматизированных операций с космическими снимками (машинная обработка, цифровое кодирование и выделение границ и линеаментов) и методика их сопоставления с геолого-геофизическими данными (метод корреляции) являются программой формализованной и автоматизированной комплексной обработки и первичной геологической интерпретации космической информации.

Таким образом, с помощью космических снимков можно изучать структурные элементы различных горизонтов литосферы, сопоставлять их в плане и в разрезе. Наиболее новую информацию космические снимки

дают о глубинной структуре. Ее исследование в масштабе континентов поможет воссоздать взаимоувязанную картину тектонических движений неоген-четвертичного этапа развития Земли.

Структуру литосферы в каждый этап ее развития можно представить как совокупность мобильных и стабильных зон разрывных порядков. Вместе с тем несоответствие структурных планов различных горизонтов литосферы и проявленных на космических снимках свидетельствует о возможном существовании субгоризонтальных мобильных зон, разделяющих деформируемое дисгармонично горизонты, по которым происходит, в частности, их скольжение друг относительно друга.

Результаты выполненных исследований имеют не только теоретический, но и практический интерес, позволяя уточнить картину сейсмической опасности территорий и выявить структурные формы и зоны, перспективные для поисков нефти, газа и рудных полезных ископаемых.

## ABSTRACT

The study of structures of deep-seated layers is a principally new task requiring a collection of space images of different scales and spectral bands. To solve this task it is necessary to work up with computer a great variety of geological and geophysical data. The deep-seated structure is manifested because of inheritance and interference on the surface of movements connected with deep-seated layers of the lithosphere, i. e. the matter in question is the structures of different layers of the lithosphere.

Different scales of space images help us to extract some surface features manifesting some structure elements, connected with different layers of the lithosphere. Different strikes of such elements in many cases show discordance between active structural plans of different horizons of the lithosphere.

In active orogenic regions results of tectonic movements are recorded clearly in near-surface features. The structure which is seen on space images of Western and Central Asia, propose movements of the Arabian and Indostan-Pamirian plates northward. As a result of these movements thrust faults, right-lateral NW—SE and leftlateral NE—SW strike-slips are conjugated regularly. This direction of movements is inherited from more ancient drifts, and fold systems as well as lineaments allow us to propose dynamic picture.

In platform regions structure pattern of the surface is result of movements, which inherit location and direction during rather long time and in such a way deep-seated structure is manifested. Therefore space images are particularly effective in study of structure of oil and gas areas, including direct searching for local uplifts and joint zones which control oil and gas discharge.

Large quantity of space data and necessity to analyze them together with geological and geophysical data require to use computer processing. A. S. Petrenko worked out an algorithm to distinguish lineaments on space images with help of computers. A scheme of the crystalline basement struc-

ture of the Lower Volga region was drawn up based on results of calculation and then of analysis of correlation of photometrical and geological and geophysical data. As well as generalization (reduction) of geological — geophysical data expose elements of deep-seated structure the more degree of generalization of space images the more deep-seated structural elements are manifested in them. It was shown by examples of Siberian platform, Turanian plate, Pamir, Tien-Shan and Caucasus.

It is possible to suppose structure of lithosphere as a combination of mobile and stable zones of different orders, which differ one from another by character of synchronous movements of their surfaces. Unconformity of structural plans of different horizons of the lithosphere in many orogenic regions allow to suppose that there are some nearhorizontal mobile zones or surface dividing horizons and plates disharmonically deformed.

## ЛИТЕРАТУРА

- Макаров В. И., Скобелев С. Ф., Трифонов В. Г. и др. Глубинная структура земной коры на космических изображениях. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНИТИ, 1974, т. 2, с. 9—42.
- Макаров В. И., Соловьева Л. И. Перекрестный структурный план земной коры и проблема проявления ее глубинных элементов на поверхности (на примере Тянь-Шаня и Турецкой плиты). — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНИТИ, 1976, т. 5, с. 18—41.
- Макаров В. И., Шукин Ю. К. Оценка активности скрытых разломов. — Геотектоника, 1979, № 1, с. 25—35.
- Можаев Б. Н., Астахов В. И., Богогородский С. М. и др. Применение материалов космических съемок при геологических исследованиях плит древних и молодых платформ: Обзор ВИЭМС. М., 1978, с. 1—49. (Сер. Общая и региональная геология; геологическое картирование).
- Трифонов В. Г., Макаров В. И., Деревянко О. С. и др. Геологическое изучение Земли из космоса. М.: Наука, 1978.
- Флоренский П. В. Дешифрирование глубинной структуры и локальных поднятий по космическим снимкам Турецкой плиты. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1973, № 7, с. 112—117.
- Флоренский П. В., Петренко А. С., Шорин-Константинов Б. П., Ведешин Л. А. Место космического изображения при комплексной обработке геолого-геофизической информации для изучения глубинного строения Нижнего Поволжья. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНИТИ, 1976, т. 5, с. 42—62.
- Флоренский П. В., Руднев А. Н., Крючков В. П. Уточнение внутренней структуры полуострова Бузачи по комплексу космических снимков. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 11, с. 105—109.
- Макаров В. И., Соловьева Л. И. Superimposed Crustal Structure and the Problem of Manifestation of Its Deep-seated Elements on the Surface. — Proceedings of the First Annual W. T. Pecora Memorial Symposium. U. S. G. S., professional paper, 1015. U. S. Gov. print. office, 1977, p. 319—338.

И. И. Башилова, В. А. Буш, М. З. Глуховский,  
Г. В. Махин, А. Л. Ставцев

**ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ И КАРТИРОВАНИЯ  
ОСНОВНЫХ ТИПОВ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР  
ТЕРРИТОРИИ СССР  
ПО МАТЕРИАЛАМ СЪЕМОК ИЗ КОСМОСА**

Систематическое геологическое дешифрирование материалов различного рода съемок территории СССР с советских космических аппаратов показало, что космические снимки содержат информацию преимущественно о тектонических структурах. Лишь снимки высокого разрешения, приближающиеся по своему масштабу к аэрофотоснимкам, отображают распределение горных пород того или иного состава, той или иной структуры и текстуры. Последние в данном докладе не рассматриваются.

Чем ниже разрешающая способность снимка, и, соответственно, мельче оригинальный масштаб, тем менее сказывается маскирующее влияние новейших тектонических движений и чехла молодых образований на изображение геологической структуры. В связи с этим дешифровочные признаки сходных по структуре тектонических элементов (особенно крупных, к каковым относятся региональные разломы, кольцевые мегаструктуры, геоблоки типа срединных массивов, древних щитов, антиклиниориев и синклиниориев складчатых областей и т. д.) более устойчивы на изображениях малого разрешения, и сопоставление таких структурных элементов может проводиться в пределах целых континентов; дешифровочные признаки сходных структурных образований могут экстраполироваться на соседние и отдаленные территории. Благодаря этому снимки малого разрешения, особенно космические телевизионные и многоспектральные фотосканерные, представляют наилучший фактический материал для прослеживания крупнейших структурных элементов и их взаимоотношений, для сопоставительного изучения геологических структур в пределах различных континентов и Земли в целом. Космические снимки малого разрешения — основа нового перспективного научного направления — сопоставительной геологии.

По геометрическим особенностям геологические объекты можно разделить на три основные группы: линейные, кольцевые и площадные.

Линейные космогеологические объекты — протяженные линии прямолинейной, ломаной или волнообразной конфигурации. Эти объекты называют также космолинеаментами, линеаментами, линеарами, линеалами и т. д. Они представляют собой запечатленные на снимках следы разрывов сплошности земной коры (а может быть, и литосферы), либо выведенных на дневную поверхность, либо скрытых под недислоцированными или дислоцированными образованиями.

Кольцевые (точнее, центрические)\* космогеологические объекты объединяют концентрические и радиально-концентрические системы линий, круговые, овальные и кольцевые пятна, причем основным классификационным признаком служит наличие центра структуры. Эти объекты

называют также кольцевыми, круговыми, ареальными структурами, структурами центрального типа, концентрами, кольцеаментами и т. д. Центрические объекты представляют собой запечатленные на снимках следы геологических процессов, происходящих в достаточно малой части пространства, причем радиус объекта — суть функция глубины его заложения.

Площадные космогеологические объекты представляют собой некоторые участки, отличающиеся от соседствующих с ними участков или общего фона по току или характеру структуры изображения. Форма таких объектов может быть любой. Площадные объекты отражают в основном делимость земной коры на блоки, характеризующиеся единством геологической структуры и историей развития.

Следует отметить, что между намеченными группами объектов не существует резких границ; могут быть установлены объекты переходного или смешанного характера.

**А. Линейные объекты.** Фотогеологическая характеристика линейных объектов и геологическая интерпретация результатов дешифрирования в соотношении с тектонической структурой территории позволили выделить среди них ряд разновидностей.

Наиболее четко выделяются на материалах телевизионных и сканерных съемок малого разрешения **границы разломы**, разделяющие участки территории с резко различным характером фотоизображения. Наиболее значительны разрывные нарушения и системы разрывов, разделяющие главнейшие геоструктурные области — горно-складчатые системы и платформы, для которых характерны два главных типа структуры фотоизображения — с полосчатым и с пятнистым рисунком. Менее значительны граничные разломы, разделяющие геоструктурные регионы — щиты и плиты платформ, складчатые системы с разным простиранием или стилем строения (например, прямолинейную систему Южного Тянь-Шаня от дугообразной системы Памира) и т. д. Следует отметить, что контактирующие друг с другом молодые и древние плиты (например, Средне-Европейская, Русская и Скифская), граничными разломами не разделяются.

Следующей группой разрывных нарушений являются **сквозные разломы** (их называют также трансструктурными или трансрегиональными). Характерный их признак — они пересекают ряд геоструктурных областей или регионов (не менее двух). Как правило, в одной из таких областей эти разломы играют важную структурную роль, но далее по простиранию они подтверждаются геологически лишь на отдельных отрезках. Таков Талассо-Ферганский разлом, прослеженный от Самарской луки на Волге до северных частей Индийской платформы, известная зона Средиземное море — Мьёса и др. Сквозные разломы обычно образуют параллельные системы структур. Так, на Русской платформе параллельные сквозные разломы, рассекающие ее в северо-западном направлении, отстоят один от другого на расстоянии в 300—400 км. Можно предполагать, что сквозные разломы отражают характер внутренней делимости весьма глубоких геосфер, тот глубинный структурный каркас, который лишь частично и на отдельных своих отрезках используется геологическими

структурами верхних частей земной коры: гранитно-метаморфического слоя и осадочной оболочки.

Следующую по значимости категорию разрывных нарушений представляют разломы, обусловливающие внутреннюю структуру геологических регионов — **региональные разломы**. Они лучше всего дешифрируются на сканерных снимках среднего разрешения и соответствующих им фотоснимках. Разломы этой категории различны в горно-складчатых и в платформенных областях. В горно-складчатых областях региональные разломы могут быть разделены на две группы: конкордантные — согласные, с простиранием основной складчатой структуры, и дискордантные — занимающие по отношению к ней диагональное или поперечное положение. Первые обычно совпадают с разломами, ограничивающими основные структурные зоны складчатых систем (например, Тагило-Магнитогорский синклиниорий Урала), или же с разломами, ограничивающими перекрытые шарьяжами края форландов складчатых систем (например, Ванчско-Танымасский разлом на Памире). Разломы этого типа, как правило, тесно связаны с положением и простиранием складчатой системы и не выходят за ее пределы.

Дискордантные разломы, в свою очередь, разделяются на две категории: поперечные и диагональные. Как правило, в качестве дискордантных разломов выступают отдельные отрезки сквозных разломов, что свидетельствует о более глубоком заложении сквозных разломов, чем структур региональной группы (последние, как известно, имеют коровое заложение). Поперечные разломы встречаются относительно редко: примеры таких структур известны в Карпатах (Стрыйский и Олтеницкий разломы) и на Кавказе (Ардонский, Андийский и др. разломы). По некоторым аналогиям со складчатой системой Динарид можно предполагать, что поперечные разломы могут быть следами древних залеченных трансформных разломов, существовавших на стадии спрединга палеоокеанической коры складчатых систем. Диагональные сдвиги распространены во всех без исключения складчатых системах и представляют собой необходимый компонент ансамбля структур. Особенно эффективно картируются сопряженные системы диагональных сдвигов в альпийском складчатом поясе, где они хорошо укладываются в систему мобилистских построений [Мольнар, Тапонье, 1976; Буш, Кац, 1978]. Генетическая связь диагональных сдвигов с палеотрансформными разломами маловероятна.

В платформенных областях региональные разломы обнаруживают в основном связь со структурой поверхности складчатого или кристаллического фундамента. При дешифрировании этих структур необходимы материалы высокой обзорности: сканерные и телевизионные снимки низкого разрешения или фотосхемы из снимков среднего разрешения. Наиболее четко прослеживаются системы разломов растяжения, вдоль которых заложены авлакогены Восточно-Европейской платформы (например, Рязано-Саратовский и Днепрово-Донецкий) и тафрогены Западно-Сибирской платформы (Пурский, Тазовский). Характерную группу образуют также разломы, ограничивающие основные структурные элементы плит (антеклизы, синеклизы), выступающих в виде тектонических блоков на Восточно-Европейской, Туранской, Сибирской платформах.

Наконец, последней категорией разрывных структур являются системы **тектонических трещин**, ортогональных и диагональных по отношению к современной оси вращения Земли. Такая трещиноватость обычно параллельна нарушениям систем сквозных разломов, но не сопровождается вертикальными или горизонтальными перемещениями. Во многих районах установлена важная рудоподводящая роль таких зон трещиноватости (меридиональных в Кураминских горах или северо-западных в Забайкалье. Не совсем еще ясно, каким образом существование систем сквозных разломов и трещиноватости может быть увязано с мобилистическими построениями и с представлениями о миграции полюсов и климатических зон по лицу Земли.

**Б. Кольцевые объекты.** В настоящей стадии их изучения эти объекты лишь частично могут быть сопоставлены с теми или иными геологическими образованиями. Основным классификационным показателем кольцевых (центрических) структур служит диаметр, непосредственно связанный с глубиной заложения.

Наиболее крупные кольцевые объекты образуют категорию **мегаструктур** (первая морфогенетическая группа). Они тяготеют к областям развития докембрийской коры, имеют в поперечнике от 300 до 500 км и выделяются по материалам телевизионных и сканерных съемок низкого разрешения. К настоящему времени наиболее изучена группа таких структур в глубоко эродированных областях Алданского щита, Становой области и прилегающих районах. Для мегаструктур характерно соответствие их концентрически кольцевого строения простианию структур и кристаллизационной сланцеватости раннеархейских метаморфических образований. Некоторые из этих структур в западной части Алданского щита контролируют размещение позднеархейских—раннепротерозойских шовных прогибов. Во многих случаях в центральных частях кольцевых мегаструктур, преимущественно в пределах центральных овалов, отмечается наиболее древняя гранитизация и преимущественное развитие наиболее глубинных магматических образований: кимберлитов, базит-гипербазитовых пород. Разновозрастные гранитоиды корового типа приурочены к перифериям структур. Кольцевые мегаструктуры, локализованные в менее эродированных складчатых областях, не обнаруживают прямого согласия с фанерозийским структурным планом, но вместе с тем им подчинено размещение магматогенных и вулканогенных пород. Строение глубинных зон кольцевых мегаструктур характеризуется незначительным подъемом границ Мохоровичича и Конрада (на 2—5 км выше среднего для региона уровня). Кольцевые мегаструктуры часто подчеркиваются соответствующим строением аномального магнитного поля. Такие особенности позволяют заключить, что кольцевые мегаструктуры унаследуют дуговые и «войдные» концентрические разломы, заложенные на самой ранней (лунной, стадии развития земной коры, для которой, так же как и для других планет земной группы, были характерны тектонические формы, отвечающие первичной нелинейной делимости гипербазит-базитовой протокоры в условиях отсутствия полей горизонтальных напряжений. В ходе необратимого развития земной коры степень тектонической активности кольцевых мегаструктур постепенно затухала. Предполагается, что движения по кольцевым раз-

ломам могли влиять на формирование складчатых ансамблей раннего архея, в меньшей степени на характер структур протерозоя и совсем в незначительной мере — фанерозоя.

