



27-й  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ  
КОНГРЕСС

# ТЕЗИСЫ ABSTRACTS

Volume II

Sections 04, 05



СССР

Москва 4-14 августа 1984

27-й  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ  
КОНГРЕСС



# ТЕЗИСЫ ABSTRACTS

Volume II

Sections 04, 05

СССР  
Москва  
4-14 августа 1984



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
МОСКВА 1984





Второй том тезисов, представленных к 27-му Международному геологическому конгрессу, включает две секции: С.04 - Литология (осадочные породы) и С.05 - Геология докембрия. Тезисы, представленные ведущими учеными-геологами из разных стран мира, отражают вопросы теоретической и прикладной геологии.

Volume II of abstracts presented for the 27th International Geological Congress includes two sections: C.04 - Sedimentology, C.05 - Precambrian Geology. The abstracts submitted by leading scientists from various countries of all over the world cover problems of theoretical and applied geology.

Ответственный редактор  
Н.А.БОГДАНОВ

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Тезисы, представленные к 27-му Международному геологическому конгрессу, распределяются по 22 секциям и 6 коллоквиумам. Кроме того, в их число включены тезисы докладов к пленарному заседанию "Геологические аспекты охраны окружающей среды", к специальной сессии по Международной программе "Литосфера" и к симпозиуму "Металлогения и месторождения урана".

Все тезисы опубликованы в десяти томах и распределены следующим образом:

- том I - секции 01-03
- том II - секции 04-05
- том III - секции 06-07
- том IV - секции 08-09
- том V - секции 10-11
- том VI - секция 12
- том VII - секции 13-16
- том VIII - секции 17-22
- том IX - пленарное заседание "Геологические проблемы охраны окружающей среды", коллоквиумы 01-06, программа "Литосфера", симпозиум "Металлогения и месторождения урана", а также тезисы, присланные в Оргкомитет после 1 ноября 1983 года
- том X - авторский указатель.

Следует отметить, что в каждой секции и коллоквиуме тезисы расположены в алфавитном порядке (латинском) по фамилии авторов.

Н.А.БОГДАНОВ  
Генеральный секретарь  
Оргкомитета

Abstracts presented for the 27th International Geological Congress are divided up into twenty two sections and six colloquies. On top of this we have added the abstracts submitted for the Plenary Meeting "Geological Aspects of Environmental Protection", for the Special Session of the International "Lithosphere" Programme and for the Special Symposium "Metallogenesis and uranium deposits".

The whole is published in ten volumes divided up in the following way:

- volume I - Sections 01 to 03
- volume II - Sections 04 to 05
- volume III - Sections 06 to 07
- volume IV - Sections 08 to 09
- volume V - Sections 10 to 11
- volume VI - Section 12
- volume VII - Sections 13 to 16
- volume VIII - Sections 17 to 22
- volume IX - Plenary Meeting "Geological Aspects of Environmental Protection", Colloquies 01 to 06, Special Session of the International "Lithosphere" Programme and Special Symposium "Metallogenesis and uranium deposits" as well as abstracts received by the Organizing Committee after November 1, 1983
- volume X - General authors index.

Lastly, for each section and colloquium, the abstracts are classified in alphabetical order of the authors.

N.A. BOGDANOV  
General Secretary  
of the Organizing  
Committee

ЛИТОЛОГИЯ (осадочные породы)  
SEDIMENTOLOGY

Conveners: K.Crook, P.P.Timofeev

ACCORDI G., CARBONE F., Centro di Studio per la Geologia dell'Italia centrale, Rome, Italy

#### CARBONATE FACIES MAPPING: THE EXAMPLE OF CENTRAL APENNINE (ITALY)

The Central Apennine (Central Italy) is characterised by the presence of the large Latium-Abruzzi carbonate unit, linked up with the evolution of a Mesozoic epiocceanic highly subsiding platform which took place in the expanding Tethys beginning from Upper Trias. Connected to this unit we find northward the Umbria-Marche basin, Middle Liassic in age, and southward the younger Molisano basin. By studying the carbonate facies of platform and transition and their depositional environments, it came out the needing to set up the actual situation by gathering on the same map all the available data, so to clarify the facies distribution and to obtain a paleogeographic and paleoenvironmental scheme which could be used as a reference point for the next studies. The criteria for doing this facies map (scale 1:250.000) reflect the intention of showing as much as possible all the environmental shanges and evolutions connected with the various tectonic phases. The legend was consequently made taking into account both the ages and the environments, so that the colours of the map have the double significance of temporal and environmental individuation. The annexed illustrative notes will show with many plates all the included facies and will explain with some ideal sections the structural setting and the depositional models at various stages.

ACENOLAZA, FLORENCIO GILBERTO, Facultad Ciencias Naturales, Univ. Nac. Tucuman y CONICET

#### MODELO PALEOGEOGRAFICO DEL NORTE ARGENTINO DURANTE EL ORDOVICICO INFERIO

En base a datos que proveen las rocas sedimentarias y la fauna fósil es posible establecer las condiciones paleoambientales y paleogeográficas que se verificaron en el norte de Argentina durante el Ordovícico inferior. Haciendo un análisis de las posiciones relativas del continente y del mar, se reconoce: a) El desarrollo de un

área emergida al sur/sureste (Dorsal Charata-Asunción) que aportó material detrítico, predominantemente cuarcítico a una amplia y poco profunda plataforma marina que cubría parte de Argentina (región chaqueña) y se extendía hacia Bolivia y Paraguay; b) El desarrollo de un cinturón móvil (Dorsal Central Argentina) que se interponía entre la cuenca mencionada anteriormente y la cordillerana; c) La existencia de un sector emergido ubicado en territorio chileno (Macizo de Arequipa). Entre los dos últimos se desarrolló la estructura geosinclinal más notoria del territorio argentino pudiendo definirse, basado en los caracteres sedimentológicos y faunísticos, cuales fueron los sectores correspondientes a la plataforma (miogeosinclinal) y los de mayor profundidad (eugeosinclinal). Las áreas continentalizadas, en su mayoría corresponden a rocas Precámbricas hasta Cámbricas inferior, consolidadas luego del acontecimiento orogénico Pampeano (Cámbrico medio). Asimismo debe señalarse que en la cuenca marina se desarrolló un arco de islas volcánicas desde La Rioja (Famatina) hasta Jujuy (Cochinoca), cuyo aporte volcánico clástico es destacado.

ALAM M.M., CROOK, K.A.W., Department of Geology, Australian National University, Canberra; TAYLOR G., Canberra College of Advanced Education, Australia

#### FACIES MODELS FOR THE CASTLEREAGH RIVER, NEW SOUTH WALES, AUSTRALIA: A LOW-GRADIENT DISTRIBUTIVE FLUVIAL SYSTEM

The Castlereagh River (mean discharge:  $0.5 \times 10^6$  Ml/yr; 1971 peak:  $0.6 \times 10^6$  Ml) changes across its 150 km alluvial plain. Upstream the sandy channel is low-sinuosity braided (gradient:  $1.1 \times 10^{-3}$ ; W/D: 28; braiding parameter: 2, sinuosity 1.1) with mud banks. The facies profile comprises: trough cross-bedded channel-full sand (St; 2.5 m), planar tabular cross-bedded channel-bar sand (Sp) capped by thin planar and ripple-bedded sand (Sh, Sr) (2 m); and laminated bench deposits (Fl; 1.5 m), muddy upwards.

Channels (W/D: 21; sinuosity: 1.2) of the middle anastomosing reach (gradient:  $7 \times 10^{-4}$ ) form by avulsion, become sediment-choked, and are gradually abandoned. Sediment in sinuous sections comprises: 2m St (channel fill), 1.5 m Sp-St (alternate bars; bench I) and 1.5 m Fl (benches II-III); in straight sections: 2 m St channel fill and 2.5 m Fl (benches I-III), muddy upwards.

The down-stream distributive reach (gradient:  $5 \times 10^{-4}$ ; W/D: 12; sinuosity: 1.3) culminates in very small muddy overflow channels (W/D: 9.5; sinuosity: 1.5).

Distributaries diverge from the bed and main-channel benches I-III. Sand is abundant in bed-diverging distributaries only upstream. Sediments comprise mud-draped bench I St (1.5 m) beneath bench II-III Fl (2m). Overflow channels contain Fl sandy mud.

This system deposits ribbon-like channel sands which fine, thin and proliferate downstream, enclosed in pedogenised over-bank muds.



DELTAIC FACIES AND SEDIMENTARY MODELS OF LOWER CRETACEOUS SAND-  
STONE - BAGHDAD AREA - IRAQ

Three wells (3,5 and 10) from East Baghdad Field (Central Iraq) were selected to study the sandstones of the Zubair Formation. Grain-size, petrography, heavy minerals, surface texture of quartz sand grains, sedimentary structures and facies were studied and the results interpreted.

The Zubair sandstones are mainly composed of quartz (98.9%). Feldspar and heavy minerals are found in minor quantities (0.26% and 0.6% respectively), and rock fragments are rarely found. Silica, carbonate and ferruginous cements are the predominant binding materials. Matrix constitutes less than 10% of the rock accordingly, the sandstones of Zubair Formation are classified as quartz arenites, mature mineralogically and texturally.

Petrographic study shows that cementation is the most effective diagenetic process that acted on the Zubair sandstones; compaction, replacement, recrystallisation and authigenesis are less effective.

Four major groups of heavy minerals were recognized. These include the opaque, ultrastable (tourmaline, zircon, rutile) metastable (pyroxene, amphibole) and mica (muscovite, biotite, chlorite) groups. The character of these minerals revealed that they are primarily of sedimentary origin; some heavy minerals of igneous and metamorphic origin are also present. It is believed that the Arabian Shield was the source area of the Zubair sediments which were deposited under humid or tropical climate.

Sandstones of Zubair Formation are fine to very fine, well to moderately well sorted, fine to nearly symmetrical skewed and mesokurtic.

Grain-size parameters, sedimentary structures and quartz surface texture suggest a mixed fluvial, beach and shallow marine as a depositional environment for the Zubair sandstones.

The established sedimentary facies are marshes and swamps (Facies A), channel (Facies B), chenier (Facies C) and Shelf (Facies D). Facies A, B and C indicate regressive sea whereas facies D indicates a transgressive sea. These facies support the proposed environment of deposition for the Zubair sandstones.

INTEGRATED FACIES ANALYSIS APPLIED TO THE INVESTIGATION OF HYDRO-CARBON GENERATION IN THE PERMIAN OF THE DENISON TROUGH

In the Denison Trough of east central Queensland, the Geological Survey has applied facies analysis, based principally on 32 continuously cored stratigraphic bores to a maximum depth of 1350 m, and integrating sedimentology, source-rock geochemistry, organic petrology, lithostratigraphy, and biostratigraphy, to the investigation of hydrocarbon occurrences. The Trough contains more than 5500 m of Permian strata, and is some 300 km long and 60 km wide. Hydrocarbon potential had been established by a few small gas discoveries in the 1960's, and the facies studies were undertaken to encourage and assist further exploration. In conjunction, the national Bureau of Mineral Resources provided regional seismic control.

Relationships between reservoirs, source-rocks, and seals, have been established. Although depositional systems range from alluvial fan to marine shelf, the main gas fields are restricted to barrier and near-shore sandstones. Complex diagenetic alteration of the lithic labile sandstones also exerts a strong influence on reservoir quality. Both marine and non-marine mudstones lie within the zone mature for hydrocarbon generation. Petrological studies of coal and phytoliths have provided organic facies models, and have shown that variations of organic factors such as florigenesis, degradation and sedimentation reflect differences in the overall depositional environments.

AHMAD, AMIR, Geological Survey, Lucknow, India

AN OUTLINE OF PALAEOGEOGRAPHY AND HISTORY OF SEDIMENTARY BASINS OF INDIAN SUB-CONTINENT

The palaeogeography of various stages of geological history of Indian sub-continent has been explained with the help of eleven palaeogeographic maps. The analysis reveals that geological events of Indian peninsula commenced in Archaean Period and continued up to Precambrian-Cambrian boundary, with few exceptions. Afterwards this part became dormant, and Himalayan and Tethyan Basins became the centres of sedimentary, tectonic and metamorphic activity from Late Precambrian-Cambrian times.

Constantly changing palaeogeographic features also developed in certain peninsular regions, from Late Carboniferous - Early Permian times, depicted by Gondwanas, Cretaceous of Narmada and volcanics of Deccan and Rajmahal. These activities continued up to Upper Cretaceous - Palaeogene, and the Peninsula again became dormant. However, parts of the Transhimalayan regions, Tethys Basin, Ganga Basin, Craton Margin Basins of Rajasthan and Assam and Coastal regions, outlived the main Peninsula in depositional activity during Tertiary. The major land and sea contest in these regions continued till Late Tertiary, when stupendous tectonic movements heralded the cessation of all sedimentary processes (except Neogene, - Quaternary sedimentation), and palaeogeographic aspects were covered by three physiographic regimes, which divide the sub-

-continent into a southern Peninsula, a middle Indo-Gangetic Plain and northern mountains of Himalaya, connecting Indian Sub-Continent with Eurasian Continent.

NICOLAE ANASTASIU, University of Bucharest, Romania; DAN JIPA, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest, Romania

#### SOURCE AREAS IN THE ASSYNTIC FLYSCH DEPOSITS IN THE CENTRAL DOBRO-GEAN MASSIF (ROMANIA)

Petrographical and sedimentological investigation of the siliciclastic deposits occurring in Central Dobrogea confirm their flysch and turbiditic character, offering original information on the source-areas of the Assyntic basin.

The petrographic constitution on the coarse-grained Assyntic (greenschists) sequences is characterized by a large variety of lithoclasts: acid plutonics (granites, plagiogranites, graphic pegmatites, granodiorites), alkanine ones (syenites), alkaline volcanics (trachytes, albitophyres), mesometamorphites (microcline gneisses, micaschists), epimetamorphites (quartzites) and retromorphites; sedimentary-derived lithoclasts are represented by quartz-arenites, sub-arkoses and siltites. The major quantity of lithoclasts consist of feldspars ( $An_{5-18}$ , microcline -  $2\psi = 80-84^\circ$ , orthoclase -  $2\psi = 65^\circ$ ), quartz and chlorites.

Regional distribution of the petrographic constituents points out two areas with distinct sedimentation: dominantly lithic in the south and southeast and prevailing feldspathic eastwards.

Analysis of the paleocurrent direction is based on the orientation of the sole marks, ripple lamination and pebbles orientation. In **accordance** with grain size and morphological study the current directions suggest three source-areas: the proximal intrabasinal "Palazu" rise to the south, a northeast extrabasinal source and a western extrabasinal distal source.

The clastic material has been transported by turbidity currents, bottom currents and mass transport. The accumulation area is represented by a marginal basin divided into several compartments, with ensialic basement.



ASHRAF, WALI, Geology Department, Faculty of Science, Cairo University, Giza, Egypt

SEDIMENTOLOGICAL AND PETROLOGICAL STUDIES ON EL-TELLA EL-BYD AREA, EASTERN DESERT, EGYPT

A 15m section representing the Upper Cretaceous phosphatic deposits was encountered in the investigated area occupying low hilly highs. The reduction in thickness of the Duwi Formation (Campanian-Maastrichtian) reflects the northern boundary of the basin.

Petrographically, the studied thin sections reflect the following types: calcareous siliceous phosphate; calcareous radiolarian chert; biopelmicrite; and dolomicrite. Diagenetically, these sediments were suffering different stages of replacement and recrystallization. The accumulation of the reworked phosphatic deposits with chert seems to be the result of transgressive and regressive phases, through which the silica are enriched by dissolving silica rich sediments, and then followed by the accumulation of the reworked phosphatic sediments, reflecting mixed environmental conditions (agitated and deep marine).