Вторая морфогенетическая группа кольцевых объектов — **макроструктуры** — имеет в поперечнике от 50—70 до 200 км и требует для своего изучения преимущественно материалов съемок среднего разрешения. Они встречаются как в областях развития докембрийской континентальной коры, так и в фанерозойских складчатых системах: на Урале (Ляпинское поднятие), в Средней Азии (Чаткальские, Памирские кольца), на Кавказе (Самурское, Андийское кольца). Такие структуры связаны обычно с обнаженными или погребенными поднятиями кристаллического докембрийского фундамента складчатых систем и сопровождаются системами концентрических, реже радиальных разломов и системами миндалевидно расширяющихся складчатых дислокаций. В областях докембрийских щитов (Украинский щит) кольцевые макроструктуры совпадают с крупными гранито-гнейсовыми куполами. Отрицательные аномалии силы тяжести, сопровождающие макроструктуры, в ряде случаев объясняются локальным увеличением мощности «гранитного» слоя на 4—6 км, образующего двояковыпуклую чечевицу. Можно предполагать, что структуры этого типа фиксируют верхние части отмерших глубинных магматических диапиров.

Кольцевые макроструктуры известны и на территориях платформ, где они связаны с системами разломов, оконтуривающими поднятия фундамента. Изучены они еще недостаточно, но, по-видимому, генетически близки к рассмотренным выше.

Третья группа кольцевых структур — **мезоструктуры** — имеет поперечник от 20 до 50—70 км и выявляется в основном по материалам съемок среднего и высокого разрешения.

Анализ геологического строения и геофизических особенностей мезоструктур показывает, что в областях развития древних метаморфических комплексов они совпадают с гранито-гнейсовыми куполами и, таким образом, фиксируют центры гранитизации. Аналогичные структуры в Джугджуро-Становой области совпадают с крупными массивами гранитоидов, в том числе и не вскрытными эрозией. В пределах вулканических поясов Охотско-Чукотского, Прибалхашского, Кураминского в виде кольцевых мезоструктур хорошо выражены вулканические кальдеры, депрессии, а также вулканокупольные структуры. Во всех случаях кольцевые структуры, несомненно, являются поверхностным выражением глубинных магматических очагов.

Кольцевые и дуговые ограничения мезоструктур, дешифрируются на космических снимках как система кольцевых и дуговых разломов и тектонических трещин, располагающихся концентрически над глубинными магматическими очагами. В ряде мест эти зоны фиксируются полями развития милонитизированных и катаэлазированных пород, интенсивной трещиноватостью и гидротермальной проработкой вулканогенных толщ, представляя собою ослабленные зоны, служащие путями проникновения гидротермальных растворов и связанный с ними эндогенной минерализации в верхние горизонты земной коры.

В особую, четвертую группу кольцевых мезоструктур входят мезоструктуры осадочного чехла, отражающие, как правило, контуры депрессий и сводовых поднятий, крупные солянокупольные структуры; на космических снимках кольцевые структуры чехла характеризуются изменением фототона (обычно потемнение фототона по сравнению с окружающим полем соответствует поднятиям). Внутренний рисунок поля кольцевой структуры — густота и направление речной сети, развитие болот и т. д. — позволяет судить об активности новейших движений. Особый интерес структуры этого типа представляют в отношении нефтегазонакопления.

Последняя (пятая) группа кольцевых структур — **микроструктуры** — объединяет разнородные генетические образования диаметром менее 10 км, непосредственно сопоставляющиеся с конкретными геологическими телами. Это интрузивные субвулканические купола, отдельные вулканические сооружения, брахискладки в породах платформенного чехла, соляные купола, диапиры и пр. Подробно останавливаться на таких структурах в данном докладе нет смысла.

**В. Площадные объекты.** Уже упоминалось, что при полном анализе фотоизображения на космических снимках граничные разломы оконтуриваются площади, характеризующиеся специфическим в каждом случае внутренним рисунком фотоизображения. Сопоставление результатов дешифрирования космических снимков с геологическими данными позволяет утверждать, что рисунок фотоизображения отражает структурные особенности каждого выделенного таким образом участка. Следовательно, можно сделать вывод, что площади со специфическим рисунком фотоизображения, оконтуренные четко дешифрирующимися линиями, представляют собой структурные геоблоки.

Хорошо, например, оконтуриваются по космоснимкам срединные массивы, складчатые области различного возраста, наложенные впадины, горсты и грабены и т. д. Известные структурные блоки, например Воронежский массив, Московская синеклиза, Тиманский выступ, Днепрово-Донецкий авлакоген, мегасинклиниор Большого Кавказа, Ферганская депрессия, Анабарский массив, Вилюйская впадина и др., хорошо идентифицируются по космоснимкам, но их контуры, характер соотношений с прилегающими геоблоками по данным дешифрирования значительно уточняются. В некоторых случаях сравнительный анализ фотоизображения заставляет принципиально по-новому ставить вопрос о тектонической сущности той или иной структурной области или зоны.

Так, космические снимки дают дополнительную информацию для решения спорного вопроса о пространственном положении юго-восточной границы Сибирской платформы. На снимках зона Сетте-Дабанского (Бурхалинского) разлома образует четкую границу поля определенного ряда изображения, в то время как Нельканский разлом практически не дешифрируется. Это еще раз подтверждает представления о том, что Нельканский разлом не является глубинным, что он представляет собой пологий надвиг в осадочном чехле и не затрагивает кристаллический фундамент платформ.

Анализ космических снимков позволяет предполагать наличие на Среднем Урале краевого массива; как горстовый выступ фундамента

платформ определяется Верхоянская антиклинальная зона; выделяется несколько новых срединных массивов в мезозойской Яно-Индигирской геосинклинальной области. Возможно, что Колымский и Омолонский массивы составляют единую Колымскую платформу и т. д. Многие из этих вопросов не решаются однозначно и являются постановочными. Но исследование их с привлечением геофизических материалов, несомненно, заслуживает внимания.

Полноценное использование материалов космических съемок в рассмотренном направлении обеспечит составление специализированных карт типа космотектонических, позволит существенно дополнить и обновить ранее составленные карты геологического содержания, а также даст новые материалы для прогнозирования полезных ископаемых.

## ABSTRACT

The analysis of space images of low and medium resolutions has shown that they contain information, very often principally new, predominantly on tectonic structures. Three types of space geological objects, i. e. linear, ring and areal structures, are observed.

A. **Linear structures** are the result of ruptures of the earth's crust, which are either visible on the surface or concealed by undisturbed and/or disturbed formations. They fall into: 1. boundary faults separating geostructural regions or blocks; 2. extended faults crossing a number of geostructural regions; 3. regional faults controlling inner structures of geological regions within folded and platform regions; 4. systems of tectonic fractures and fracture zones which are orthogonal and oblique to the axis of the Earth rotation.

B. **Ring structures** reflect, on images, processes that occurred in a local part of the space. The radius of an object is a function of its depth of occurrence. These are classified into: 1. megastructures (500 to 300 km in diameter), which resulted from a primary non-linear break of hyperbasic — basic protocrust of the Earth; 2. macrosuctures (200 to 70 km in diameter) showing deep magmatic diapirs which formed the granitic layer of the earth's crust; 3. mesostructures (50 to 20 km in diameter) which are the surface expression of deep plutonic or volcanic hearths; 4. same mesostructures showing platform structural features, such as domes, depressions etc.; 5. microstructures (up to 10 km in diameter) presenting isometric geological bodies and the corresponding features.

C. **Areal structures** reflect the regions and blocks of the earth's crust, which are characterized by the similar geological pattern and tectonic activity, such as mountain folded regions, plates and shields of platforms, anteclises, synclises, median massifs, anticlinoria, synclinoria, intermontane troughs, aulacogens etc.

The application of geologically identified space images makes it possible to draw special-type maps, such as space tectonic and space geological maps, to add some more information to geological maps available, to revise them and forecast minerals to depth.

## ЛИТЕРАТУРА

- Б у ш В. А., К а ц Я. Г. Тектоническое районирование Средиземноморского альпийского пояса по результатам дешифрирования космических снимков. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 10.
- Г л у х о в с к и й М. З. Кольцевые структуры юго-востока Сибири их возможная природа. — Геотектоника, 1978, № 4. Исследование природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. М.: ВИНИТИ, 1973, т. I; М., 1974, т. II; М., 1976, т. X.

УДК 528.77

А. Д. Щеглов, В. Н. Брюханов, В. А. Буш,  
Е. Л. Елович, М. Т. Козицкая, Р. П. Котелков,  
С. П. Лебедев, И. С. Порошкова

## КОСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ЛИНЕЙНЫХ И КОЛЬЦЕВЫХ СТРУКТУР ТЕРРИТОРИИ СССР

Космические изображения земной поверхности (благодаря большой обзорности и естественной генерализации снимаемых объектов) впервые дали возможность непосредственного изучения, а не компилятивного конструирования геологического строения обширных территорий вплоть до целых континентов. На основании космических данных объединением «Аэрогеология» Министерства геологии СССР была составлена космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР в масштабе 1 : 5 000 000.

В основу этой карты положены результаты геологического дешифрирования мелко- и сверхмелкомасштабных космических снимков (КС), полученных с искусственных спутников Земли (ИСЗ) «Метеор» — масштаба  $10 \cdot 10^6$ — $2,5 \cdot 10^6$  с предельным разрешением на местности 1000—300 м.

Главными элементами латерального площадного расчленения поверхности Земли на КС подобного масштаба выступают обособленные довольно крупные участки земной поверхности, обладающие на изображениях единством по какому-либо выбранному признаку (фототон, структура или текстура рисунка изображения и др.).

Эти участки (выделы) имеют достаточно четкую физико-географическую характеристику и в целом отвечают элементам многоуровневого структурно-тектонического районирования в их современном выражении.

В зависимости от таксономического ранга площадей среди них могут выделяться космогеоструктурные области, регионы и блоки разных порядков. Геологическое их толкование представляет наиболее сложную задачу космогеологического картирования и не рассматривается на данном этапе исследований. Сейчас можно лишь предполагать, что скорее всего на нижних уровнях латерального площадного расчленения земной поверхности площадные структурные элементы могут соответствовать вещественным ассоциациям пород, а на высших — участкам литосферы с определенным

характером и направленностью тектонических, в том числе неотектонических, движений.

Границы космогеоструктурных выделов четко прослеживаются на КС и имеют преимущественно разломную природу. При этом разломы и зоны разломов, естественно, весьма разнородны с точки зрения места и роли в геологическом строении, а также возраста заложения и (или) активизации отдельных их звеньев.

Выявление ранее недостаточно полно картировавшихся или совсем не выделявшихся разрывных, а также кольцевых структур является одной из важнейших задач космогеологического картирования на данном этапе. Их выделению на территории СССР и предварительной классификации посвящена составленная космогеологическая карта.

Сеть линейных структур, показанных на карте и интерпретируемых преимущественно как разломы, четко распадается на три группы. Первая группа — это иерархическая система линейных структур, разграничитывающих соответственно космогеоструктурные области, регионы и блоки; вторая группа — линейные структуры, секущие космогеоструктурные выделы; третья группа — линейные структуры, не выходящие за пределы космогеоструктурных блоков данного таксономического ранга и как бы определяющие их внутреннюю структуру.

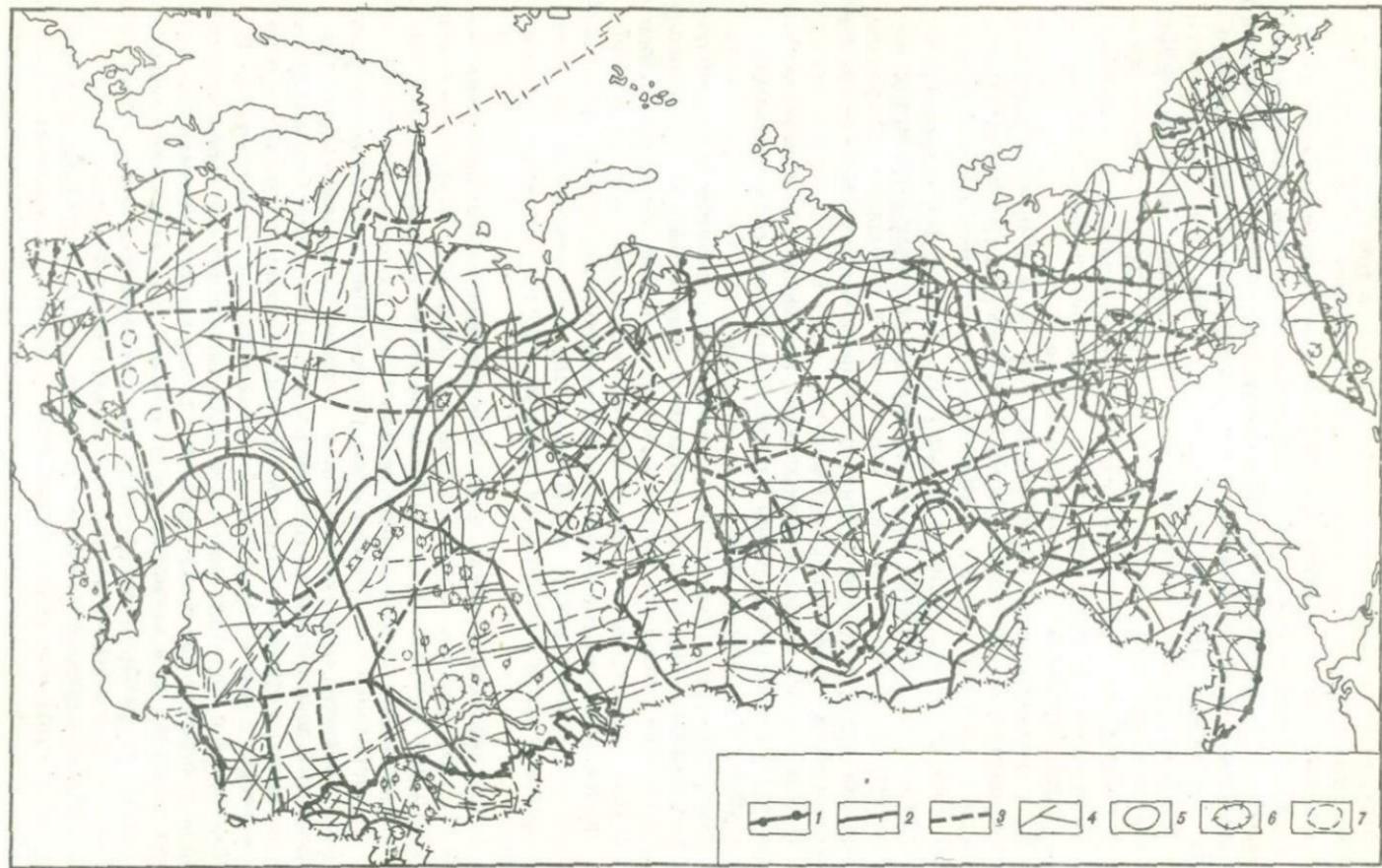
В ряде случаев специальными знаками показывается кинематическая характеристика разломов и зон разломов, а также некоторые элементы их глубинной характеристики.

Кольцевые космогеологические структуры подразделены на две генетические группы — эндогенного и экзогенного происхождения. Первая — наиболее многочисленная группа включает кольцевые структуры пликативного, дизъюнктивного, инъективного и т. п. генезиса. Экзогенная группа представлена астроблемами. Вместе с тем генезис большого количества кольцевых структур на данном этапе исследований не мог быть определен, в результате чего они отнесены к группе неясного происхождения.

Генерализованная схема космогеологической карты приведена на рис. 1, где показаны основные типы разломов (без внутриблочных) и кольцевых структур. На этой же схеме выделены геоструктурные области, регионы и наиболее крупные блоки.

На территории СССР выделяются два основные типа космогеоструктурных областей: горно-складчатые и равнинно-платформенные. Горно-складчатый пояс состоит из трех областей, различающихся по характеру геологического строения и по особенностям отражения его на материалах космических съемок: Альпийско-Гималайской, Тянь-Шаньско-Забайкальской и Верхояно-Корякской. Для каждой из них характерно то или иное соотношение между неметаморфизованными и метаморфизованными осадочными и магматическими горными породами, определяющее характер наиболее типичных космогеологических структур, рисунок и геологическую информативность материалов космосъемок.