IIJIMA, AZUMA, Geological Institute, the University of Tokyo, Tokyo, Japan

A PETROCHEMICAL ASPECT OF THE ZEOLITE FORMATION IN VOLCANICLASTIC ROCK

Zeolite occurs commonly in volcaniclastic rock in which glass fragments are easily altered. Six types of the zeolite formation can be classified on the basis of the state of interstitial waters: 1) weathering in a semi-arid tract, 2) percolation of meteoric water through a thick pile of vitric tuff at semi-arid or humid climate, 3) alkaline, saline lake deposits of a closed basin in a semi-arid region, 4) deep-sea halmylosis, 5) burial diagenesis in a geosynclinal section, and 6) hydrothermal alteration related to either volcanoplutonic intrusion or submarine Kuroko-type polymetallic sulfide ore mineralization. A petrochemical aspect of each type of the zeolite formation is considered from the  $\log \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO})/\text{K}_2\text{O}$  variation diagram of zeolitic rocks which shows the behaviors of silica and metallic ions in the process of zeolitization. The excess silica is dissolved out of zeolitic tuffs both under highly alkaline environments in the alkali soils and alkaline, saline lake deposits and under high-temperature environments of the hydrothermal alteration and deeper burial diagenesis. The silica budget seems to balance in the early stage of zeolitization of the percolation of meteoric water, halmylosis, and burial diagenesis. The values of  $(\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO})/\text{K}_2\text{O}$  of zeolitic tuffs

are significantly controlled by the chemistry and flow rate of the interstitial waters even in the tuffs composed of a specific zeolite species.

BABADAGLY V.A., Ukrainian Scientific Institute of Geological Prospecting, Lvov, USSR

DZHUMAGULOV A.D., Geological Institute of the Kirghizian Academy of Sciences, Frunze, USSR

#### MOLASSE AND SCHLIERIC FORMATION EVOLUTION IN PHANEROZOIC

The term "molasse" has now free both tectonic and genetic interpretation. We suppose to use it for terrigene continental formations. But it is necessary to differ molasse formations of mountain building regimes from molassoidal ones of flat building regimes. Marine shallow-water shelf terrigene formations should be called "schlieric" in total. Molasse and schlieric formation evolution in Phanerozoic is estimated by continuous-interrupted continent area growth, World ocean area reduction with its volume growth, i.e. Earth relief contrast increase. The evolution irreversible elements of molasse formations are as follows: psephitic rock role growth in them; facies-climatic gradation number increase in connection with lateral and vertical differentiation intensification of temperature zones (belts); emergence of surface restoration geochemical facies in connection with continental flora development. The latter was transformed under the conditions of chemical weathering intensification, coal and bauxite emergence, gaseous hydrocarbon generation increase. The main reversible element of molasse formation evolution is connected with climatic variations including periodical increase of free oxygen content in atmosphere. The evolution irreversible elements of schlieric formations are as follows: thickness growth, increase of the part of delta formings, emergence clay diapirism and mud volcanism in the large avantdelta provinces along shelf boundary and continental slope great olistostrome thicknesses are formed. Their analogy has been studied in modern avantdelta of the Mississippi river. The evolution reversible elements of schlieric formations are established by tectonic-climatic factors.

## ЭВОЛЮЦИЯ МОЛАССОВЫХ И ШЛИРОВЫХ ФОРМАЦИЙ В ФАНЕРОЗОЕ

Термин "моласса", приобретший свободную тектоническую и генетическую интерпретацию, предлагается употреблять только для терригенных континентальных формаций. При этом следует отличать порождаемые горообразовательными режимами собственно молассовые формации от молассоидных, свойственных равниннообразовательным режимам. Мелководно-морские шельфовые терригенные формации целесообразно в совокупности именовать шлировыми. Эволюция молассовых и шлировых формаций в фанерозое определяется непрерывно-прерывистым увеличением площади материков, сокращением площади Мирового океана при увеличении объема последнего, т. е. возрастанием контрастности рельефа Земли. К необратимым элементам эволюции молассовых формаций относятся нарастание в них роли псефитовых пород, в том числе горно-ледникового генезиса; увеличение числа фациально-климатических градаций в связи с усилением латеральной и вертикальной дифференциации температурных зон (поясов); появление с конца палеозоя наземных восстановительных геохимических фаций в связи с развитием континентальной флоры. Последнее трансформировалось в усиление химического выветривания, появлении бокситов, углей, существенном увеличении генерации газообразных углеводородов. Основной обратимый элемент эволюции молассовых формаций связан с климатическими вариациями, в том числе с периодическим увеличением содержания свободного кислорода в атмосфере. К необратимым элементам эволюции шлировых формаций относятся возрастание мощности, увеличение в них доли авандельтовых образований, появление с меловой эпохи процессов глиняного диапиризма и грязевого вулканизма. С этого времени на периферии крупных авандельт вдоль границы шельфа и континентального склона формируются мощные олистостромовые толщи, аналог которых изучен в современной авандельте р. Миссисипи. Обратимые элементы эволюции шлировых формаций определяются тектоно-климатическими факторами.



BALTES N., STANCULESCU C., Research and Designing Institute for Oil and Gas, Bucharest, Romania

#### SEDIMENTARY ENVIRONMENTS IN THE MOLDAVIAN LOWER MIOCENE MOLASSE - ROMANIA

This paper points out stratigraphically and sedimentologically the sedimentary domains in the Moldavian peri-Carpathian unit lying between the Upper Oligocene and the Upper Badenian. The Lower Miocene sedimentation has a low transgressive start at the Lower Burdigalian level, within a passing stage from a sweeter anoxic uppermost Oligocene (paralic in other units). The setting up of a hypersaline lagoonal domain within the Burdigalian leads to the evaporite precipitation, which in some sectors forms salt massifs. The Burdigalian end (the classical sense) is characterized by a setting up of a littoral domain with active and subsident sedimentation, determining the massive conglomerate deposition. The deposits following the conglomerates are characterized by a neritic-littoral environment with numerous meso-saline and detritogeneous evaporitic sequences, having a very different lithological composition, specific to the molassic formations. The tufaceous sediments with globigerines of the Lower Badenian cover the Lower Miocene molasse, also representing the last marine phase of the Carpathian Neogene. They are followed by a new excessive evaporitic sedimentation, resulting in new halitic sediments. The Carpathian unit areas continue their evolution in the Upper Neogene, with brackish deposits of sweet water and finally continental ones, of filling-in.

The characterization of the Lower Miocene sedimentary domains leads to the appreciation of the generation and accumulation conditions of some major resources of raw materials (hydrocarbons, salt rock).

BARNOLAS, ANTONI, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, España; SERRA-KIEL, JOSE, Departamento de Paleontología, Fac. de Geología, Universidad de Barcelona, España

#### EL CONTROL ESTRUCTURAL DE LA SEDIMENTACION EVAPORITICA EN EL SECTOR CATALAN DE LA CUENCA DEL EBRO (NE DE ESPAÑA)

Durante el Priaboniense medio-superior la cuenca marina surpirenaica se colmató con el depósito de una potente formación evaporítica: La Cuenca Potásica Catalana. Los materiales suprayacentes, del Oligoceno son ya claramente continentales. La evolución sedimentológica en el sector estudiado durante el Eoceno superior es la siguiente: Des-

pués de una unidad basal transgresiva, la cuenca se rellena por medio de una progradación deltaica, interrumpida por sucesivas pulsaciones que se traducen en un aumento en la proporción de carbonatos (arrecifes coralinos), asociados a fases marinas expansivas y de menor aporte silíceo-clástico. La progradación deltaica es mas fuerte en el margen (Pirenaico), que en el margen Catalánide de dirección NE-SW, donde se encuentra controlada por fallas de dirección NW-SE. Previamente a la deposición evaporítica, las fracturas del margen Catalánide habrían actuado levantando y empujando de forma diferencial distintos sectores del mismo. Un mayor levantamiento de los bloques orientales habría aislado a la cuenca surpirenaica de la "mediterranea". Este aislamiento se pone de manifiesto por la presencia de facies cíclicas, de salinidad normal a hipersalinas ("Complejo marginal de la Cuenca Potásica Catalana"), asociadas, mediante un dispositivo "offlap-onlap", a la formación evaporítica.

BASU, ABHIJIT and HOLLY HAKE, Department of Geology, Indiana University, Bloomington, U S A.

#### AN EXPERIMENT IN QUANTITATIVE PROVENANCE INTERPRETATION

The purpose of this research is to establish a quantitative mineralogical relationship between parent rocks and daughter sediments. We are experimenting with devising a new method of using least squares petrologic mixing calculations of overdetermined systems to express the compositions of common rocks in terms of a few common minerals found in sandstones and shales. The method is analogous to using normative minerals, but has the added advantage of being able to utilize both modal and chemical analyses of rocks. On the basis of approximately 100 mixing calculations, we have identified the following minerals as an optimum assemblage common to both parent rocks and daughter sediments: quartz, orthoclase, oligoclase, muscovite, chlorite, and hematite; subsidiary minerals are apatite and ilmenite. We have purposefully neglected all atmospheric and biospheric contributions (e.g.  $H_2O$  and  $CO_2$ ) in our calculations. Once the rocks of relevance are reduced to the common mineral assemblage, the same mixing calculations can be used to simulate the weathering of parent rocks (granite, granodiorite, andesite) and winnowing of mud to produce a daughter sand. Preliminary simulations indicate the following relationships :-

1.0 arkose = 1.6 granodiorite - 0.6 mud

1.0 greywacke = 0.5 granite + 1.4 granodiorite + 1.0 andesite  
- 1.9 mud

CONTINENTAL HALOGENESIS EVOLUTION

Hydrochemical evolution of halogenesis is closely associated with the evolution of the chemical composition of the surface waters, the major types of which became similar to the recent ones in the Late Proterozoic-Early Paleozoic. This is supported by the general composition of the halogenic formations, which began to appear in the Early Precambrian.

The most widespread chloride-sulphate formations started to appear in the Early Permian (Assel-Sakmarian formation of the Dnieper-Donetsk avlakogene) and continued to develop up to the Neogene (Lower Thonian formation of the Trans-Carpathian depression, outside the USSR - up to the Quarternary period (Danakil depression)). The sulphate formations appeared first in the Carboniferous period (Gautreu Formation of the Maritime Basin), on the USSR territory - in the Early Permian (Lower Permian formation of the Tchu-Sarisu depression). Their major development occurred in the Cenozoic-the Neogene formations in the intermontane troughs of the Tien Shan, Quarternary ones-in the Aral-Transcaspian region and in the Kara-Bogaz-Gol Bay. The chloride (carnallitic) formations began to appear in the Early Cambrian (Lower-Middle Cambrian of the Siberian Platform) and continued to develop up to Eocene-Oligocene (Rhine Graben). The typically continental chloride (tachhydritic) formations are known only in the Cretaceous complexes of the West Africa (the basins of Kongo, Gabon, Kwanza), Brazil (Seripe-Alagoas trough) and the South-East Asia (Khorat Basin).

The soda type formations are developed in the Cenozoic (Paleogene formations in the Green River, Piceance Creek, Uinta troughs in the Rocky Mountains, Neogene ones - in Turkey, Yugoslavia, Quarternary ones - in the west of the South and North America, in the East Africa and other regions), however their traces are first revealed in the Cambrian (Officer Basin in the South Australia).

The soda-bearing formations of the problematic genesis are known on the USSR territory in the Khibini alkaline complexes and also in the limnogenic deposits of the Ufian stage in the Permian Transurals and the Tartar stage in the Trans-Timan. The dawsonite-bearing deposits are known in the Pripyatsk depression (Lower Carboniferous), in the Kuznetsk Basin (Carboniferous -Lower Permian) and other regions (Jurassic deposits of the North Caucasus, Paleogene and Neogene deposits of the Transcaucasus and Transcarpathian).



## ЭВОЛЮЦИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ГАЛОГЕНЕЗА

Гидрохимическая эволюция галогенеза тесно связана с эволюцией химического состава поверхностных вод, основные типы которых с позднего протерозоя — раннего палеозоя стали близки к современным. Это подтверждается вещественным составом галогенных формаций, которые достоверно установлены с раннего докембрия.

Наиболее распространенные хлоридно-сульфатные формации стали возникать с ранней перми (ассельско-сакмарская Днепровско-Донецкого авлакогена) и образовывались до неогена (нижнетортонская Предкарпатского прогиба), а за пределами СССР до четвертичного периода (Данакильская впадина). Сульфатные формации появляются с каменноугольного периода (формация Гаутреу бассейна Маритайм), а на территории СССР с ранней перми (нижнепермская Чу-Сарысуйской впадины). Наибольшее развитие они получили в кайнозое: неогеновые в межгорных впадинах Тянь-Шаня, четвертичные в Арало-Прикаспии и в заливе Кара-Богаз-Гол. Хлоридные (карналлитовые) формации возникали с раннего кембрия (нижне-среднекембрийская Сибирской платформы) и в дальнейшем образовывались до эоцена-олигоцена (Рейнский грабен).

Типично континентальные хлоридные (тахидритовые) формации известны только в меловых комплексах Западной Африки (бассейны Конго, Габона и Кванза), Бразилии (впадина Сержип-Алагоас) и юго-восточной Азии (бассейн Кхорат).

Формации содового типа развиты в кайнозое (палеогеновые во впадинах Грин-Ривер, Пайсинес-Крик, Уинта в Скалистых горах, неогеновые в Турции, Югославии, четвертичные на западе Южной и Северной Америки, в Восточной Африке и других регионах), однако следы их фиксируются с кембрия (бассейн Оффисер в Южной Австралии).

На территории СССР содоносные образования проблематичного генезиса установлены в щелочных комплексах Хибин, а также в лимногенных отложениях уфимского яруса в Пермском Приуралье и татарского яруса в Предтимање. Давсонитоносные отложения известны в Припятской впадине (нижний карбон), в Кузнецкой котловине (карбон-нижняя пермь) и в других районах (юрские отложения Северного Кавказа, палеогеновые и неогеновые Закавказья и Закарпатья).

BEAUDOIN Bernard, FRIES Gérard, JOSEPH Phillipe and PINAULT Michel,  
Ecole des Mines de Paris, France

#### SEDIMENTARY DYKES AND SILLS, SLUMPS AND PALEOMORPHOLOGY

Jointed observation of sedimentary dykes and sills, and slumps with large blocks in the Cretaceous, S.E. France, leads to reconstitution of mechanisms of resedimentation on slopes.

Dykes and sills are due to vertical (in majority per descensum) and lateral filling of cracks. These ones are connected with synsedimentary faults, both generated by inclination of the sea-floor (determined by current and slumping directions). Vertical penetration can be very large (more than 100 m), likewise the lateral one (to 1 km).

After sedimentation compaction takes place and beginning of lithification allows the formation of open cracks (precise geometry can be studied, such as the final compaction ratio) : decametric to hectometric blocks are so prepared in the bottom, which need only a destabilization event to go downslope.

The resulting blocks-bearing slumps (olitostroms) have been observed and related to the paleomorphology : the best examples are located in canyon-like hollows and can be followed along more than 50 km, with evolution of the content. In such a context slope-gradients were important, with opening of cracks and possibility of lateral and longitudinal slumping.

4582  
BEBESHEV I.J., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow; SEDLETSKY V.I., Rostov State University, Rostov-on-Don, USSR

#### MAJOR FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF JURASSIC AFGHAN-TADJIK DEPRESSION LANDSCAPES

A Jurassic terrigenous-carbonate-evaporite formation corresponds to a major tectonic stage in the development of the Earth's crust of the region, including the early-late Kimmeridgian phase of the Alpine orogeny. The formation may be subdivided into three subformations: grey terrigenous -  $J_{1-2}^{a-b}$ ; carbonate -  $J_3^{K-o}$ ; halogenic  $J_3^{Km-t}$ . They are distinguished according to separate washouts, to the change in both sedimentary environment and material composition. The initial stage in the development of the lower ( $J_1^a$ ) formation is marked by differentiated contrastive tectonic movements and ini-





tiation of the main alluvial valleys filled in by coarse-clastic sediments of mountain and mountain-plain rivers. Lacustrine and lacustrine-swamp environments were associated chiefly with inherited local depressions in the Paleozoic basement which provided conditions for extensive peat accumulation to result later in major coalfields in the northern depression-fringe zone (Kugitang, Shargun, etc.). The middle, ( $J^{b-bt}$ ), half of the first formation coincided with the start of the Mezotethys transgression. Alongside continental environments, wide-spread were marine and coastal environments, except North Afghanistan, where peat bogs were extensive. The age of sediments in the middle formation is co-eval to the maximum in the development of Mezotethys which resulted in the marine regime of sedimentation established throughout the territory. It was the time of intense carbonate accumulation. The upper formation is related to the Mezotethys regression caused by reactivated tectonics. Sediments were accumulated in sharply arid climate, amid contrastive shifting of local segments of the depression. This time was marked by extensive halogenic sediment accumulation, with red terrigenous deposits laid down on vast areas, both of the region under study and of conjugated territories. Within large negative structures developing in a synsedimentary regime are likely to be found significant potassium salts accumulations.