Северный равнинно-платформенный пояс распадается на две основные космогеоструктурные области: западную (Восточно-Европейская, Туранская и Западно-Сибирская платформы) и восточную (Сибирская плат-



форма), отличающиеся характером слагающих их поверхность образованиями (осадочные или вулканогенные) и высотным положением (опущенные или поднятые), что определяет и различия в характере фотоизображения. Колымская платформа (?) по своему характеру ближе к платформам западной области.

Особый пояс на востоке территории СССР образуют структуры, переходные от Евразиатского континента к Тихому океану, — Сахалин, Курилы и Камчатка.

Изучение пространственного распределения линейных космогеологических структур, ограничивающих космогеоструктурные выделы, пока не выявило особенно интересных закономерностей.

Космогеоструктурные области разделяются на космогеоструктурные регионы, а регионы, в свою очередь, на космогеоструктурные блоки, причем это деление в значительной мере соответствует традиционному регионально-тектоническому районированию территории СССР с теми или иными уточнениями их границ. Следует отметить лишь некоторые важные аспекты. Так, Уральская складчатая система по характеру своего изображения на КС представляет относительно узкую линейную шовную зону, разделяющую западную Евразиатскую равнинно-платформенную область на два региона — Восточно-Европейский и Западно-Сибирский. Сходное положение занимают, видимо, и структуры Таймыра.

Обращает внимание приуроченность относительно узких грабенообразных структур к Восточно-Европейской платформе, где они сопоставляются с сетью позднепротерозойских овалакогенов, и к Западно-Сибирской плите, где они совпадают либо с триасовыми тафрогенами фундамента, либо с неотектоническими грабенообразными депрессиями.

Внутренняя структура космогеоструктурных регионов и блоков суммируется относительно устойчивой в их пределах ассоциацией линейных и кольцевых структур и вытекающим из нее общим рисунком изображения.

Пожалуй, наибольший интерес представляет выявленная по космическим снимкам сеть линейных структур, секущих космогеоструктурные выделы. На карте они несколько условно расчленены на две категории — трансконтинентальных и трансрегиональных разломов. Эта сеть секущих разломов, обладающая определенным структурным единством на всей территории СССР, обнаруживает определенную корреляцию с сетью региональной трещиноватости и с современным положением оси вращения Земли.

Наиболее характерны в этом отношении линейные космогеологические структуры меридионального простирания. Они следуют вдоль меридианов с интервалом 5—7°, сходясь в северном направлении и расходясь к экватору. На территории СССР таких структур насчитывается около 20. Почти каждая из них на отдельных отрезках используется геологическими

#### Генерализованная схема космогеологической карты СССР

1 — разломы, разделяющие космогеоструктурные области; 2 — разломы, разделяющие космогеоструктурные регионы; 3 — разломы, разделяющие космогеоструктурные блоки; 4 — линейные структуры, секущие космогеоструктурные выделы; 5 — кольцевые структуры пликативного генезиса; 6 — кольцевые структуры инъективного и ультратаморфического генезиса; 7 — кольцевые структуры иеянского генезиса

структурами стратисфера и верхов гранитно-метаморфического слоя (например, Оршанским овалакогеном, Уральской складчатой системой, докембрийским кряжем Улутау, Пурско-Тазовским тафрогеном и др.), однако по космическим снимкам такие направления удается легко прослеживать и за пределами этих отрезков.

Сеть перпендикулярных к ним в плане структур широтного простирания развита на территории СССР неравномерно. Наиболее четко они выступают на востоке, где отстают одна от другой примерно на  $4^{\circ}$  по широте. Эти структуры не распространяются западнее линии, соединяющей Тиман и Джалаир-Найманскую зону в Центральном Казахстане.

Как для меридиональных, так и для широтных линейных структур характерно, что они относительно редко получают отражение в смещениях глубинных поверхностей (Конрада и Мохоровичча).

Еще более четко прослеживается на КС сеть линейных космогеологических структур северо-западного и северо-восточного простирания. Подобно ортогональной к оси вращения Земли, эта диагональная к ней сеть в значительной части совпадает с известными разрывными нарушениями, причем позволяет объединять их в единые зоны континентального значения. В качестве примеров можно упомянуть зону Рязано-Саратовского авлакогена, которая прослежена далеко на юго-восток до течения Аму-дарьи; зону Талассо-Ферганского разлома, прослеженную на северо-запад вплоть до Самарской Луки на Волге; зону дислокаций Тимана, непрерывно прослеженную на юго-восток до Джалаир-Найманского разлома; зону Восточно-Саянского разлома, протягивающуюся на северо-запад вплоть до Пай-Хоя и Новой Земли, и т. д. Ряд таких линейных зон обнаружен впервые, например, зона разломов, продолжающая Пальмиро-Апшеронский линеамент на северо-восток через Кокчетавский массив до Барабинских увалов или зона разломов, фиксирующих юго-восточный склон Балтийского щита, и прослеженная от Рейнского грабена до о-ва Вайгач. Удалось также подтвердить некоторые линеаменты, выделенные еще в XIX веке, существование которых подвергалось сомнению например, известную «линию Карпинского», выделенную Э. Зюссом. Космогеологические структуры диагонального направления, как правило, находят четкое отражение в смещениях поверхностей Мохоровичча и Конрада.

Как видно из изложенного, секущие структуры ортогонального и диагонального направлений весьма близки по своему характеру к структурам, выделявшимся под названием «линеаменты» М. Берtranом.

Представляют существенный интерес взаимоотношения поверхностных геологических структур (т. е. структур стратисфера и верхов гранитного слоя, доступных непосредственному геолого-геофизическому изучению) с сетью секущих трансконтинентальных космогеологических структур. По таким соотношениям, используя имеющиеся тектонические карты и карту аномального магнитного поля, территорию СССР можно разделить на участки, где ведущую роль в строении поверхностных геологических структур играет сеть ортогональных «линеаментов», и те участки, где ведущая роль переходит к диагональным структурам.

К зонам первого типа (с ортогональным структурным планом) принадлежит Западно-Сибирская и Сибирская платформы, а также террито-

рия Тянь-Шане-Саянской области, для которой характерна интерференция диагональных и ортогональных структур.

К зонам второго типа относятся Восточно-Европейская платформа, Альпийско-Гималайская область и Туранская плита к юго-западу от линии Мангышлак—Гиссар, где широтные структуры практически отсутствуют, а меридиональные проявлены относительно слабо и относятся к категории «скрытых», как Транскавказский линеамент. Центральная и восточная части Верхояно-Чукотской горно-складчатой области, Камчатско-Курильская дуга и Сихотэ-Алинь также характеризуются диагональным планом. Хотя ортогональные направления здесь дешифрируются достаточно четко, но характер отражения их в геологической структуре изучен еще слабо.

Отмеченный характер связи секущих разломов с поверхностными геологическими структурами, когда последние используют лишь отдельные отрезки устойчивой сети структур, свидетельствует, с нашей точки зрения, о более глубоком заложении сети секущих разломов, чем структур поверхности группы. Последние же, как известно, имеют коровое или, во всяком случае, надастеносферное заложение.

Вторая крупная группа геологических объектов, показанных на космогеологической карте СССР, — кольцевые структуры. Под этим термином понимаются разнородные (по генезису, масштабу и форме проявления на дневной поверхности) геологические объекты или структуры, обладающие центральной симметрией. На КС они проявляются в виде округлых или овальных аномалий тона или рисунка изображения, за которыми стоят соответствующие изменения элементов ландшафта (геологического субстрата, орографии и речной сети, растительности, почв, обводненности и т. п.). В ряде случаев геологическая интерпретация кольцевых структур далеко не ясна и представляется в достаточной мере гипотетической.

Кольцевые структуры распространены по территории СССР примерно с равной плотностью в пределах развития любых структурно-вещественных и возрастных комплексов от до- и протогеосинклинальных через геосинклинально-складчатые до боргенических и платформенных (плитных). Несколько меньшей плотностью кольцевых структур отличаются лишь область альпийской складчатости и палеозойский складчатый Урало-Монгольский пояс, хотя и здесь кольцевые структуры достаточно типичны для участков развития допалеозойской континентальной коры (Большой Кавказ, Тува и др.). Однако, несмотря на общую равномерность распределения кольцевых структур, различные их генетические типы распространены по территории СССР неравномерно, группируясь в одних участках и отсутствуя на других. Так, пликативные тектонические структуры группируются преимущественно в областях Восточно-Европейской и Западно-Сибирской плит; магматические кольцевые структуры занимают территории Сибирской платформы, Забайкалья и Верхояно-Чукотской систем, а ультраметаморфические структуры тяготеют к территориям древних щитов.

В этой закономерности можно усмотреть следы геолого-исторической смены одних типов структур другими, а также структурной связи между некоторыми генетическими типами кольцевых объектов, т. е. можно поста-

вить вопрос о вертикальных эволюционных рядах кольцевых структур. Так, пликативные структуры в чехле плит, видимо, располагаются над магматическими или ультраметаморфическими структурами фундамента, а некоторые магматические структуры (например, на восточном окончании Алданского щита) унаследованы от ультраметаморфических. На юго-восточном склоне Сибирской платформы при переходе от осадочных толщ нижнепалеозойского платформенного чехла к траппам тунгусской серии происходит смена пликативных кольцевых структур морфологически однотипными магматическими.

Скорее всего, кольцевые структуры представляют собой существенный структурный атрибут континентальной земной коры.

В ряде случаев отмечается непосредственная пространственная связь линейных и кольцевых структур. Наиболее яркими примерами может быть серия из пяти магматических кольцевых структур диаметром около 100 км вдоль Монголо-Охотского разлома на протяжении 500 км от Читы до Могочи или цепочка из шести магматических структур диаметром от 75 до 160 км на протяжении 900 км вдоль Сихотэ-Алинского разлома. Параллельно ей с востока протягивается цепочка из восьми кольцевых структур вулканического происхождения диаметром 50—70 км.

Иногда кольцевые структуры располагаются тесно сближенными группами, образуя своего рода узлы. Часто такие узлы лежат на пересечении двух или трех трансконтинентальных систем разломов. Примерами могут служить Газимурский и Муйский узлы в Забайкалье, Учуро-Майский узел на Алданском щите или Верхнеколымский узел в Верхояно-Чукотской складчатой области.

Известные факты приуроченности различных полезных ископаемых к кольцевым структурам определенного генезиса, размера и структурного положения заставляют обратить самое пристальное внимание на эти интереснейшие геологические объекты, значение которых впервые выявлено только по материалам космических съемок, и особенно на их соотношения с геоблоками и секущими линейными структурами.

Космогеологические карты различного типа и назначения являются новым видом геологической картографии, содержащим важную информацию, отсутствующую на традиционных геологических картах. Эта информация нуждается в самом пристальном внимании, так как она может способствовать решению многих геологических проблем как теоретического, так и прикладного характера.

## ABSTRACT

The map has been compiled on the basis of geological interpretation of space images with a spatial resolution ranging from 300 to 1000 ms on the ground taken from the Meteor automatic satellites.

Linear structures are interpreted as faults and fault zones and divided into three groups. The first group includes linear structures bounding space geostructural domains (namely provinces, regions and blocks). The second group encloses linear structures cutting across the mentioned domains

and the third group comprises linear structures confined to the space geostructural blocke, i. e. to the least domains outlined on the map. Circular structures are subdivided into genetic groups and types, the origin of some structures being obscure. In some cases the depths of origination of both linear and circular structures are indicated on the basis of geophysical data. Linear structures cutting across the space geostructural domains are of the greatest interest. As a rule, they form orthogonal and diagonal fault systems.

Submeridional faults 5—7° apart are best manifested in the orthogonal system. Separate sections of all of these faults but a few bound different geological structures within stratisphere and upper parts of granite—metamorphic layer. Latitudinal linear structures occure mostly in the eastern part of the USSR territory. The orthogonal linear structures are not frequently known to displace deepseated structural surfaces such as the Conrad and Mohorovicic discontinuities.

Most linear structures of the diagonal set agree with known faults. According to geological interpretation these faults are traced as united fault zones of continental dimention.

Different parts of the USSR territory are characterized by predominance of one of the fault sets. Thus, orthogonal linear structures prevail on the West—Siberian and East—Siberian platforms, while diagonal ones are typical of the East—European platform, Alpine—Himalayan and Verkhoyano—Chukotsky mountain—folded regions.

Areal distribution of circular structures over the USSR territory is roughly regular, but their various genetic types are spread irregularly. Plicated structures occure mostly on the East-European and West-Siberian platforms, magmatic ones are typical of the East-Siberian platform, Transbaikalia and Verkhoyano-Chukotsky folded system. Ultrametamorphic circular structures are encountered on crystalline shields. In some cases positional connection of linear and circular structures is observed.

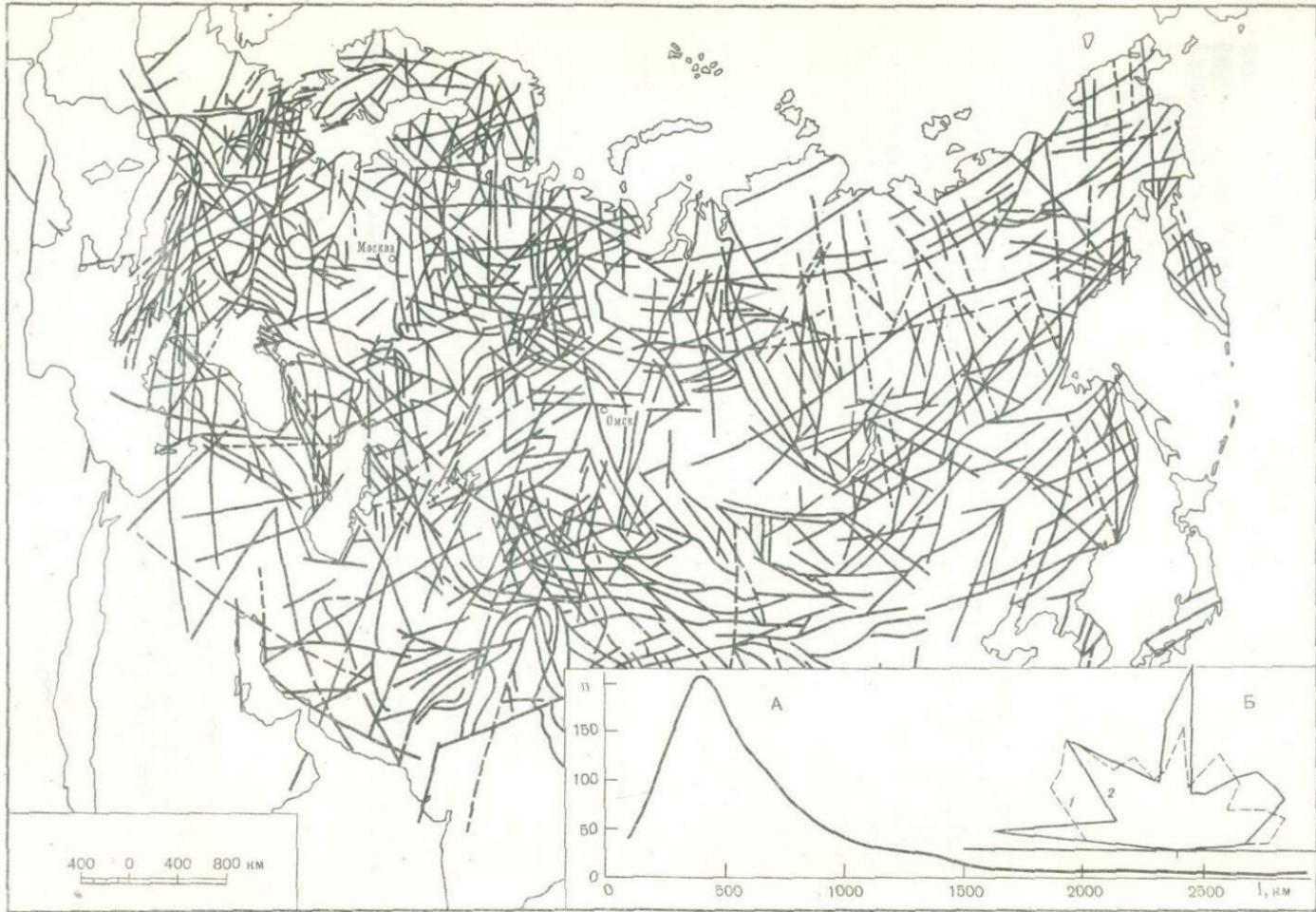
Various useful minerals are known to be occasionally confined to circular structures of definite origin, size and structural position. These interesting geological features brought to light and appreciated for the first time through geological interpretation of space imagery deserve great attention. Relations of circular structures with geoblocks and cross-cutting linear structures are of primary importance.