БЕБЕШЕВ И.И., Геологический институт АН СССР, г.Москва,  
СЕДЛЕЦКИЙ В.И., Ростовский государственный университет, геологический факультет, г.Ростов-на-Дону, СССР

#### ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РАЗВИТИЯ АФГАНО-ТАДЖИКСКОЙ ДЕПРЕССИИ В ЮРСКОЕ ВРЕМЯ

Юрская терригенно-карбонатно-эвапоритовая формация соответствует крупному тектоническому этапу развития земной коры региона, который охватывает ранне-позднекимерийскую фазу альпийского тектогенеза.

В составе формации выделяются подформации терригенно-сероцветная  $J_{1-2}^{a-b}$ , карбонатная  $J_3^{k-o}$ , галогенная  $J_3^{km-t}$ . Они отличаются условиями осадконакопления и вещественным составом.

Начальному этапу формирования нижней подформации ( $J_1^a$ ) отвечают наиболее дифференцированные контрастные тектонические движения и заложение основных аллювиальных долин, выполненных грубообломочными осадками горных и горно-равнинных рек. Озерные и озерно-болотные отложения были приурочены главным образом к унаследованным локальным впадинам палеозойского фундамента, где создавались условия для мощного торфянокопления, которые в дальнейшем привели к образованию основных угольных месторождений северного и западного обрамления депрессии (Кутитанг, Шаргунь и др.). Формирование верхней части подформации ( $J^{b-bt}$ ) совпало с началом трансгрессии мезотетиса.

Наряду с континентальными обстановками широким развитием пользуются морские и прибрежно-морские обстановки, за исключением Северного Афганистана, где торфяники по-прежнему занимают значительные пространства. Время накопления осадков средней подформации соответствовало максимальному развитию мезотетиса, следствием чего явилось установление морского режима на всей территории. Для этой эпохи характерно мощное карбонатакопление. На западе депрессии в результате быстрого обмеления в конце эпохи возникла система рифов. Образование верхней подформации связано с регрессией мезотетиса, вызванной активизацией тектонических движений. Процесс осадконакопления протекал в резко аридном климате в условиях контрастных подвижек локальных участков депрессии. Данная эпоха явилась эпохой мощного галогенеза и формирования красноцветных терригенных толщ на обширных площадях как изученного района, так и смежных с ним регионов. В пределах крупных отрицательных структур, развивавшихся в конседиментационном режиме, следует ожидать значительные скопления калийных солей.

BÉRCZI, ISTVÁN - GEIGER, JÁNOS - RÉVÉSZ, ISTVÁN, Hungarian Hydrocarbon Institute, Százhalombatta, GAJDOS, ISTVÁN - PAP, SÁNDOR, Petroleum Exploring Company, Szolnok, and POGÁCSÁS, GYÖRGY - RUMPLER, JÁNOS, Geophysical Exploration Company, Budapest, Hungary

#### SEDIMENTOLOGICAL INVESTIGATION OF THE NEOGENE SEQUENCE OF SOME REGIONAL GEOLOGICAL PROFILES THROUGH THE HUNGARIAN PART OF THE PANNONIAN BASIN.

The deepest Neogene depressions within the Carpathian Basin can be found in the central /Hungarian/ part of the Pannonian Basin. By the sedimentological investigation and interpretation of them the post-Oligocene evolution of this region can be deciphered. The lithostratigraphic units of the NW-SE trending Makó-Hódmezővásárhely trough represent 5 depositional units /basal "matrix-supported conglomerate", deep-water marl, prodelta, delta front + delta-slope, delta plain/ /BÉRCZI - PHILLIPS, 1982/. These facies units can be traced and identified relatively easily in spite of their considerably changing thickness over a large area, east of the river Danube. According to data accuired by bedding marks, regional correlation profiles and seismic profiles, the sandy and silty delta front + delta slope facies which shows gradual shift in its trend from NW-SE to NE to SW while moving eastward, plays an important role in identifying the genetic /depositional/ units. The vehement-

ly disturbed nature of the depositional processes is characterized by a frequent occurrence of sandstone bodies of "grain flow" /or turbidite/ origin. The recent investigations corroborate earlier ideas, according to which - at least in the eastern side of the Hungarian part of the Pannonian Basin - a large fluvial dominated, southerly prograding delta system played a decisive role in the Neogene sedimentary processes starting in the Middle Miocene.

BEUKES, NICOLAS J, Rand Afrikaans University,  
Johannesburg, South Africa

#### IRON-FORMATIONS AND THE EVOLUTION OF IRON AND MANGANESE ORE DEPOSITS, TRANSVAAL SUPERGROUP, SOUTH AFRICA

Iron-formations of the Proterophytic (early Proterozoic) Transvaal Supergroup have been deposited in a variety of depositional environments ranging from deep water shelf to shallow epeiric sea and possibly supratidal flats. However, the shallow water facies consists of ferrous iron mineral species indicating reducing atmospheric conditions. However, upwards in the sequence successive iron-formation units deposited in similar environments become more manganiferous. This feature may be related to a gradual increase in the oxygen fugacity level of the basin water with the highest level reached during the deposition of the large Kalahari manganese deposit interbedded with jaspilite at the top of the Transvaal Supergroup. A distinct paleo-oxidation profile developed in the Transvaal sedimentary rocks during a period of erosion that preceded the deposition of the Olifantshoek redbeds conforming in age to the Proterophytic-Paleophytic boundary. The Rooinekke manganese and iron ore deposit is related to this erosion surface as well as the Sishen iron ore deposit and Postmasburg manganese deposit which are both situated in paleo-sinkhole structures in the Campbellrand carbonates of the Transvaal Supergroup.

BGATOV V.I., Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGG&MS), Ministry of Geology of the USSR, Novosibirsk, USSR

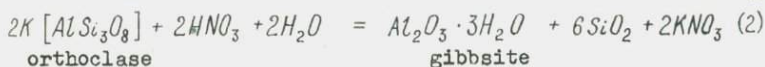
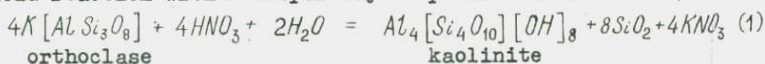
#### NITROGEN IN FORMATION OF CRUSTS OF WEATHERING AND SOILS

Air nitrogen is ionized with the formation of its chemically active ions during thunderstorm discharge. Rain drops are shown to contain dissolved nitric and nitrous acids. For some unknown reason this constant source of nitrogen nitrate form is disregarded by geologists and agrochemists and is underestimated in the formation of crusts of weathering in geologic past and modern soil genesis. Data show the amount of nitric acid with rainfall on the earth surface is several tons per sq.km annually. For example,  $1.5 \text{ t/km}^2$  precipi-



tates in the Middle Russia region, more than  $3.5 \text{ t/km}^2$  in the Indochina peninsula and about  $7 \text{ t/km}^2$  in the Hanoi region.

Nitric acid is strongest of mineral acids, capable of dissolving practically all aluminosilicates. Coming to the Earth surface as weak water solution (pH of thunderstorms can reach 3) it joins exchange reaction with soil solid phase. These reactions characterize the principal role of nitric acid in plant life and reflect deep natural relations in the system atmosphere-lithosphere-soil-biosphere. Advisability of these reactions consists in the release of nutrients, contained in soil mineral part, mainly in rocks of hydrolysis zone. Nitric acid reaction with feldspar may be presented as follows:



Kaolinite and gibbsite formed in this way determine end product mineral composition of crust of weathering profile.

БГАТОВ В.И., Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГТИМС) Мингео СССР, г.Новосибирск, СССР

## АЗОТ В ФОРМИРОВАНИИ КОР ВЬВЕТРИВАНИЯ И ПОЧВ

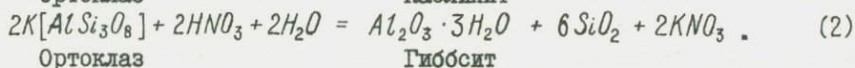
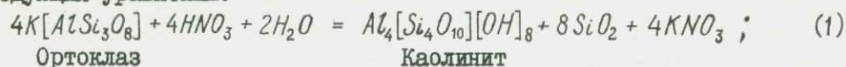
При грозовых разрядах азот воздуха ионизируется с образованием его химически активных ионов. Есть сведения, что капли дождя содержат растворенную в них азотную и азотистую кислоты. Этот постоянный источник нитратной формы азота по непонятным причинам остается за пределами внимания геологов и агрохимиков и недооценивается в формировании кор выветривания в геологическом прошлом и в современном почвообразовании.

По имеющимся замерам количество азотной кислоты, выпадающей с дождями на земную поверхность, составляет несколько тонн на квадратный километр ежегодно. Например, в среднерусской полосе в год выпадает 1,5, на индокитайском полуострове более 3,5, а в районе г. Ханоя около 7 т на 1 км<sup>2</sup>.

Азотная кислота – сильнейшая из минеральных кислот, способная растворять практически все алкмосиликаты. Поступая на поверхность Земли в виде слабого водного раствора (рН грозового дождя может достигать 3), она вступает в обменные реакции с твердой фазой почвы. В этих реакциях заключена важнейшая роль азотной кислоты в жизни растений, что отражает глубокие природные связи в системе атмосфера – литосфера – почва – биосфера. Целесообразность этих реакций заключается в высво-

бождении питательных веществ, заключенных в минеральной части почв, а главным образом в породах зоны гидролиза.

Реакцию азотной кислоты с полевым шпатом можно представить в виде следующих уравнений:



Образующиеся таким образом каолинит или гиббсит определяют минеральный состав конечных продуктов профиля коры выветривания.

BIONDIĆ BOŽIDAR and GOATTI VLADIMIR

Institute of geology, Zagreb, Yugoslavia

#### A COMPLEX TYPE OF HIGH-CAPACITY INTAKE STRUCTURE IN THE DINARIC KARST

Yugoslav Adriatic area is mainly built of karstified carbonate rocks pertaining to the Dinaric Mountains. The region is very abundant of precipitation up to 3,5 meters a year of which more than 60 per cent infiltrates, but groundwater runoff variations are very high because of low retention capacity of aquifers.

A complex intake structure was designed for specific karstic flow conditions near the zone of groundwater discharge into the sea, but still without the hazard of sea water intrusion. The structure is designed for the town of Rijeka in Croatia represents a combination of 400 meters long approaching gallery and 10 meters dip wells excavated within the gallery. The gallery and wells were constructed in Upper Cretaceous carbonate rocks. Heavy rock deformations were registered in faulty zones. The groundwater extended fractures into caverns, occasionally filled with clayey material. The wells have been located into the faulty zones.

The test pumping indicated the total capacity of the structure above 250 l/s. The forecasts show the total capacity as high as 450 l/s, but only after the wells reach their designed depth of 12 meters.

Interesting and peculiar informations on groundwater discharge in karstic coastal areas were obtained. We strongly believe that similar flow conditions do exist within many of karstic areas around the world hence a similar approach to groundwater development may be applied.

VON DER BORCH C.C., GRADY A.E., School of Earth Sciences, Flinders University of South Australia, Australia

SUBMARINE CANYON INCISION BY CATASTROPHIC TURBIDITY CURRENTS: EVIDENCE FROM THE LATE PROTEROZOIC ADELAIDE GEOSYNCLINE

A series of major submarine canyons with vertical paleo-relief of up to 1.5 km were incised during the Late Proterozoic into a Late Proterozoic progradational basin slope complex. These canyons, which locally exhibit a strongly meandering geometry, are infilled by a complex suite of re-sedimented terrigenous and carbonate sands, muds, conglomerates and breccias which were derived from fluvial or beach and carbonate platform sources, and by canyon wall collapse. The vertical and lateral sequence of canyon filling sediments in each paleo canyon reflect changing conditions which existed during the back-filling process which resulted in canyon burial by onlap of basinal fan sediments. Of particular interest, however, are the sediments which occur immediately overlying the eroded bedrock into which the canyons are incised. These sediments, here termed basal canyonfacies, comprise massive conglomerates, breccias and quartzose turbidite sands which show frequent channelling of either sand or breccia-conglomerate units up to ten metres previously deposited basal canyon facies sediments. In addition these extremely high energy density current and mass flow deposits show marked bias towards outer bends of canyon meanders. It is proposed that these basal deposits relate directly to the active down-cutting phase of canyon development and in fact caused the canyon incision. Overlying canyon filling strata, on the other hand, are typified by sillicic and carbonate muds and climbing ripple sands. These sediments reflect the actual infilling phase of the canyons, and although they exhibit occasional erosional events they contrast markedly with the basal canyon fill sub-facies described above.

BOULANGER D., Université de Picardie, Laboratoire de Géologie, Amiens; DEICHA G.A., Univ. P. & M. Curie, Géol., app. et ER 45 CNRS, Paris, France

GRANULOMETRIE ET CONTACTS INTERMINERAUX DES DEPOTS EVAPORITIQUES, RELATIONS ENTRE CRISTALLOGENESE PRIMAIRE ET EVOLUTION SECONDAIRE

La sédimentation salifère fournit des gammes très diverses quant à la taille des cristaux de même espèce; ainsi les strates classiques des gypses du Tertiaire parisien offrent des cristaux allant d'une fraction de millimètre, dans les masses de pierre à plâtre, à plus



d'un décimètre, dans des macles en fer de lance. Dans la même série les lits formés par des individus cristallins jointifs de dimensions intermédiaires (centimétriques) donnent de possibilités particulières pour l'étude des croissances minérales simultanées. En ce vaste domaine, les observations macroscopiques demeurent exceptionnelles, par contre, les investigations plus détaillées, poussées jusqu'aux forts grossissements de la microscopie électronique à balayage (MEB), permettent même parfois de mesurer les épaisseurs des couches de croissance et ainsi de mieux juger des degrés des déséquilibres cristallogénétiques dans les solutions mères évaporitiques. Ces recherches appliquées à d'autres dépôts, actuels (marais salants) ou anciens (Bassin d'Aquitaine, Maroc), permettent d'endendre les conclusions tirées d'études plus limitées (BOULANGER D., PROUVOST J., 9e Réunion ann., Sc. Terre, 77, Paris 1982), en particulier sur des sites de stockage souterrains d'hydrocarbures (BOUCHER M., BOULANGER D. SAINTIVES J.P., KUNTZ P., Fifth Symposium on Salt, Vol.1, 21-30, Northern Ohio Geol. Soc., 1981). Les contacts intergranulaires et les autres discontinuités crustallines apparaissent comme autant de facteurs importants de l'évolution secondaire de ces dépôts. Leur étude détaillée complète utilement les recherches effectuées sur la cristallogenèse et l'altération d'agrégats minéraux et de roches moins soluble, en particulier de calcaires.

BRAGIN Yu.N., "Donbassgeology" of the Ukrainian Ministry of Geology, Artemovsk, Donets region, USSR

#### LATE PALEOZOIC FLUVIAL SYSTEM OF DONETS COAL BASIN

Summarized data on the material composition and facies of Carboniferous deposits in Ukrainian Donbass, combined with vast materials derived from the geological research, have led to a new outline of continental sedimentation on the territory in the Carboniferous. The distribution of continental deposits between the persistent coal seams shows that these deposits were laid down in tectonically different settings. Sedimentation environments were dependent on the syndepositional structural plan.