УДК 528.77

*B. И. Макаров*

## **КАРТА ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЛИНЕАМЕНТОВ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ**

Линеаменты — одни из наиболее заметных особенностей структуры земной поверхности, которые со всей очевидностью и повсеместно проявились на космических изображениях. Для изучения их геологической сущности и закономерностей пространственного развития в Геологическом инсти-



туте АН СССР была составлена предварительная карта наиболее крупных линеаментов территории Северной Евразии (рис. 1). В ее составлении приняли участие также специалисты научно-производственного объединения «Аэрогеология», Института тектоники и геофизики ДВНЦ АН СССР и Московского университета им. М. В. Ломоносова. Сводка первичных материалов, общая редакция и предварительный анализ карты осуществлены автором.

Карта составлена в масштабе 1 : 20 000 000 по данным дешифрирования изображений, полученных с различных космических аппаратов, приведенным к единому уровню генерализации, который отвечает изображениям, полученным со спутников системы «Метеор».

Результаты сопоставлений линеаментов с различными геологическими, геофизическими, сейсмологическими и другими данными о структуре приповерхностных и глубинных горизонтов литосферы, выполненных различными исследователями в горно-складчатых и платформенных областях, позволяют сделать вывод, что линеаменты, изображенные на карте Северной Евразии, представляют собой преимущественно неотектонические или унаследованно развивающиеся в новейшее время разломы, флексурно-разрывные или иные зоны повышенных деформаций и проницаемости литосферы. Линеаменты характеризуются глубинным заложением, современной активностью и проявлены на земной поверхности закономерной ориентировкой и приуроченностью к единым линиям разнообразных форм и элементов геологической структуры рельефа.

Все выводы, которые можно получить из карты и в дальнейшем обсуждать, вытекают из таких параметров, как протяженность, ориентировка, плотность линеаментов и их соотношение с известными геологическими структурами.

Протяженность линеаментов представляет весьма изменчивую характеристику. На карте показаны линеаменты длиной не менее 100 км, максимум приходится на линеаменты длиной около 500 км. Анализ этого параметра показал, что сам по себе он не всегда определяет порядок, структурную значимость или глубинность заложения линеаментов. Для этого требуется привлечение дополнительных геолого-геофизических данных.

Все многообразие линеаментов подчинено четырем достаточно определенно выраженным направлениям: меридиональным, широтным и двум диагональным (северо-западным и северо-восточным). Все они проявлены в любой части Северной Евразии, вскрывая таким образом зависимость сети линеаментов от региональных различий геологической струк-

#### Карта тектонических линеаментов Северной Евразии

Составители: В. И. Макаров, Г. И. Водчкова, С. Ф. Скобелев, В. И. Тихонов, В. Г. Трифонов, П. В. Флоренский (Геологический институт АН СССР), И. И. Башилова, В. А. Буш, А. В. Доливо-Добровольский, Г. И. Махин, Л. И. Соловьева, С. И. Стрельников (Научно-производственное объединение «Аэрогеология»), Р. И. Гришкин (Институт тектоники и геофизики ДВНЦ АН СССР), В. Д. Скарятин (Московский университет)

Редактор и ответственный составитель: В. И. Макаров

На врезке: А — кривая количественного распределения ( $n$ ) линеаментов разной длины ( $l$ ); Б — диаграмма ориентировки линеаментов Европейско-Центрально-Азиатского (1) и Восточно-Азиатского (2) секторов

туры и перекрестный характер последней [Макаров, Соловьева, 1976; Makarov, Solov'eva, 1977].

Вместе с тем количественное распределение разноориентированных линеаментов обнаруживает более сложную картину, в частности, разделение этой обширной территории на две части — Европейско-Центрально-Азиатскую и Восточно-Азиатскую. Западная часть отличается большими вариациями направлений и преобладанием линеаментов северо-западной ориентировки с пиком 315°; среди ортогональных здесь резко обособлены субмеридиональные, а субширотные развиты слабо. Восточная часть территории характеризуется в целом более равномерным и симметричным развитием диагональных и ортогональных линеаментов при некотором преобладании ортогональной системы.

Граница между указанными частями в общем виде проходит от Полярного Урала в направлении юго-западного конца озера Байкал и далее на юг. Она соответствует, по-видимому, современному разделу между Тетиическим и Тихоокеанским сегментами литосфера Евразии.

Кроме отмеченных закономерностей распределения линеаментов, обращает на себя внимание их неравномерная плотность вообще. Устранив, насколько это было возможно, субъективные факторы и учитывая, что структурно-формационные различия геологического субстрата на мелкомасштабных космических снимках также снивелированы, можно сделать вывод, что основным фактором, определяющим плотность линеаментов и неравномерную (в пространстве) активность того или иного направления, является неотектоническая дифференцированность, подвижность и проницаемость земной коры.

По отношению к контурам пересекаемых структур, блокам или плитам литосфера, известным по геологическим и тектоническим картам, линеаменты обнаруживают значительную независимость. Они как бы связывают воедино структуры Тимана и Урала со смежными плитами, Скандинавского щита и Русской плиты, Туранской плиты и Тянь-Шаня. Таких примеров множество, они следуют из самой карты. Не все в этом явлении сейчас ясно. Но несомненно то, что между разнородными и разновозрастными областями существуют тесные структурные связи, которые отражают, очевидно, молодую динамику литосферы, генетическое единство и глубинность заложения рассматриваемой системы линеаментов. Их единство предопределено, вероятно, современной глобальной структурой напряженного поля литосферы Северной Евразии, которое к тому же, как можно предполагать, более однородно, во всяком случае, специфично проявлено в нижних горизонтах коры и в верхней мантии.

В связи с этим хотелось бы обратить особое внимание на соответствие многих линеаментов глубинным сейсмоактивным зонам и на многочисленные примеры несогласия и тех и других относительно генеральных направлений приповерхностных структур, особенно древних [Макаров и др., 1974; Трифонов и др., 1978; Щукин, 1977; Макаров, Щукин, 1979; Makarov, Solov'eva, 1974]. Такое несоответствие может быть связано со структурной и динамической дисгармонией разноглубинных этажей литосферы, а также может отражать несоответствие новейшего структурного плана или новейшего напряженного состояния земной коры ранее созданным структурам.

Имеющиеся данные и представления о горизонтальных перемещениях блоков земной коры и литосфера плит ставят вопрос о том, может ли при этом сохраняться такое однообразие сетки линеаментов. В этом отношении следует считать, что линеаменты не противоречат горизонтальным движениям или напряжениями. Во-первых, невозможно объяснить такую упорядоченность структурных направлений на столь больших площадях, как Северная Евразия, исходя из вертикальных движений отдельных блоков. Во-вторых, и этот момент необходимо подчеркнуть, нельзя рассматривать линеаменты вне времени. Они являются образованиями неотектоническими и должны соотноситься с неотектонической структурой, с неотектоническими блоками и плитами. А в таком случае особенных противоречий вообще не наблюдается.

Вопрос, очевидно, сводится к тому, какова роль древних линеаментов и других образований в формировании современной их системы. Скорее всего, новейшие тектонические движения, развиваясь в соответствии с ранее созданными неоднородностями коры, используют определенные элементы древних структур и те направления, которые, очевидно, способствуют реализации молодых напряжений. Таким образом, в новейшую тектоническую эпоху происходит лишь выборочная активация элементов древних структур, в том числе разрывов и линеаментов. С этих позиций любая значительная переориентировка блока земной коры или горизонтально ориентированных сил должна привести к перераспределению и преобразованию линеаментной сети. Это соответствует первоначальному представлению о линеаментах, как о некоторых направлениях, организующих формы и элементы рельефа и структуры.

Кроме того, некоторые линеаменты отражают современную структуру глубинных слоев литосферы, которые могут находиться ниже возможных горизонтов срыва и горизонтального перемещения расположенных выше блоков. Естественно, что такие линеаменты также будут независимы относительно границ блоков.

Итак, линеаменты Северной Евразии образуют пространственно и генетически единую систему диагональных и ортогональных нарушений, которая отражает принадлежность их к единой (в плане новейшей тектоники) области, но с намечающейся автономией Тетиического и Тихоокеанского сегментов и менее крупных блоков литосферы. Линеаменты проявляют определенное несоответствие структур глубинных и приповерхностных слоев литосферы и перекрестный характер плана новейших деформаций Евразии.

## ABSTRACT

The map was carried out in the Geological Institute of the Academy of Sciences of the USSR with the participation of geologists of the Federation «Aerogeology», of the Institut of Tectonics and Geophysics of the Far East Scientific Centre and of the Moscow University. V. I. Makarov was responsible executor and editor.

The primary scale of the map was 1 : 20 000 000. It was based on data from interpreting of space images acquired by different orbiting techniques. Those data were reduced to the generalization level equal to that of images from satellites of «meteor» type.

Lineaments are spread all over the continent and they are indispensable elements of the lithosphere structure. Some of them are equal to the more or less known elements of near-surface structures, to faults first of all. Other lineaments are not manifested directly in surface structures, as faults, for example, but show some active submerged (concealed) deep-seated structures. In general sense the lineaments are some fault zones, fault-flexure zones or other kind zones of increased deformations or penetration of the lithosphere, which are mainly neotectonical or inheritedly developing recently and deep-seated ones.

The lineaments belong to four directions well manifested: NW—SE, NE—SW, longitudinal and latitudinal. All of them are developed everywhere and belong probably to a genetically unique system equal to the deep-seated planetary fractures. But the share of lineaments striking in different directions changes from one place to another one. The quantitative spatial distribution and conjunction of lineaments differently striking show division of the Eurasia on two parts — European—Central—Asiatic and East Asiatic, belonging correspondingly to the Atlantic and Pacific segments of neotectonic structure of the Earth.

The border between those is marked from the Polar Urals towards the SW-end of Baikal lake and then southward. The greater variety of striking of lineaments distinguishes the European—Central—Asiatic part. The NW—SE trends dominate here, among orthogonal lineaments near-longitudinal ones dominate and they are manifested better.

In the East-Asiatic part striking of lineaments do not vary so widely. Diagonal and orthogonal ones are spread here rather equally but the last dominate a little.

In general, it is possible to propose that the lineament net of the Eurasia is some infrastructure or deep-seated structure, transformed and broken by structures of the upper layers of the crust. This important circumstance allow us to see and to look for some elements of deep-seated tectonics (of «the basement tectonics») in space images as well as in surface features. In the light of the «basement tectonics» we can study and interpret the sedimentary mantle structures in a better way.

## ЛИТЕРАТУРА

- В. И. Макаров, С. Ф. Скобелев, В. Г. Трифонов и др. Глубинная структура земной коры на космических изображениях. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами. М.: ВИНИТИ, 1974, т. 2.
- В. И. Макаров, Л. И. Соловьева. Перекрестный структурный план земной коры и проблема проявления ее глубинных элементов на поверхности. — В кн.: Исследование природной среды космическими средствами. М.: ВИНИТИ, 1976, т. 5.
- В. И. Макаров, Ю. К. Щукин. Оценка активности скрытых разломов. — Геотехника, 1979, № 1.

В. Г. Трифонов, В. И. Макаров, О. С. Деревянко и др. Геологическое изучение Земли из космоса. М.: Наука, 1978.

Ю. К. Шукин. Сейсмогенные структуры и фокальные зоны Альпийского пояса, их связь с геофизическими полями и разломами. — В кн.: Разломы земной коры. М.: Наука, 1977.

Макаров V. I., Scobelev S. F., Trifonov V. G. et al. Plutonic structure of the Earth's Crust on Space Images. — Proceedings of the IX-th International Symposium on Remote Sensing of Environment. Ann Arbor, Michigan, 1974, Vol. 1.

Макаров V. I., Solov'eva L. I. Superimposed Crustal Structure and the Problem of Manifestation of its Deep-seated Elements on the Surface. — Proceedings of the First Annual W. T. Pecora Memorial Symposium. U. S. G. S., professional paper, 1015. U. S. Gov. print. office, 1977.

УДК 528.77

Я. Г. Кац, В. Д. Скарятин, Д. М. Трофимов

## О СУПЕРЛИНЕАМЕНТАХ СРЕДИЗЕМНОМОРСКОГО ПОЯСА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ, ВЫЯВЛЕННЫХ ПРИ ДЕШИФРИРОВАНИИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Рассматриваются крупнейшие линейные структуры земной коры, выявленные при дешифрировании мелкомасштабных космических снимков Земли в пределах западной части Средиземноморского складчатого пояса и сопредельных платформ: древних (Африканской и Восточно-Европейской) и эпигерцинских (Средне-Европейской и Скифской), и названные суперлинеантами (рис. 1). Под этим термином понимаются трансконтинентальные линейные структуры земной коры, разделяющие или пересекающие различные геотектонические структуры, выраженные в ландшафте и отраженные на космических снимках. Впервые эти структуры были отдешифрированы на севере Африканской платформы по стереопаре глобальных космоснимков с советской автоматической межпланетной станцией «Зонд 5» [Скарятин, 1970]; и для них был использован термин «линеамент», введенный в геологическую литературу В. Хоббсом (1904 г.). Однако в последнее время этот термин получил слишком широкий и неопределенный смысл, в связи с чем для наиболее крупных из подобных структур предлагается заменить его определением «суперлинеамент». Для выявления суперлинеаментов наиболее подходящими из всего набора разномасштабных снимков оказались глобальные с самым высоким уровнем генерализации изображения земной поверхности. Признаками суперлинеаментов на глобальных снимках являются прямолинейные участки целостных геолого-геоморфологических комплексов (гор, аллювиальных равнин, песчаных пустынь и т. д.), проявленных различным фототоном, что в значительной степени обусловлено разными генетическими типами четвертичных отложений и коренных пород [Еремин, Брю-

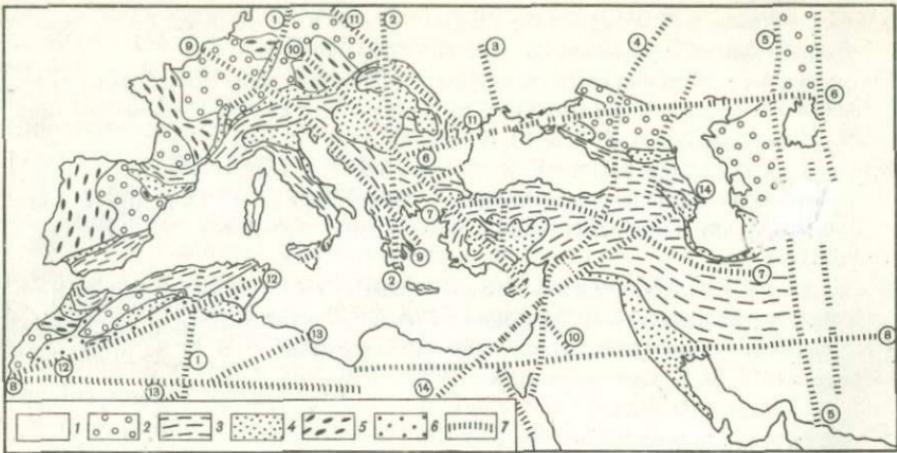


Рис. 1. Схема расположения суперлинеаментов западной части Средиземноморского пояса и сопредельных древних и молодых платформ

1 — древние платформы; 2 — молодые платформы; 3 — альпийские складчатые сооружения; 4 — краевые и межгорные впадины; 5 — герцинские складчатые сооружения; 6 — деформированные комплексы внутриплатформенных прогибов; 7 — суперлинеаменты (цифры на карте):

1—1 Горгидо-Нигерийский; 2—2 Поморско-Мессинский; 3—3 Одесский; 4—4 Транскавказский; 5—5 Урало-Оманский; 6—6 Аральско-Карпатский; 7—7 Босфор-Южно-Каспийский; 8—8 Бахадор-Бахария-Рибат; 9—9 Сомма-Динарский; 10—10 Драва-Сирханский; 11—11 Балтийско-Черноморский; 12—12 Алтайский; 13—13 Леврие-Заруг; 14—14 Пальмиро-Ашлеронский

ханов и др., 1978]. На снимках более низкого уровня генерализации, полученных с «Метеора», ECCA и др., видны суперлинеаменты или их участки, дешифрирующиеся уже по отдельным компонентам ландшафта.

Выявление, анализ и интерпретация суперлинеаментов как новых структурных элементов земной коры имеют не только теоретическое, но и практическое значение в связи с возможной приуроченностью к ним месторождений полезных ископаемых. Суперлинеаменты можно рассматривать как зоны повышенной проницаемости земной коры. С целью выяснения характера их проявления в современной структуре и истории развития земной коры была сделана попытка проанализировать ее строение на разных уровнях: от поверхности Мохоровичча, докембрийского и палеозойского фундамента до осадочного чехла и дневной поверхности. Историю развития суперлинеаментов, особенно на ранних этапах, легче проанализировать на территории пересекаемых ими древних платформ а характер новейших движений — в пределах альпийского пояса.

Одним из наиболее простых критериев подразделения линейных структур является их ориентировка, по которой выявленные на рассматриваемой территории суперлинеаменты группируются в две системы — ортогональную (субширотного простириания) и диагональную (северо-западного и северо-восточного направлений). Первые отражаются на снимках, как правило, менее четко, фрагментарно, вторые — подчеркнуты сравнительно более молодыми разрывно-складчатыми структурами.

К ортогональной системе относится гигантский меридиональный Урало-Оманский суперлинеамент (рис. 1)<sup>1</sup>, (5), отдельные участки которого выражены глубинными разломами докембрийского заложения [Хайн и др., 1973]. Этот суперлинеамент делит альпийский пояс на два сегмента — восточный, относящийся к Гималайской части, и западный, относящийся к Средиземноморской части. В западном сегменте, примыкающем к Африкано-Аравийской платформе, генеральными направлениями складчатых структур являются широтные и северо-западные простирания; для восточного сегмента характерны северо-восточные простирания.

Поморско-Мессинский суперлинеамент (2) делит Карпаты на две части с различным простиранием складчатых структур. К востоку от этой линии складки имеют северо-западное простирание, к западу — северо-восточное. Аналогичная смена простираний устанавливается на южном продолжении этой линии на Балканах.

В пределах Восточно-Европейской платформы (рис. 2) суперлинеаментам ортогональной системы в основном отвечают глубинные разломы и границы разлома блоков с различной мощностью земной коры. Из них преимущественно дешифрируются субмеридиональные структуры, соответствующие раннепротерозойским линейным трогам, выявленным как при глубинных геофизических исследованиях [Чекунов, 1972], так и при дешифрировании космоснимков [Трофимов, 1979]. Унаследованное их развитие отмечается вплоть до неотектонического этапа.

Для Транскавказского суперлинеамента<sup>(4)</sup>, пересекающего древние и молодую платформы и Средиземноморский пояс, специфичным являются сравнительно резкие отклонения от субмеридионального направления, придающие ему S-образную форму. На Скифской плите он трассируется через Ставропольский свод в сторону Минераловодского выступа, разделяя две крупнейшие структуры этого района: Западно-Кубанский и Терско-Кумский краевые прогибы. Особенности проявления этого суперлинеамента в пределах Скифской плиты, Кавказа и Аравии детально изучены и неоднократно отмечались в работах В. Е. Хайна, Е. Е. Милановского и других геологов.

На севере древней Африканской платформы рельеф и структура фундамента позволяет фиксировать выделенный В. Е. Хайном субмеридиональный Норгидо-Нигерийский суперлинеамент (I), приуроченный к крупнейшему докембрийскому поясу и горстообразному поднятию фундамента, которое унаследованно отражалось в строении платформенного чехла вплоть до неотектонического этапа. Постепенное ослабление его проявления на платформенной стадии развития, вероятно, явилось причиной сравнительно слабой выраженности суперлинеамента на космических снимках [Скарятин, 1970; Трофимов, 1973].

Продолжение этой структуры на Европейском континенте контролирует западный фронт альпийских сооружений и трассируется в виде Рейнской системы грабенов через молодую платформу вплоть до грабена Осло в северо-западном углу Восточно-Европейской платформы.

<sup>1</sup> Здесь и далее указаны номера суперлинеаментов, отмеченных на рис. 1.

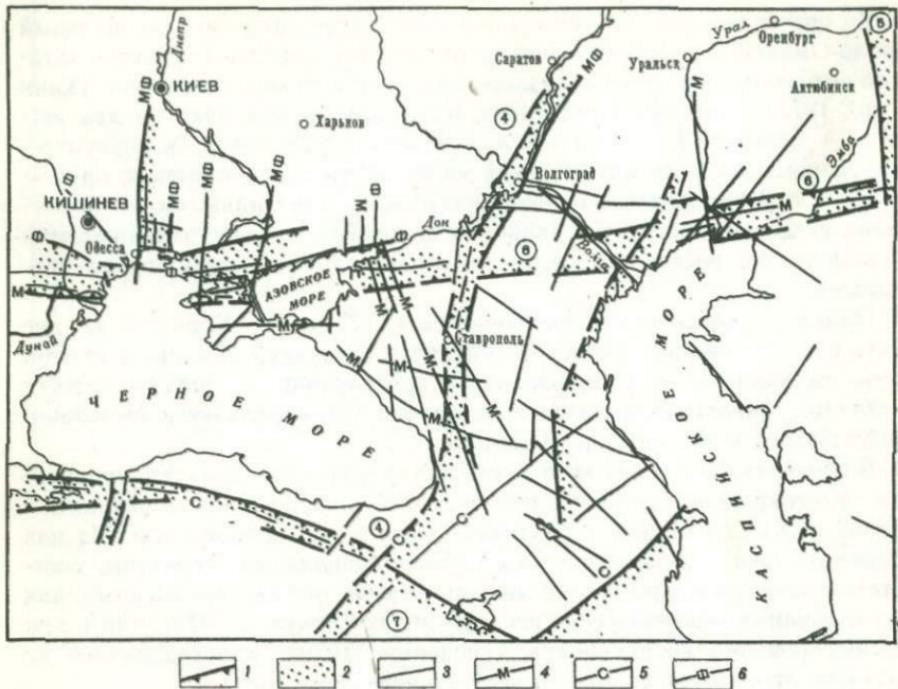


Рис. 2. Детализированная схема линеаментов Крымско-Кавказского сектора альпийского пояса и сопредельных частей Скифской плиты и Восточно-Европейской платформы

1 — границы зоны суперлинеаментов; 2 — зоны суперлинеаментов; 3 — линеаменты. Результаты сопоставления линеаментов с геолого-геофизическими материалами: 4 — участки, на которых линеаменты находят отражение в структуре поверхности Мохоровичича, 5 — суперлинеаменты и линеаменты, соответствующие максимальной плотности сейсмодислокаций, 6 — линеаменты, отраженные в фундаменте платформ

Находящаяся в ее пределах часть Поморско-Мессинского суперлинеамента (2) подчеркивается серией кулисообразных разломов древнего заложения на участке от Варшавы до Олштына [Кутек и др., 1979]. К югу от Krakova он проходит через резкий излом простирации складчатых структур альпийского пояса, систему разломов Трансильванской впадины, контролирует резкий излом южных Карпат в обрамлении Мизийской плиты и кулисообразно сочленяется со складчатыми сооружениями Динарид. На его продолжении в Ионическом море отмечается резкий перепад глубин, а в пределах Африканской платформы — крупный разлом, ограничивающий с востока Сиртскую впадину. К югу в сторону вулканического нагорья Тибести он превосходно трассируется на космических снимках.

Субширотный Аральско-Карпатский суперлинеамент (6) частично совпадает с границей древней и молодой платформ. Здесь строение рельефа поверхности докембрийского фундамента и отдельных горизонтов осадочного чехла также контролируется линейными структурами (Северо-Каспийская система поднятий и др.).

Наиболее протяженный (8000 км) из рассматриваемых структур — суперлинеамент Бахадор-Бахария-Рибат<sup>(8)</sup>, проявляется вдоль северной части Африканской платформы.

Босфор-Южно-Каспийский суперлинеамент (7), расположенный в пределах Средиземноморского пояса, на большей своей части совпадает с Северо-Анатолийским глубинным сдвигом, к которому приурочено множество очагов коровых землетрясений [Шукиц, 1977], а на пересечении его с Транскавказским суперлинеаментом расположены поля распространения молодых вулканитов Армянского нагорья [Милановский, Короновский, 1973].

Таким образом, анализ суперлинеаментов ортогональной системы на территории древних платформ показывает, что они связаны с глубинными разломами, часто заложенными на протогеосинклинальной стадии. Суперлинеаменты с постепенно ослабевающей активностью проявлялись вплоть до неотектонического этапа развития. Субмеридиональные структуры по времени заложения являются раннепротерозойскими; субширотные — среднепротерозойскими, заложившимися в начале формирования по южной границе древней платформы. Прослеживание таких суперлинеаментов, как Транскавказский и др. в пределах молодых платформ, подтверждает вывод о древности их заложения и унаследованном развитии.

Диагональная система представлена Балтийско-Черноморском (11), Сомма-Динарским (9), Драва-Сирханским (10) [Скарягин, Атанасян, 1976] (северо-западного направления) и Атласским (12-12), Леврие—Зоруг (13-13) и Пальмиро-Апшеронским (14-14) (северо-восточного простирания) суперлинеаментами.

Сомма-Динарский суперлинеамент в Европе разделяет Англо-Брабантский массив и Парижский бассейн, пересекает Альпы в районе Боденского озера, а южнее ограничивает с северо-востока Адриатический прогиб от мегантиклинория Динарид. Южнее он простирается вдоль известной зоны разломов Адриатического побережья и трассируется на ограничение Красноморского рифта. Простижение и местоположение его предопределено структурами складчатого пояса, геосинклинальное развитие которого завершилось в рифее.

Драва-Сирханский суперлинеамент отделяет с северо-востока Англо-Брабантский массив от Кампинского бассейна, а Нижнерейнский прогиб от массива Ставло-Вены. С юго-запада он ограничивает Богемский массив от Предальпийского прогиба, а несколько южнее — отделяет Восточные Альпы от Западных Карпат. В пределах Большой Венгерской впадины он совпадает с разрывами вдоль р. Драва и далее с юго-запада отделяет антиклинорий Истранжа от Фракийской впадины. В пределах Анатолии суперлинеамент четко прослеживается в геологической структуре, ограничивая с северо-востока массив Мендес, разделяет антиклинорий Западного Тавра и Султан-Даглари. Остров Кипр суперлинеамент пересекает в районе мыса Греко и почти в центре Аравии ограничивает поле неогеновых базальтов, вероятно, с ним связанных.

Глубинной структурой северо-западного простирания является Балтийско-Черноморский суперлинеамент, тяготеющий к западной периферии Восточно-Европейской платформы. Далее к северо-западу он трассируется

ется через Средне-Европейскую плиту, подчеркиваясь серией сближенных линеаментов (линии Эльбы, Лужицкая, Тейссера—Торнквиста), отчетливо фиксирующихся в геофизических полях, строении разновозрастного фундамента и платформенном чехле [Кутек и др., 1979]. В целом он отражает область многократной переработки западного края Восточно-Европейской платформы на байкальском, каледонском и герцинском этапах развития, прослеживаясь к югу под складчатыми сооружениями Восточных Карпат. Анализ крупнейших структур Восточно-Европейской платформы северо-западного простирания (Днепровско-Донецкой падины, Пачелмского авлакогена и др.), слагающих Балтийско-Черноморский суперлинеамент, указывает на байкальское время его заложения.

Сопряженные с северо-западной системой суперлинеаментов северо-восточные структуры являются диагональными по отношению к Кавказскому сектору альпийского пояса и наиболее четко выражены в данном регионе вследствие их активизации на неотектоническом этапе. Они находят отражение в картах тектонического районирования Средиземноморского пояса, составленных как с использованием космических снимков [Буш, Кац, 1978], так и традиционными методами. Геологических данных, указывающих на возраст заложения этих структур, мало. Имеются лишь отдельные сведения, указывающие на связи этих линеаментов с крупными структурами. Так, например, в Восточном Прикаспии отчетливо дешифрируется глубинная подсолевая структура рифейского возраста заложения — Ново-Алексеевский грабен, фрагментарно трассируемый в сторону Кавказа [Капустин и др., 1978]. В его пределах анализ мощностей и структуры байкальского, герцинского и альпийского комплексов [Резанов и др., 1978] свидетельствуют о контролирующей роли выделяемых суперлинеаментов и линеаментов на данных этапах развития земной коры.

В пределах альпийского пояса выделенные суперлинеаменты выражены в значительной степени складчато-разрывными дислокациями, а в отдельных районах соответствующих сейсмогенным дислокациям [Шукин, 1977] и областям их максимальных сгущений (рис. 1, 2). Суперлинеаменты типа Пальмиро-Апшеронского и ряда параллельных им линеаментов фиксируются в виде поперечных структур, разделяющих крупные антиклинальные поднятия и выраженных на отдельных отрезках разломами. Для них типичной является связь с вулканизмом как в пределах Кавказа, так и в северной части Африканской платформы.

Приведенные данные показывают, что суперлинеаменты представляют собой широкие зоны разрывно-складчатых деформаций земной коры, заложенные на ранних стадиях ее развития и имеющие, вероятно, глобальные закономерности распространения, проявленные в строении поверхности Мохоровичича, в виде коровых сейсмодислокаций, в структуре фундамента, а иногда и платформенном чехле. Геологическая природа и поверхностное выражение их до сих пор не вполне ясно, что обусловлено дискретностью суперлинеаментов, как по разрезу, так и по площади. Это затрудняет выделение суперлинеаментов в виде структур традиционными методами. Унаследованный характер геологического раз-

вития этих крупнейших структур и проявление их на неотектоническом этапе позволяют эффективно выявить мощные зоны дислокаций на разномасштабных, многозональных и разносезонных космических снимках, что обеспечивает получение наибольшего объема взаимодополняющей информации.

## ABSTRACT

Abstract. The paper deals with Western Mediterranean Foldbelt and adjoining regions of both the East-Eurasian and African platforms. Among the most interesting features revealed are superlineaments. These features are linear transcontinental structures of the earth's crust, that are made manifest in the landscape, traverse various geotectonic structures and are visible on space images.

Superlineaments can be seen on the smallest scale images (hyperaltitude photoes), taken from interplanetary stations and satellites Zond, Meteor, Apollo and others. Their detailed structure is shown on larger scale photoes of regional and local coverage taken from manned spacecrafts.

Detected superlineaments are of northwest, northeast, sublattitudinal and sublongitudinal orientation. The northwest trending ones are the Somme-Dinariclon the Drava-Sirkhanian, the Baltic-Pontian and others. The northeast trending ones are the Palmyra-Apsheronean and others. The sublattitudinal trending ones are the Aral-Carpathian, the Bosphorus—South Caspean, the Bajador—Bakhariyan. The sublongitudinal trending ones are the Norgit—Nigerian, the Coastal—Messinian, the Odessian, the Transcaucasian, the Ural—Omanean.

The analysis of geological materials shows that the oldest superlineaments are those of orthogonal orientation, while the youngest superlineaments are those of diagonal orientation.

The paper also contains some data on landscape tracers which help to detect superlineaments, their relationship with certain geologic structures and manifestations on different stages of geologic development.

Geologic analysis of some parts of these distinguished structures, detected within old and young platforms, suggests their Pre—Cambrian age and their inherited development on great depths over a long period of time.