Paleo-upland was dominated by subaerial and lacustrine-swamp environments. Its marginal parts show crusts of weathering developed within the formation, with thick (up to 4 m) illuvial horizon of kaolinite clays. Some coal seams of paleo-upland record minerals of free silica (boehmite, gibbsite). The depressed parts accumulated predominantly sand sediments of channel and flood-plain alluvium, often with multi-stage structures. There were two zones differing in the material composition of sandstones, namely the oligo-monomic-

tic in the west and the graywacke-polymictic in the east, with predominantly siliceous rocks and effusives.

Maps of the distribution of continental deposits show that in the Carboniferous there were two fluvial systems within Ukrainian Donbass which were represented by river-mouths. The western system confined to the southwestern flank of the Kalmius-Torets basin drained the Ukrainian Shield. The eastern system confined to the Major Anticline and the conjugated areas drained the Crimea-Caucasian Baikalian fold area. The major paleo-uplands were found within the southeastern flank of the Kalmius-Torets basin and Northern plication zone. The evolution of fluvial systems showed progressively narrowing river beds, coarser supply, and a more prominent role of the source which supplied effusive materials and vein quartz associated with valuable minerals.

БРАГИН Ю.Н., ИГО "Донбассгеология", Министерство геологии УССР,  
г.Артемовск Донецкой области, СССР

#### ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИЕ РЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ ДОНБАССА

Обобщение данных по вещественному составу и фациям каменноугольных отложений украинской части Донбасса с привлечением обширного материала геологоразведочных работ позволяет создать новую схему континентального осадконакопления на рассматриваемой территории в каменноугольную эпоху. Карты распространения континентальных отложений, заключенных между группами выдержанных угольных пластов, показывают, что формирование этих отложений происходило в весьма неоднородных тектонических условиях. Обстановки осадкообразования определялись конседиментационным структурным планом.

На палеоподнятиях преобладали субаэральные и озерно-болотные обстановки. В краевых частях поднятий развивались внутриформационные коры выветривания с мощным (до 4 м) аллювиальным горизонтом, сложенным каолиновыми глинами. В некоторых угольных пластах на палеоподнятиях происходило образование минералов свободного глинозёма (бёмит, гиббсит). В прогибах накапливались преимущественно песчаные осадки руслового и пойменного аллювия, зачастую имеющего многоярусное строение. По вещественному составу песчаников выделяются две провинции: олиго-мономиктовая западная и граувакково-полимиктовая восточная с существенным содержанием кремнистых пород и эффузивов.

Карты распространения континентальных отложений показывают, что в пределах украинской части Донбасса на протяжении каменноугольной эпохи существовали две речные системы, представленные приустьевыми частями. Западная система, пространственно приуроченная к юго-запад-



ному крылу Кальмиус-Торецкой котловины, дренировала Украинский кристаллический щит. Восточная система, приуроченная к Главной антиклинали и сопредельным районам, дренировала Крымско-Кавказскую байкальскую складчатую область. Наиболее крупные палеоподнятия располагались на юго-восточном крыле Кальмиус-Торецкой котловины и в пределах Северной зоны мелкой складчатости. Эволюция речных систем заключалась в прогрессирующем сужении русел, погребении привносимого материала, усилении роли источников, поставлявших эффузивный материал и жильный кварц, с которыми связаны ценные минералы.

BUSTILLO M.A., Instituto de Geologia, C.S.I.C., Madrid; RUIZ-ORTIZ P. Departamento de Geologia, Colegio Universitario, Jaen, Spain

#### CHERT FORMATION IN CARBONATE TURBIDITES (UPPER JURASSIC BETIC MOUNTAINS, SOUTHERN SPAIN)\*

Chert nodules and beds are frequent in the Upper Jurassic carbonate turbidites of the Intermediate Units (Betic mountains, southern Spain). They replace carbonate material in mainly two types of sediments: 1) Calcarenites (carbonate turbidites) and 2) limestones interpreted as pelagic turbidites, usually with diffuse horizontal lamination, reflecting the internal disposition of pelagic fossils (Radiolarian, Saccocomidae, ...).

The silicification took place in a early stage of the diagenesis, using the silica coming from the calcitization of silica shells (radiolarian and subordinate sponge spicules). It is known that the upward migration of dissolved silica to the water ocean is a process occurring only in a very thin surficial layer of the sediment.

The turbidite sedimentation favours the silicification as they represent a thick accumulation of sediments in a short-span of time. So, the silica shells are placed far away from the sediment surface and the dissolved silica coming from their calcitization can not migrate to the water ocean. This give rise to a high concentration of silica in the pore water and so to the silicification.

Nevertheless, the slow sedimentation of pelagic limestones allow the dissolution or the calcification of silica shells in the surface or near the surface of the sediment. The dissolved silica pass to the water ocean resulting limestones without chert.

\* This work is an I.G.C.P. Project 187 Contribution.

BUTUZOVA G.Yu., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences,  
Moscow, USSR

#### HYDROTHERMAL -SEDIMENTARY ORE FORMATION IN THE RED SEA RIFT ZONE

The Red Sea rift zone is a classical example of the recent process of hydrothermal-sedimentary ore formation.

The complex of such factors as intense supply of chemical elements in the composition of hydrothermal solutions, localization of the process in a narrow trough part of the rift, presence of geomorphologically well-defined depressions - traps of ore material, development of thick deposits of highly-mineralized thermal brines result in formation in this region of a series of ore manifestations of complicated mineral and chemical composition.

The study of ore matter, its geochemical properties and character of localization in 14 deep-sea depressions enabled us to reveal a considerable vertical and lateral changeability of composition of metalliferous sediments reflecting the uneven in time and space character of the ore-forming process. This process proceeds most intensely in the Atlantis-II Deep whose sediments are a commercially valuable mineral raw material.

A scheme of the main mineralo- and ore-forming processes was compiled at the example of the Atlantis-II Deep with the help of the author's data on composition of mineral phases, their parageneses, chemistry and zonation, and literature data.

It was shown that the main factors controlling the composition, mineral forms and peculiarities of localization of ore components were the position of outflows of hydrothermal solutions to the bottom, the composition of the latter, forms of migration of elements, intensity of the ore-forming process, as well as physico-chemical peculiarities of sedimentation environment, and post-sedimentary transformations of sediments.

#### БУТУЗОВА Г.Ю., Геологический институт Академии наук СССР, г.Москва, СССР ГИДРОТЕРМАЛЬНО-ОСАДОЧНОЕ РУДООБРАЗОВАНИЕ В РИФТОВОЙ ЗОНЕ КРАСНОГО МОРЯ

Рифтовая зона Красного моря является классическим примером проявления современного процесса гидротермально-осадочного рудообразования.

Сочетание целого ряда факторов таких, как интенсивная поставка химических элементов в составе гидротермальных растворов, локализация процесса в узкой, троговой части рифта, наличие геоморфологически выраженных **впадин-ловушек** рудного материала, развитие в ряде впадин мощных толщ высокоминерализованных термальных рассолов, при-

водит к формированию в этом районе серии рудопроявлений сложного минерального и химического состава.

Проведенное изучение рудного вещества, его геохимических особенностей и характера локализации в I4 глубоководных впадинах позволило выявить значительную вертикальную и латеральную изменчивость состава металлоносных осадков, отражающую неравномерный во времени и пространстве характер рудообразующего процесса. Наиболее интенсивно этот процесс проявляется во впадине Атлантик-П, рудные осадки которой представляют собой экономически ценное минеральное сырье.

На примере впадины Атлантик-П составлена схема основных минерало- и рудообразующих процессов, в основу которой положены собственные данные по составу минеральных фаз, их парагенезам, химизму и зональности, а также литературный материал.

Показано, что главными факторами, контролирующими состав, минеральные формы и особенности локализации рудных компонентов, являются положение выходов на дно гидротермальных растворов, их состав и формы миграции элементов, интенсивность рудообразующего процесса, а также физико-химические особенности среды осаждения и постседиментационные преобразования осадков.