Comparison of the distinguished superlineament systems with similar structures on other continents establishes certain similarity in their relative position. Therefore it is possible to suggest the global nature of the superlineaments as parts of large geoblocks of the earth's crust.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бу ш В. А., Ка ц Я. Г. Тектоническое районирование Средиземноморского альпийского пояса по результатам дешифрирования космических снимков. — Изв. вузов. Сер. геолог. и развед. 1978, № 10.  
Еремин В. К., Брюханов В. Н., Махин Г. В. и др. Состояние и основные задачи развития аэро- и космических методов в геологии. — Изв. вузов. Сер. геол. и развед. 1978, № 10.

- Капустин И. Н., Пржилговский Е. С., Трофимов Д. М. Применение космической информации при составлении тектонической карты Прикаспийской впадины и ее обрамления. — Изв. вузов. Сер. геол. и разв., 1978, № 10, 15—18 сс.
- Кутек Я., Хайн В. Е., Кац Я. Г. и др. К вопросу сочленения Русской и Средне-Европейской плит. — Вестн. МГУ. Сер. геолог. 1979, № 1.
- Резанов И. А., Шевченко В. И. Строение и эволюция земной коры геосинклиналей. М.: Недра, 1978.
- Скарятин В. Д. Космические снимки на службе геологии. — Природа, 1970, № 3.
- Скарятин В. Д., Атанасян С. В. Линейные и кольцевые структуры некоторых районов Евразии. — Изв. вузов, геол. и развед. 1976, № 11.
- Трофимов Д. М. Сопоставление результатов дешифрирования космических снимков с геолого-геофизическими данными (Причерноморье и северо-западное Предкавказье). — Советская геология, 1979, № 1.
- Хайн В. Е., Кац Я. Г., Селицкий А. Г. Тектоническое районирование и основные черты современной структуры альпийского пояса Ближнего и Среднего Востока. — Изв. вузов. Сер. геол. и развед., 1973, № 3.
- Чекунов А. В. Структура земной коры и тектоника юга европейской части СССР. Киев.: Наук. думка, 1972. 500 с.
- Шукин Ю. К. Сейсмогенные структуры и фокальные зоны альпийского пояса, их связь с геофизическими полями и разломами. — В кн. Разломы земной коры. М.: Наука, 1977.

УДК 528.77

*В. Н. Брюханов, Л. Ф. Волчегурский,  
А. Б. Галактионов, А. А. Ромашов*

## **КОСМОТЕКТОНИЧЕСКАЯ КАРТА АРАЛО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА**

Космофотогеологическое и космофототектоническое картографирование — это новый вид региональных структурных и геологических исследований, применяемых при металлогенических и нефтегазопоисковых работах. Советский и зарубежный опыт свидетельствует, что использование космической информации позволяет эффективно и в короткие сроки создавать картографические материалы геологического содержания, характеризующиеся высокой информативностью.

Методические основы этого вида исследований разработаны и впервые реализованы в СССР при составлении космофототектонической карты Арало-Каспийского региона масштаба 1 : 2 500 000.

Эта территория охватывает обширные степные, полупустынные и пустынные пространства Западного Казахстана, Восточного Предкавказья, Устюрта и Мангышлака. Она характеризуется разнообразием ландшафтно-геологических условий, что определяет различную степень дешифрируемости космических материалов и требует использования определенных методических приемов их интерпретации.

На северо-восточной и восточной окраинах Прикаспийской впадины, в зоне ее сочленения с приподнятыми участками Русской плиты и складчатыми сооружениями Уралид, в пределах складчатого Центрального Мангышлака и Прикарабугазья, в районе Северного Предкавказья развит сильно расчлененный рельеф, обязанный своим происхождением денудационным процессам. Удачное сочетание геологических и физико-географических факторов способствует прямому отражению на космических снимках геологических объектов. Здесь удается выявлять и картировать простирации пластов, контуры структур, разрывные нарушения, устанавливать взаимосвязь отдельных структурных форм, что определяет общий тектонический план.

В полузакрытых и менее обнаженных районах восточной половины Прикаспийской впадины, Устютарта, Заволжья, Южного Мангышлака, где наряду с процессами денудации широко развита аккумуляция, для выявления геологических объектов часто приходится использовать косвенные признаки. Здесь в отдельных случаях на космоснимках распознаются разрывные нарушения со смещением геологических контуров, простирации пластов и контуры площадных геологических объектов. Однако большее значение приобретают косвенные признаки, передающие основные черты геологического строения тех или иных участков через формы рельефа или другие компоненты ландшафта.

В пределах закрытых территорий центральной и западной частей Прикаспийской впадины, степного Мангышлака, п-ова Бузачи, где преобладают процессы аккумуляции, косвенные признаки при выявлении геологического строения приобретают особое значение. Четкость и рельефность отображения этих признаков, а следовательно, выраженность геологических объектов в ландшафте земной поверхности и на космоснимках главным образом зависит от новейших тектонических признаков структурных элементов. Специфика неотектонического развития предопределяет особенности фотоизображения и принципиальные возможности дешифрирования структурных объектов, учитывая их унаследованное развитие. Анализ признаков, установленных при дешифрировании, позволил создать фотопортрет для характерных и аномальных участков, часть из которых совпала с известными геологическими структурами. Это дало возможность сравнительным методом выявить подобные формы в других, менее изученных частях региона.

При этом следует отметить, что полученная с космоснимков информация позволила значительно увеличить глубинность изучения региона. На космических материалах, кроме четко выраженных на земной поверхности структур, нашли отражение крупные тектонические элементы глубинных срезов, считавшиеся полностью погребенными. Эти формы получили свое выражение в виде генерализованных контуров, без детализации внутреннего строения, но даже само их установление и определение местоположения имеет важное значение для изучения глубинной тектоники.

Основу методики комплексного картографирования составляет тематическое структурно-геологическое дешифрирование космоматериала, ведущееся по принципу от общего к частному, с использованием на отдельных этапах работ космической информации разного масштаба.

На космических материалах масштаба 1 : 5 000 000 и мельче, отчетливо прослеживаются в виде единого линеамента главный разлом Урала, Илекский, разломы, ограничивающие Горный Мангышлак и другие крупные тектонические контакты. Изучая эти же элементы по космическим снимкам м-ба 1 : 2 500 000 и 1 : 1 000 000, можно отметить, что единые линеаменты расчленяются на ряд последовательно дополняющих одна другую или кулисообразно расположенных линейных структур, образующих довольно широкие зоны тектонических нарушений.

Подобное усложнение строения объектов можно наблюдать и на примере кольцевых или овально-концентрических структур. В низовьях Волги, на северо-востоке Прикаспийской впадины, на п-ове Бузачи и в других местах на мелкомасштабных космических материалах отчетливо вырисовываются кольцевые структуры в виде единого объекта. Среднемасштабные космоснимки позволяют отметить внутри этих полей концентрические линии меньшего радиуса, отражающие элементы их более сложного строения, а также линеаменты, разделяющие их на отдельные блоки.

Отделифрированные объекты с учетом имеющихся геолого-геофизических данных классифицируются в соответствии с их значением в структуре земной коры. При этом надежность интерпретации может быть различной для разных объектов. Достаточно уверенно устанавливаются линеаменты, соответствующие тектоническим швам на границах платформ и складчатых областей. Менее отчетливы тектонические контакты на границах древних и молодых платформ, что объясняется близким характером тектонического развития этих областей в новейшее время. Серии сближенных линеаментов, разделяющие участки с разным фотоизображением, обычно соответствуют зонам региональных разломов на границах крупных тектонических элементов платформ. Последние имеют различный возраст и глубину погружения консолидированного фундамента, а также объем и структурный план платформенного чехла. Четкие, протяженные линеаменты соответствуют региональным разломам в складчатых областях. Они распознаются по прямым признакам и нередко разделяют структурно-формационные зоны складчатых систем. Региональные разломы на границах тектонических блоков платформ, имеющих отличительные амплитуды движений, дешифрируются по ориентированным элементам ландшафта. Также достаточно уверенно выявляются разрывные нарушения в пределах блоков платформ и отдельных структурных форм.

Кроме линейных элементов, на космических снимках дешифрируются многочисленные кольцевые, овально-концентрические структурные формы различных размеров и выраженности. Их можно подразделить на региональные и локальные. Дешифрирование последних не вызывает особых трудностей. Они всегда соответствуют картируемым на поверхности отдельным локальным структурам, брахискладкам и соляным куполам.

В противоположность им, геологическое истолкование региональных кольцевых структур, размеры которых колеблются от 25 до 300 км, сопряжено с большими затруднениями.

Выделяются три типа кольцевых структур. К первому, наиболее распространенному типу относятся кольцевые структуры, выраженные в строении платформенного чехла. Они связываются с дислокациями

подсолевого палеозоя Прикаспийской впадины, промежуточного комплекса Туранской и Скифской плит и терригенно-карбонатного комплекса Воронежской и Волго-Уральской антеклиз. Их связь со структурой фундамента не установлена. Обычно это округлые или овальные фотоаномалии, отчетливо выделяющиеся на фоне окружающего фототона.

Ко второму типу относятся кольцевые структуры, выраженные в строении платформенного чехла и отвечающие выступам фундамента. Они выделяются по характерному фототону и имеют своеобразный рисунок фотоизображения. Обычно в их пределах прослеживаются дугообразные и кольцевые концентрически расположенные линеаменты, четко выявляемые на фоне другого рисунка фотоизображения (полосчатого, крапчатого и т. п.).

Третий тип представлен одной Уильской структурой. Она слабо выражена в структуре платформенного чехла — лишь на отдельных участках концентрически расположенные овальные линеаменты, по которым она четко выделяется, соответствуют простианию длинных осей соляных гряд и куполов. В поверхности фундамента и в нижних горизонтах платформенного чехла единой структуры, совпадающей с отдешифрированной, по данным геофизических материалов, нет. Поверхность фундамента и подсолевого палеозоя в этом районе глубоко опущена. В то же время сейсморазведкой здесь зафиксирован подъем поверхности верхней мантии, а также отсутствие «гранитного» слоя консолидированной коры. По материалам геологического картирования, в пределах этой структуры отмечается своеобразие строения соляных куполов, образующих протяженные субмеридиональные гряды в отличие от изометрических форм на смежных площадях. Это позволяет предположить, что территория Уильской кольцевой структуры на протяжении всей геологической истории развивалась в зависимости от структурного плана самых древних поверхностей раздела консолидированной коры.

По-видимому, необходима не только типизация, но и каталогизация фотоизображений структурно-геологических объектов отдешифрированных на космических снимках: линеаментов, кольцевых структур различных рангов, трещиноватости, локальных форм и т. д.

Тематическое дешифрирование космоснимков позволяет одновременно с созданием генерализованной тектонической модели региона проводить многоцелевое его районирование.

При неотектоническом районировании представилось возможным показать направленность и преобладающие тенденции новейших движений в пределах отдельных блоков как осредненные суммарные амплитуды поднятий и опусканий за неоген-четвертичное время. На основе анализа фотоизображения устанавливаются относительные вертикальные перемещения блоков по разломам, что подчеркивается различиями рельефа, степенью эрозионной расчлененности, развитием аккумулятивных форм и т. п.

В процессе тектонического районирования удалось по-новому представить строение отдельных участков, проследить протяженные системы разломов, играющих существенную роль в структуре региона. При анализе материалов дешифрирования с учетом геолого-геофизических данных несколько изменилась граница Прикаспийской впадины с Уральской

складчатой системой и Туранской плитой. В пределах крупных тектонических единиц выделены блоки, характеризующиеся своеобразным фотоизображением и ограниченные крупными разломами.

Выделение большого количества региональных кольцевых структур, часть из которых установлена только при помощи космофотоматериалов, позволяет учитывать их при нефтегазогеологическом районировании. С учетом новых и ранее известных геологических данных удается уточнить границы уже известных нефтегазоносных провинций, областей, районов, а также выделить новые перспективные площади.

Проведенные исследования показали, что применение космической информации в комплексе с традиционной, полученной геолого-геофизическими данными, оправдано на всех стадиях структурно-геологических исследований: от прогнозной оценки территории до выделения первоочередных объектов поисково-разведочных работ.

## ABSTRACT

Space photogeological and space phototectonic mapping present a new type of regional structural-geological investigations applied to metallogenic studies and oil- and gas-exploration. Experience gained in the USSR and abroad shows that the application of information obtained from satellites and spacecrafts made it possible to construct high-quality maps of geological content rather rapidly.

Technological basis for this type of investigations has been elaborated and practically applied by scientists of the Vsesoyuznoe Aerogeologicheskoe Nauchnoproizvodstvennoe Objedinenie (All-Union Aerogeological Scientific-Industrial Corporation), Institute of Geology and Production of Fuels and State Center "Priroda" when constructing the Space Phototectonic Map of the Aral-Caspian Region on a scale of 1 to 2,500,000. The territory covers vast steppe, semiarid and arid areas of West Kazakhstan, areas adjacent to the Caucasus in the east, Ustyurt and Mangyshlak.

The method of integrated mapping is based upon the thematic structural and geological identification of space imagery, which follows the principle from the general to the particular and requires variously scaled space imagery at different stages.

The identified structural and geological features previously unknown are classed by using geological and geophysical information, the typical features (holo-types) are distinguished and their photographic images (photo pictures) are determined. Lineaments, structural and other tectonic features are identified from space images on the basis of known ones, which have not been previously known. Identified ring structures present particular interest, that portray brachyfolds or salt structures of various sizes. Major deep-seated tectonic features are identified, which may be potential plays for oil and gas exploration of sub-salt formations. The Space Phototectonic Map made it possible to carry out the classification of oil- and gas-bearing regions and to delineate the most promising areas. The classification data are utilized when carrying out further detailed geological and geophysical investigations.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ

Предисловие . . . . .	3
<i>Л. И. Алексеева, Л. Т. Шевырев.</i> Своеобразие рисс-вюрмского терно-комплекса Восточной Европы . . . . .	4
<i>С. М. Андреева, Н. В. Кинд.</i> Вторая позднеплейстоценовая — каргинская ингрессия Полярного бассейна на Таймырском полуострове . . . . .	7
<i>С. А. Архипов, А. В. Гольберг, В. И. Гудина.</i> Плейстоценовые морские трансгрессии и оледенения севера СССР . . . . .	10
<i>В. И. Бардин.</i> Морены Антарктиды (вещественный состав и особенности седиментогенеза) . . . . .	14
<i>Б. А. Борисов, Е. А. Минина.</i> Ребристые основные морены гор Южной Сибири и их значение для стратиграфии и палеогеографии плейстоцена . . . . .	21
<i>Э. А. Вангенгейм.</i> Принципы корреляции антропогенных фаун млекопитающих Северной Евразии . . . . .	24
<i>М. В. Веклич.</i> Стратиграфическая корреляция лёссов Европы . . . . .	26
<i>И. П. Герасимов, А. А. Величко, А. К. Маркова, В. П. Йдарцев, А. Л. Чепалыга.</i> Меридиональный спектр природно-климатических этапов плейстоцена во внутритеческом пространстве северного полушария (по данным восточноевропейского сектора) . . . . .	31
<i>Е. В. Девяткин.</i> Проблема аридов и плювиалов внутренней Азии . . . . .	35
<i>А. Е. Додонов.</i> Вопросы межрегиональной корреляции верхнеплиоцен-четвертичных отложений в Средней Азии . . . . .	39
<i>В. Я. Евзеров.</i> Модель развития гляциоэвстатических трансгрессий на севере Европейского континента . . . . .	44
<i>Е. П. Заррина, И. И. Краснов, Е. А. Спиридонова.</i> Климатостратиграфическая корреляция и хронология позднего плейстоцена северо-запада и центра Русской равнины . . . . .	46
<i>И. К. Иванова.</i> О террасах Среднего Приднестровья . . . . .	51
<i>А. В. Кожевников.</i> Антропоген Карпат (стратиграфические и неотектонические аспекты) . . . . .	54
<i>А. П. Кулаков.</i> Морфотектоника и антропогенные колебания уровня океана в формировании современного облика материкового побережья Охотского и Японского морей . . . . .	58
<i>О. К. Леонтьев, Г. И. Рычагов.</i> Плейстоценовые колебания уровня Каспийского моря и их влияние на морфологию берегов . . . . .	62
<i>К. В. Никифорова, И. И. Краснов, Л. П. Александрова, Ю. М. Васильев, Н. А. Константинова, А. Л. Чепалыга.</i> Хроностратиграфическая схема позднего кайнозоя Европейской части СССР . . . . .	65
<i>А. Б. Островский.</i> О прогрессирующей интенсификации основных экзогенных и эндогенных геологических процессов в позднем плиоцене—плейстоцена	68
<i>Н. В. Пашилы.</i> Корреляция плейстоценовых отложений альпийской складчатой зоны юга СССР методом тефрохронологии (на примере Азербайджана) . . . . .	73
<i>Я.-М. К. Пуннинг, Л. С. Троицкий.</i> Движения земной коры в районе архипелага Шпицберген в голоцене . . . . .	76
<i>А. В. Раукас, Э. Х. Таваст.</i> Влияние рельефа коренных пород на формирование ледниковых отложений и форм рельефа . . . . .	79
<i>В. В. Соловьев.</i> Эрозионные системы магматогенных структур центрального типа . . . . .	84
<i>П. В. Федоров.</i> Стратиграфическая корреляция плейстоцена Черного и Средиземного морей . . . . .	88
<i>А. Л. Цагарели.</i> О возрасте рельефа Кавказа . . . . .	91

<i>C. M. Цейтлин.</i> Зональная корреляция перигляциальных отложений (некоторые палеогеографические аспекты проблемы генезиса лёссов)	94
<i>C. L. Шварцев.</i> Современный подземный химический вынос в различных ландшафтных зонах . . . . .	97

## ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

<b>Предисловие . . . . .</b>	<b>101</b>
<i>B. B. Комаров, B. N. Можаев.</i> Современные аспекты разработки и использования дистанционных методов при геологических исследо- ваниях в СССР . . . . .	102
<i>B. B. Козлов, E. D. Сулиди-Кондратьев.</i> Геологические исследования с помощью орбитальных научных станций . . . . .	110
<i>B. Г. Трифонов, B. И. Макаров, P. B. Флоренский.</i> Изучение глубинного строения литосферы с помощью комплекса космических снимков . . . . .	115
<i>И. И. Башилова, B. A. Буш, M. Z. Глуховский, Г. В. Махин, A. Л. Ставицев.</i> Возможности изучения и картирования основных типов тектонических структур территории СССР по материалам съемок из космоса . . . . .	123
<i>A. Д. Щеглов, B. Н. Брюханов, B. A. Буш, E. Л. Елович, M. T. Козицкая, P. П. Котелков, C. П. Лебедев, H. C. Порошкова.</i> Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР . . . . .	130
<i>B. И. Макаров.</i> Карта тектонических линеаментов Северной Евразии . . . . .	137
<i>Я. Г. Кац, B. D. Скарягин, D. M. Трофимов.</i> О суперлинеаментах средиземноморского пояса и сопредельных платформ, выявленных при дешифрировании космических снимков . . . . .	143
<i>B. Н. Брюханов, L. F. Волчегурский, A. B. Галактионов, A. A. Ромашов.</i> Космофототектоническая карта Араво-Каспийского региона . . . . .	150

## QUATERNARY GEOLOGY AND GEOMORPHOLOGY

Foreword . . . . .	3
<i>L. I. Alexejeva, L. T. Shevirov.</i> Peculiarity of the Riss—Wurm theriocomplex of the eastern Europe . . . . .	4
<i>S. M. Andreeva, N. V. Kind.</i> The second Late Pleistocene—Karginsk ingressions of the polar basin of the Taimir Peninsula . . . . .	7
<i>S. A. Arkhipov, A. V. Golbert, V. I. Gudina.</i> Pleistocene marine transgressions and glaciations of the USSR North . . . . .	10
<i>V. I. Bardin.</i> Moraines of the Antarctic continent (matter composition and specific features of sedimentogenesis) . . . . .	14
<i>B. A. Borisov, E. A. Minina.</i> Ribbed basal moraines of South Siberian mountains and their significance for stratigraphy and paleogeography of Pleistocene . . . . .	21
<i>E. A. Vangengeim.</i> Principles of correlation of Anthropogene mammalian faunas of Eurasia . . . . .	24
<i>M. F. Veklitch.</i> Corrélation stratigraphique des loess de l'Europe . . . . .	26
<i>I. P. Gerasimov, A. A. Velichko, A. K. Markova, V. P. Udartsev.</i>	
<i>A. L. Chepalyga.</i> Meridional spectrum of Pleistocene natura-clamatic stages at extra-tropical area of the northern hemisphere . . . . .	31
<i>E. V. Deviatkin.</i> Problem of arids and pluvials of Inner Asia . . . . .	35
<i>A. E. Dodonov.</i> Problems of interregional correlation Upper Pliocene—Quaternary deposits in Middle Asia . . . . .	39
<i>V. Ya. Ezzerov.</i> Model of glacioeustatic transgressions development in the north of the European continent . . . . .	44
<i>E. P. Zarrina, I. I. Krasnov, E. A. Spiridonova.</i> Climatosтратиграфic correlation and chronology of the Late Pleistocene of the north—western and central part of the Rassian Plain . . . . .	46
<i>I. K. Ivanova.</i> On the terraces of the Middle Dniester region . . . . .	51
<i>A. V. Kozhevnikov.</i> Anthropogen of the Carpathian (stratigraphic and neotectonic aspects) . . . . .	54
<i>A. P. Kulakov.</i> Morphotectonics and Anthropogene sealevel changes in creating the recent structure of continental coast of the Okhotsk and Japanese Seas . . . . .	58
<i>O. K. Leontiev, G. I. Rychagov.</i> Pleistocene variations of the Caspian Sea level and their influence on the beach morphology . . . . .	62
<i>K. V. Nikiforova, I. I. Krasnov, L. P. Aleksandrova, Yu. M. Vasilev, N. A. Konstantinova, A. L. Chepalyga.</i> Chronostratigraphic scheme of the Late Cenozoic of the European part of the USSR . . . . .	65
<i>A. B. Ostrovsky.</i> On progressing intensification of the main exogenous and endogenous geological processes in the Late Pliocene—Pleistocene . . . . .	68
<i>N. V. Pashaly.</i> The correlation of Pleistocene deposits of Alpian folding zone of the south of the USSR by the method of tephrochronology . . . . .	73
<i>J. M. Punning, L. S. Troitski.</i> The uplift of earth's crust in Spitsbergen archipelago in Holocene . . . . .	76
<i>A. Raukas, E. Tavast.</i> The influence of the bedrock relief on the formation of glacial deposits and relief forms . . . . .	79
<i>V. V. Soloviev.</i> Erosion systems of magmatogene tectonics of central type . . . . .	84
<i>P. V. Fedorov.</i> Stratigraphic correlation of Pleistocene of the Black and Mediterranean Seas . . . . .	88
<i>A. L. Tsagareli.</i> On the age of the relief of Caucasus . . . . .	91
<i>S. M. Tsetlin.</i> Zonal correlation of periglacial deposits (Some paleogeographical aspects of the loess genesis problem) . . . . .	94
<i>S. L. Schwartzev.</i> Modern underground chemical removal in zones of different landscape . . . . .	97

## REMOTE SENSING

Foreword . . . . .	101
V. B. Komarov, B. N. Mozhaev. Up-to-date aspects of development and use of remote sensing for geological investigations in the USSR . . . . .	102
V. V. Kozlov, E. D. Sulidid—Kondratiev. Geological investigations by means of scientific orbital stations . . . . .	110
V. G. Trifonov, V. I. Makarov, P. V. Florensky. Study of deep seated structure of the lithosphere with the help of space images . . . . .	115
I. I. Bashilova., W. A. Bush, M. Z. Glukhovsky, G. V. Makhin, A. L. Stavtsev. Study and mapping of main types of tectonic structures observed in the USSR territory from space imagery . . . . .	123
A. D. Shcheglov, V. N. Brukhanov, W. A. Bush, E. L. Elovich, M. T. Kozitskaya, R. P. Kotelkov, S. P. Lebedev, N. S. Pososhkova. Space geological map of linear and circular structures of the USSR territory . . . . .	130
V. I. Makarov. Map of lineaments of the northern Eurasia . . . . .	137
ta. G. Katz, V. D. Skaryation, D. M. Trofimov. On superlineaments of mediterranean foldbelt and adjoining platforms, revealed during interpretation of space images . . . . .	143
V. N. Brukhanov, L. F. Volchegurskiy, A. B. Galaktionov, A. A. Romashov. Space phototectonic map of the Aralcaspian region . . . . .	150

УДК 551.79.807

**Своеобразие рисс-вюрмского териокомплекса Восточной Европы.** Алексеева Л. И., Шевырев Л. Т. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье излагается новый материал о последнем межледниковых на территории Восточной Европы. Указывается на доминирующую роль в ее составе мамонта раннего типа, шерстистого носорога, кабаллонидной лошади, зубра. Кроме указанных форм, обычным ее элементом был степной сурок. В европейской части СССР в последнее время стали известны два новых местонахождения микулинской фауны (Шкурлатовское в Воронежской области и Гирей в Краснодарском крае), в которых встречена прогрессивная форма древнего лесного слона, сходная с подвидом, характерным для рисс-вюрома Западной и Центральной Европы.

В связи с уточнением интервалов существования культур позднего палеолита Восточной Европы предлагается пересмотреть объем верхнепалеолитического комплекса фауны млекопитающих. Он может быть разделен на два самостоятельных комплекса: более ранний — шкурлатовский (типовое местонахождение — Шкурлатовское) и собственно верхнепалеолитический (типовое местонахождение Сунгирь во Владимирской области).

. Библ. 4 назв.

УДК 551.89.334

**Вторая позднеплейстоценовая — каргинская ингрессия Полярного бассейна на Таймырском полуострове.** Андреева С. М., Кинд Н. В. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Опираясь на большое число радиоуглеродных дат для широко развитых морских каргинских отложений и состав содержащейся в них фауны, делается попытка восстановить границы морского каргинского бассейна для трех этапов регрессии моря. Сравнение современного положения каргинских береговых линий и эвстатического уровня моря в это время позволило оценить амплитуду последующей гляциоизостатической компенсации для различных регионов Таймырского полуострова.

Ил. 1, библ. 5 назв.

УДК 551.89

**Плейстоценовые морские трансгрессии и оледенения севера СССР.** Архипов С. А., Гольберт А. В., Гудина В. И. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье излагается материал о чередовании морских и континентальных ледниковых образований, разграничение которых является важной проблемой для стратиграфии и палеогеографии четвертичного периода.

В плейстоцена севера СССР установлено три оледенения (миндельское, рисское, вюрмское) с ранней и поздней фазами (стадиалами) в двух последних, два межледниковых (миндель-рисское, рисс-вюрмское) и два интерстадиала (интеррисс и средний вюрм). Межледниковые и межстадиалы обычно сопровождались морскими трансгрессиями Арктического бассейна.

Библ. 9 назв.

УДК 551.332.52(53)

**Морены Антарктиды** (вещественный состав и особенности седиментогенеза). Бардин В. И. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье сделана попытка раскрыть характерные черты ледникового седиментогенеза Антарктиды.

В основу статьи положены материалы, собранные автором в последние годы во время полевых исследований в горах Земли Королевы Мод и Принс-Чарльз. Приводятся данные, характеризующие вещественный состав морен: особенности гранулометрии, минералогии (включая глинистые минералы), химии и т. д. Рассматриваются характерные гипергенные изменения в моренном материале и на основе их качественной и количественной оценки делаются попытки представить возраст основных моренных комплексов, который для морен гор Принс-Чарльз варьирует в диапазоне от миоцена до плейстоцена.

Табл. 1, ил. 1, библ. 12 назв.

УДК 551.332.212

**Ребристые основные морены гор Южной Сибири и их значение для стратиграфии и палеогеографии плейстоцена.** Борисов Б. А., Минина Е. А. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В горах Южной Сибири, в долинах Енисея, Катуни, Чуи, Башкауса впервые установлено широкое распространение средне-верхнечетвертичных основных морен с ребристым рельефом на высотах 200—2200 м.

Ил. 2.

УДК 551.79.807+569

**Принципы корреляции антропогенных фаун млекопитающих Северной Евразии.** Вангенгейм Э. А. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье для корреляции фаун для удаленных территорий выделены группы форм, находящихся на стадии биологического прогресса. Для разных эпох антропогена эти группы различны и включают формы, как иммигрировавшие с других континентов, так и развившиеся автохтонно. Стадия биологического прогресса у одной и той же группы не повторяется во времени. Более детальная корреляция возможна по степени эволюционного развития форм в отдельных филетических линиях. Для среднего-позднего антропогена при корреляции могут использоваться смены фаун, обусловленные колебаниями климата. Смена экологических группировок более отчетливо выражена в западном секторе Евразии.

УДК 551.79.33

**Стратиграфическая корреляция лёссов Европы.** Веклич М. Ф. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье выделены основные маркирующие горизонты плейстоценовых и плиоценовых субазральных толщ, являющиеся свидетелями ископаемых почв (педокомплексы), хотя каждый лёссовый горизонт также имеет индивидуальные особенности. Наиболее сложна корреляция вкrest простирания древних физико-географических зон и проще — по их простиранию, так как в этом направлении индивидуальные характеристики одновозрастных стратиграфических горизонтов лёссовых толщ нерезко отличаются даже на больших расстояниях.

Установлено, что на каждой верхнекайнозойской надпойменной речной террасе субаквальная толща состоит из отложений двух стратиграфических горизонтов, нижний из которых соответствует определенному почвенному, а верхний следующему лессовому горизонту лессовых толщ.

Табл. 1.

УДК 551.89

**Меридиональный спектр природно-климатических этапов плейстоцена во внутрополитическом пространстве северного полушария** (по данным восточноевропейского сектора). Герасимов И. П., Величко А. А., Маркова А. К., Удар-

цев В. П., Чепалыга А. Л. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В ходе палеогеографических исследований, проводимых Институтом географии АН СССР, авторами были получены новые материалы по основным этапам развития трех главных природно-генетических областей: ледниковой, перигляциально-внеледниковой и приморской.

Результаты этих исследований отражены в схеме природно-климатических компонентов среды по данным восточноевропейского сектора, синтезирующей основное содержание доклада.

Ил. 1, библ. 12 назв.

УДК 551.583.5

**Проблема аридов и плювиалов внутренней Азии.** Девяткин Е. В. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Существование различных концепций о соотношении плювиалов и аридов с оледенениями и межледниками.

На примере бессточного бассейна Котловины Больших Озер — внутриазиатского аналога Большого Бассейна Североамериканского континента, дана схема развития плювиальных и аридных этапов и их соотношений с горными оледенениями и межледниками Алтая и Хангая (рис. 1).

УДК 551.79+782.28

**Вопросы межрегиональной корреляции верхнеплиоцен-четвертичных отложений в Средней Азии.** Додонов А. Е. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Рассмотрен круг вопросов по стратиграфии и межрегиональной корреляции верхнеплиоцен-четвертичных отложений Таджикской депрессии, Ферганы и Приташкентского района. В качестве опорного стратиграфического региона принята Таджикская депрессия. Уточнена и конкретизирована корреляция региональных свит и литостратиграфических комплексов в объеме верхнего плиоцена, эоплейстоцена и плейстоцена согласно стратиграфической шкале К. В. Никифоровой, И. И. Краснова и др. [1976]. Изложены стратиграфические данные по лессово-почвенным покровным образованиям и показаны их возрастные соотношения с аллювиальными отложениями, слагающими террасы.

Ил. 1, библ. 6 назв.

УДК 551.89.334

**Модель развития гляциоэвстатических трансгрессий на севере Европейского континента.** Езеров В. Я. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье говорится о трансгрессиях, неоднократно развивавшихся в северных областях Европейского континента. Соответственно, на протяжении этого этапа развития морских бассейнов в них накапливались холодноводные, преимущественно глинистые осадки. В дальнейшем климатические и гидробиологические условия значительно улучшились, и в ходе отступания береговой линии с возможными возрастными перемещениями небольшой амплитуды в мелеющих морских бассейнах отлагались тепловодные, главным образом песчаные, осадки. Приведенная схема смены фаций подтверждается материалами по миндель-рискским, рисс-вюрмским и голоценовым морским отложениям и вследствие этого может быть взята за основу при дальнейших палеогеографических и стратиграфических исследованиях.

Библ. 6 назв.

УДК 551.793.337

**Климатостратиграфическая корреляция и хронология позднего плейстоцена северо-запада и центра Русской равнины.** Зарина Е. П., Краснов И. И., Спиридонова Е. А. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

На основании изучения свыше 20 разрезов верхнеплейстоценовых отложений на северо-западе и центре Русской равнины с применением литологического, палинологического, радиоуглеродного, палеокриологического и других методов авторы установили сложную картину многочисленных ритмичных колебаний климата. На протяжении позднего плейстоцена выделяется 4 мегаритма — два ледниковых, один межледниковый и один мегантерстадиал. Ландшафтные и климатические условия этих мегаритмов и ритмов более низких порядков, а также их хронология отражены на прилагаемой схеме, где показаны также пределы распространения ледниковых покровов.

Ил. 1, библ. 8 назв.

УДК 551.8.334

**О террасах Среднего Приднестровья.** Иванова И. К. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье рассматривается геоморфологическое положение террас. Палеонтологические остатки, встреченные как в речных, так и в покровных отложениях, дают основания для их стратиграфического расчленения и восстановления палеогеографических условий образования долины Днестра. Особенно интересны внутриканьонные террасы рек и лессовые покровы на них, содержащие детально изученные многослойные стоянки среднего и позднего палеолита.

УДК 551.79.24

**Антропоген Карпат (стратиграфические и неотектонические аспекты).** Кожевников А. В. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье говорится, что начало антропогена соответствует появлению первых представителей молдавского фаунистического комплекса. На этом рубеже намечается погружение моласс в южном сегменте краевого прогиба, общее поднятие Карпат, врезание рек бассейна Днепра, Вислы, Дуная. В эзплейстоцене устанавливается несколько фаз похолоданий, в нижнем и среднем плейстоцене — распространение горного оледенения, в верхнем — многолетней мерзлоты и солифлюкционно-делювиальных шлейфов. Предполагается интенсивное воздымание Высоких Татр и Трансильванских Альп в недалеком геологическом прошлом.

Библ. 14 назв.

УДК 551.35.06

**Морфотектоника и антропогеновые колебания уровня океана в формировании современного облика материкового побережья Охотского и Японского морей.** Кулаков А. П. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В пределах дальневосточной окраины Евразии выявлены разнопорядковые кольцевые структуры. Установлено, что погружение окраины материка в мезозое и кайнозое связано, вероятно, с прогибанием впадин Охотского и Японского морей и расширением их за счет континента.

Выявлено широкое развитие на берегах Охотского и Японского морей палеосеймодислокаций, что свидетельствует о повышенной сейсмичности материкового побережья. Предполагается пространственно-генетическая связь этих сеймоген-

ных форм с зонами дуговых глубинных разломов мегаструктур и другими разрывными структурами.

Дальневосточные материалы хорошо согласуются с данными о колебаниях уровня моря в антропогене, известными для других районов морских побережий Земли.

Библ. 22 назв.

УДК 551.35.061

**Плейстоценовые колебания уровня Каспийского моря и их влияние на морфологию берегов.** Леонтьев О. К., Рычагов Г. И. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье приводится схема колебания уровня Каспийского моря в плейстоцене, полученная в результате обобщения исследований авторов и использования опубликованных материалов. На основе анализа палеодинамики берегов Каспийского моря сделан общий вывод о преобладании аккумулятивных процессов во время регрессий и абразионных — во время трансгрессий. Отмечается, что данные, полученные в результате изучения конфигурации береговых линий древнекаспийских морей в эпохи трансгрессий и регрессий, могут быть использованы при поисках локальных тектонических структур. Многократной и частой сменой каспийских трансгрессий и регрессий объясняется малая мощность морских отложений плейстоценового возраста и широкое развитие бенчей.

УДК 551.79

**Хроностратиграфическая схема позднего кайнозоя Европейской части СССР.** Никифорова К. В., Краснов И. И., Александрова Л. П., Васильев Ю. М., Константинова Н. А., Чепалыга А. Л. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Приведена хроностратиграфическая схема позднего кайнозоя европейской части СССР, дополненная по сравнению со схемой 1976 г. тех же авторов. В ней дано сопоставление выделенных горизонтов с подразделениями изотопно-кислородной шкалы, предложенной Эмилиани, Шеклтоном и Опдейком для океанов. Новым элементом схемы является также корреляция с подразделениями Северной Атлантики и Тихого океана по данным фауны моллюсков, а также сопоставление основных этапов геологической истории позднего кайнозоя с этапами развития ископаемого человека.

Табл. 1, ил. 1, библ. 4 назв.

УДК 551.89 + 551.334 + 551.24

**О прогрессирующей интенсификации основных экзогенных и эндогенных геологических процессов в позднем плиоцене-плейстоцене.** Островский А. Б. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Для Азово-Черноморского сектора Кавказа и Предкавказья интенсивность и направленность экзогенных геологических процессов коррелируются как с планетарной климатической ритмикой, так и с новейшими тектоническими движениями. Установлено, что длительность климатически обусловленной денудационно-аккумулятивной цикличности формирования террасовых уровней рельефа обратно пропорциональна величине градиентов новейших поднятий.

Предполагается, что установленные закономерности могут принципиально иметь планетарный характер.

Ил. 1, библ. 5 назв.

УДК 551.79

**Корреляция плейстоценовых отложений Альпийской складчатой зоны юга СССР методом тифрохронологии (на примере Азербайджана).** Пашалы Н. В. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье описываются плейстоценовые отложения в пределах Азербайджана. Указывается, что в нижнеплейстоценовых отложениях Азербайджана корреляционное значение имеют роговообманково-пироксеновые и роговообманковые туфы, на основании которых немые озерно-аллювиальные отложения западного Азербайджана сопоставлены с морскими и отнесены к нижнему плейстоцену.

По пирокластическим породам сопоставлены верхневалынские отложения относительно глубоководной фации Южного Каспия с мелководно-прибрежными отложениями этого возраста Нижекуринской депрессии и с туфами артикского типа Армении. По времени эти породы совпадают с рисс-вюрмским межледниковьем.

Библ. 3 назв.

УДК 551.79 + 551.334

**Движения земной коры в районе архипелага Шпицберген в голоцене.** Пуничиг Я.-М. К., Троицкий Л. С. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

На основе определения возраста голоценовых террас построены кривые скоростей поднятия земной коры в разных районах архипелага Шпицберген.

Проведенные исследования позволяют реконструировать общую историю деградации Шпицбергенского ледникового щита в голоцене. После разрушения щита около 11 000 лет назад ледники на западной окраине архипелага быстро сократились; в восточной же его части, где, по-видимому, находился центр оледенения, скорость поднятия была равномерной.

Предполагается, что в вертикальных движениях определенную роль имели также деформации унаследованного блокового типа, величину которых, однако, трудно оценить.

Библ. 5 назв.

УДК 551.79 + 551.32

**Влияние рельефа коренных пород на формирование ледниковых отложений и форм рельефа.** Раукас А. В., Таваст Э. Х. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье на примере Эстонии подробно анализируется влияние подстилающего коренного рельефа на ледниковый лито- и морфогенез и на структуру и мощность четвертичного покрова. Ввиду относительно малой мощности четвертичных отложений, наличия большого набора разнообразных ледниковых форм рельефа и из-за их хорошей изученности территория Эстонии является для решения упомянутых выше проблем особенно подходящим объектом, причем установленные здесь закономерности с успехом могут быть использованы на других территориях со сходным геологическим строением.

Библ. 10 назв.

УДК 551.43

**Эрозионные системы магматогенных структур центрального типа.** Соловьев В. В. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Указывается на способность линейной эрозии выявлять ослабленные геологические зоны, связанные с разломами и другими нарушениями сплошности; эти данные используются для поиска магматогенных структур центрального типа. По закономерному радиально-концентрическому рисунку разнопорядковых эрозионных форм, объединяемых в пределах одного магматического очага в эрозионную систему, выявляются не только вскрытые, но и погребенные магматические комплексы центрального типа. Анализ отдешифрированных таким путем структурных форм имеет большое значение не только для общегеологических исследований, но и для прогнозной оценки территорий на полезные ископаемые.

УДК 551.79

**Стратиграфическая корреляция плейстоцена Черного и Средиземного морей.**  
Федоров П. В. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье о плейстоцене Черного моря говорится, что до последнего времени исходными данными для построения Черноморской шкалы служили разрезы береговых террас. В настоящее время имеется возможность использовать материалы бурения на шельфе и в глубоководной части моря, которые в основном подтверждают правильность стратиграфической последовательности, установленной в береговых разрезах. Составленная по всем этим данным шкала может рассматриваться в качестве общей для Черноморской области. Ее подразделения коррелируются со стратиграфическими схемами Средиземноморья, Атлантики, европейской части СССР.

Табл. 1, библ. 4 назв.

УДК 551.7 : 551—79(479)

**О возрасте рельефа Кавказа.** Цагарели А. Л. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье анализы геологических и геоморфологических материалов показывают, что останцы древнее верхнего плиоцена крайне редко присутствуют в рельефе Кавказа — это нижнеплиоценовый пенеплен и миоценовый (сарматский). Но они в большинстве случаев уничтожены и сохраняется верхнеплиоценовый пенеплен. Возраст последнего удостоверяется возрастом структур, интрузий и рудных месторождений, срезанных им, составом галек нижнеплиоценовых молассовых конгломератов, объемом молasses и размытого слоя в горах, анализом геологических разрезов и анализом палеонтологических данных.

Библ. 11 назв.

УДК 551.79

**Зональная корреляция перигляциальных отложений (Некоторые палеогеографические аспекты проблемы генезиса лёссов).** Цейтлин С. М. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье сообщается, что в пределах перигляциальной зоны на едином стратиграфическом уровне с севера на юг наблюдается последовательно сменяющийся ряд алевритов. На севере зоны генезис суглинков делювиальный, водный, криопелитовый, участие эолового материала незначительно; в средней части зоны лессовидные суглинки различны по генезису, но эолового материала здесь существенно больше; лёссы на юге зоны образованы из первичного эолового материала. Соответственно с севера на юг увеличивается распространение плейстоценовых эоловых форм рельефа, что свидетельствует, видимо, об усилении ветровых процессов в этом же направлении, а также и о специфичности палеогеографических условий отдельных подзон перигляциальной зоны.

УДК 551.49

**Современный подземный химический вынос в различных ландшафтных зонах.** Шварцев С. Л. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В статье решаются проблемы соотношения между скоростями механической и химической эрозии земной поверхности в различных ландшафтных зонах.

В течение последних 5 лет нами проводилось обобщение данных по химическому составу подземных вод зоны гипергенеза основных ландшафтных зон Земного шара. В результате были получены данные по среднему составу подземных вод

и количеству элементов, выщелачиваемых из горных пород, которые совместно с данными по величине подземного стока позволили оценить современные масштабы выноса химических элементов из карбонатных и алюмосиликатных горных пород.

Полученные данные позволили рассчитать отдельно скорость современного подземного химического выветривания горных пород и скорость подземной химической денудации.

Табл. 1, библ. 3 назв.

УДК 528.711 : 55 (47+57)

**Современные аспекты разработки и использования дистанционных методов при геологических исследованиях в СССР.** Комаров В. Б., Можаев Б. Н. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

С использованием дистанционных методов в СССР проводятся геологическое картирование и поиски полезных ископаемых, составляются специализированные космофотогеологические и космотектонические карты. По материалам космических съемок установлено широкое распространение линеаментов и кольцевых структур. Используются материалы радиолокационных и тепловых съемок, многоゾональные космические снимки и синтезированные изображения. Разрабатывается система автоматизированной обработки дистанционных данных.

УДК 629.786.3 : 55

**Геологические исследования с помощью орбитальных научных станций.** Козлов В. В., Сулиди-Кондратьев Е. Д. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Сообщается об экспериментах по визуальным наблюдениям и фотографированию геологических объектов на станции «Салют-6» и интерпретации полученных материалов. В результате намечены критерии для выделения кольцевых структур разного типа, проведена типизация складчатых зон по морфологическим признакам, обосновано выделение сейсмогенных узлов и др., что намечает широкие перспективы орбитальных геологических исследований.

Табл. 1.

УДК 528.77 (202) : 551.14

**Изучение глубинного строения литосферы с помощью космических снимков.** Трифонов В. Г., Макаров В. И., Флоренский П. В. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Показываются возможности анализа с помощью космических снимков структуры глубоких горизонтов литосферы. При этом в орогенических — выявляется общая динамическая картина, выраженная сочетанием надвигов, сдвигов и систем складок. В платформенных областях устанавливается унаследованный характер развития структур. Разработана методика совместного анализа фотометрических и геолого-геофизических данных.

Библ. 11 назв.

УДК 528.77 (202) : 551.243 (47+57)

**Возможности изучения и картирования основных типов тектонических структур территории СССР по материалам съемок из космоса.** Башилова И. И., Буш В. А., Глуховский М. З., Махин Г. В., Ставцев А. Л. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Выделены линейные, кольцевые и площадные группы космогеологических объектов в качестве основных типов тектонических структур, отражающих делимость земной коры и происходящие в ней глубинные процессы.

Библ. 3 назв.

УДК 528.77(202) : 528.94 : 551.243(47+57)

**Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР.**  
Щеглов А. Д., Брюханов В. Н., Буш В. А., Козицкая М. Т., Котелков Р. П., Елович Е. Л., Лебедев С. П., Посошкова Н. С. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

На основе дешифрирования космических снимков составлена карта линейных и кольцевых структур территории СССР. На ней показаны космогеологические структуры разного ранга.

Отмечается развитие ортогональной и диагональной систем линейных структур большой протяженности. Обращается внимание на приуроченность месторождений полезных ископаемых к кольцевым структурам, выявляемым по материалам космических съемок.

Илл. 1.

УДК 528.77(202) : 528.94 : 551.243 (4/5—17)

**Карта тектонических линеаментов Северной Евразии.** Макаров В. И. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Для территории Северной Евразии путем дешифрирования космических снимков составлена карта линеаментов. Они соответствуют системе глубинной планетарной трещиноватости. По распределению линеаментов территория Евразии разделена на два сектора, с большим разнообразием направлений линеаментов в западной части.

Илл. 1, библ. 7 назв.

УДК 528.77(202) : 551.243(4—015)

**О суперлинеаментах средиземноморского пояса и сопредельных платформ, выявленных при дешифрировании космических снимков.** Кац Я. Г., Скрягин В. Д., Трофимов Д. М. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

В Средиземноморском поясе и сопредельных частях Восточно-Европейской и Африканской платформ выделены суперлинеаменты. Приведены дешифровочные признаки суперлинеаментов и показаны их соотношения с геологическими структурами. Намечается древнее заложение суперлинеаментов ортогональной ориентировки и более молодой возраст линий диагонального направления.

Илл. 2, библ. 13 назв.

УДК 528.77(202) : 528.945.551.243(574/575)

**Космофототектоническая карта Арало-Каспийского региона.** Брюханов В. Н., Волчегурский Л. Ф., Галактионов А. Б., Ромашов А. А. — В кн.: Четвертичная геология и геоморфология. М.: Наука, 1980.

Рассматриваются проблемы космофототектонического картографирования на примере Арало-Каспийского региона. При этом устанавливаются элементы глубинного строения. Отмечается эффективность использования космических методов на всех стадиях структурно-геологических исследований.

2

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ.  
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

Доклады советских геологов  
на XXVI сессии МГК

Утверждено к печати  
Национальным Комитетом геологов СССР

Редактор издательства *О.М. Ванюкова*  
Художественный редактор *Н.Г. Блинов*  
Технический редактор *С.М. Бякереева*

ИБ № 17080

Подписано к печати 26.05.80. Т-08544  
Формат 60 x 90 1/16. Бумага офсетная № 1  
Печать офсетная  
Усл.печ.л. 10,5 + 0,9 вкл. Уч.-изд.л. 13,4  
Тираж 950 экз. Тип. зак. 1113. Цена 2р. 70к.

Издательство "Наука", 117864 ГСП-7,  
Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90  
Ордена Трудового Красного Знамени  
1-я типография издательства "Наука",  
199034, Ленинград, В-34, 9-я линия, 12

2 р. 70 к.

3220