СЕПЕК, ALEXANDER GEORG, Zentrales Geologisches Institut, Berlin, DDR;  
SCHULTZ, HORST, VEB Geologische Forschung und Erkundung, Schwerin,  
DDR

#### ZUR SEDIMENTVERTEILUNG QUARTÄRER ABLAGERUNGEN IN DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

In der DDR wurden in den letzten Jahren umfangreiche Arbeiten zur lithologisch-faziellen Analyse und Kartierung des Quartärs durchgeführt. Das Quartär erreicht im Nordteil 600m Mächtigkeit, bedeckt mit nach Süden abnehmenden Mächtigkeiten fast das gesamte Territorium und hat demzufolge eine große Bedeutung für viele Aufgabenstellungen der angewandten Geologie (Hydro- und Ingenieur-geologie, Baustoffe, Deponie und Umweltschutz).

Die Quartären Schichten sind durch mehrfache Vereisungen in mindestens 6 Glazialen glazigen und durch Mollisoldiapirismus gestört, ferner durch Halokinese, Subrosion und Neotektonik. Die zur Klärung der Lagerungsverhältnisse notwendige Stratigraphie - überwiegend in Bohrprofilen - stützt sich vorherrschend auf die Palynologie (Inter-glazialhorizonte), Grundmoränenstratigraphie und Flußsedimentanalyse. Die angewandte Methodik läßt sich auch in anderen Systemen und regionalen Einheiten anwenden. Hier wurden all Schichten des Quartärs erfaßt und nach lithofaziellen, genetischen und stratigraphischen Ge-



sichtspunkten in mehreren Horizontkarten dargestellt. Das Ergebnis ist eine Übersicht über die Verteilung, Mächtigkeit und Lagerungsverhältnisse der lithofaziellen Einheiten glazialer beziehungsweise interglazialer Ablagerungen. So konnten interglaziale Meerestransgressionen über 150 km von den heuttigen Küsten festgestellt werden. Von den Mittelgebirgen kommende Flüsse wurden nach Norden, zum Teil bis zur ehemaligen Kuste verfolgt. Die Grundmoränen von sechs Glazialen wurden geschiebeanalytisch abgegrenzt. Neben vielen Aussagen zu geopractischen Fragestellungen ist durch die lithofazielle Analyse eine paläogeographische Synthese des Quartärs der DDR gelungen.

CHANDRA, SANJAY, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India

#### PALAEOGEOGRAPHY OF PENINSULAR INDIA IN PERMIAN

Lithofacies analysis of sediments, particularly drill-hole cores in 42 coal basins of India, strongly indicates a radically different shore-line in Permian for Peninsular India than today's. In that stage of geological history for India a negative correlation between the flood-plain genetic type and coal accumulation is strongly suggested on analysing the sequence types. The lithogenetic content in the lithostratigraphic units of varying hierarchical order is explored with the aid of the *Glossopteris* line, the *Myalinid* lamellibranchs and the stability of the long profiles relative to the meandering of transverse valleys. The Facies Model thus visualised for Permian sedimentation in Peninsular India is checked by material balancing from erosion history, orographic inferences on depositional sites and palaeoclimatic evolution. Peninsular India finds its Permian continuation in Himalayas only in the northeast, regionally distinct then from other parts of the Himalayas. Breaks in lithofacies continuity can also be discerned in east or west, strongly militating against any 'fit'. The differentiation within Peninsular India is accentuated in terms of lithofacies with time, buried weathering profiles at two ends of Permian corroborating this. A quick homogenization of land morphology followed during Triassic, the glacial rebound already ceasing as a factor to be reckoned with.

THE STRUCTURE OF PRINCIPLES AND CONDITIONS OF POTASSIC SEDIMENT  
FORMATION IN LOWER CAMBRIAN OF SIBERIAN PLATFORM

Potassic sediments have been found in the north of Irkutsk region in the basin of Nepa and Nizhnja Tunguska rivers on the area more than 20.000 km<sup>2</sup>. They belong to the lower part of Angarsk formation and are isolated as an alm packet. There are five stratas in the composition of the packet: subjacent anhydrites (0,5-3,5 m) lower rock salt (40-70 m), productive (50-140 m), upper rock salt (100-120 m) and upper anhydrites (3-5 m). According to the composition of component rocks the productive strata forms three types of profiles: sylvinite, carnallite and mixed sylvin-carnallite. An overall thickness of sylvinite reaches 30 m. Here a monolith bed of massive sylvinites (7-12 m) is isolated with average content of KCL 33-42%. Thickness of sylvinite can reach 130 m in some tectonic blocks. The sylvinite zones are confined to the core parts of local depressions and carnallite ones gravitate in all cases to the bars and flank parts of the basin. Zones of joint development of sylvinite and carnallite ores are found on the depression wrings, flexure benches and plateaus. Nepa potassic basin is confined to synsedimentary depression, the flank of this depression showing the anhydrite bars up to 80 m, isolated from the remaining part of East Siberian salt-bearing basin. Brine reached the synsedimentary depression through the comparatively narrow straits, carnallite ores accumulated in the shallow sections of the depression and sylvinite ores in submerged sections. Nepa potassic basin is rather far from the land, which is proved by the low content of insoluble residue in the salts up to 0,5%.

ЧЕЧЕЛЬ Э.И., МАШОВИЧ Я.Г., СИНЦОВ А.В., Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, г.Иркутск, СССР

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАЛИЕНОСНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО КЕМБРИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Калиеносные отложения установлены на севере Иркутской области в бассейнах рек Непы и Нижней Тунгуски на площади более 20 тыс. км<sup>2</sup>. Они составляют нижнюю часть ангарской свиты и обособляются в гаженскую пачку. В составе пачки выделяется пять толщ: подстилающих ан-

гидритов (0,5-3,5 м), нижней каменной соли (40-70 м), продуктивная (50-140 м), верхней каменной соли (100-120 м) и верхних ангидритов (3-5 м). По составу слагающих пород продуктивная толща образует три типа разрезов: сильвинитовый, карналлитовый и смешанный сильвин-карналлитовый. Суммарная мощность сильвинитов достигает 30 м. Среди них прослеживается единый пласт массивных сильвинитов мощностью 7-12 м при среднем содержании хлористого калия 33-42%. В отдельных тектонических блоках в результате перетока солей мощность сильвинитов может достигать 130 м. Сильвинитовые зоны выполняют ядерные части локальных прогибов, а карналлитовые во всех случаях тяготеют к валам и краевым частям бассейна. Зоны совместного развития руд сильвинитового и карналлитового состава располагаются на крыльях прогибов, флексурных уступов и плато. Непский калиеносный бассейн приурочен к конседиментационному прогибу, вытянутому в северо-восточном направлении более чем на 250 км при ширине 80-90 км. На бортах были развиты ангидритовые валы мощностью до 80 м, изолировавшие его от остальной акватории Восточно-Сибирского солеродного бассейна. Через относительно узкие проливы рапа поступала в конседиментационный прогиб и в медководных частях его накапливались карналлитовые, а в более погруженных участках - сильвинитовые породы. Непский калиеносный бассейн располагается на значительном удалении от областей суши, о чем свидетельствует низкое (не превышающее 0,5%) содержание нерастворимого остатка в солях.

CHERNOV V.G., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, USSR

#### EVOLUTION OF PSEPHITE ACCUMULATION IN THE EARTH HISTORY

At present, the development of sedimentary rocks of various origins (coals, iron and manganese ores, boxites, halogene, carbonate, clay and sand rocks) has been outlined in general while our knowledge of psephite rock development is still insufficient; without it, the general idea of the sedimentary crust of the Earth remains incomplete. Besides, among clastic rocks, psephites are of special importance as bearing valuable geohistorical information. Psephite studies are of great significance for different geological sciences. The formation of psephite in geological history is proved to have begun in the early Archaean and still continues now. Starting with late Archaean and throughout the history, it had a continuous but uneven character. Psephite sediment alterations in the geological record rather sharp.

Data on the Early Archaean are extremely incomplete (limited areas deep metamorphism, etc). In the Upper Archaean, psephites became rather widely spread and known on all continents; in some sections they



comprise up to 3%. In the Proterozoic, psephite sedimentation grows to 8%, and in the Vendian - 13%. During the Paleozoic, psephite sedimentation reached its maximum in the late Cambrian and early Ordovician (15%), in Devonian, especially in early Devonian (30%), in the Middle Carboniferous (25%) and in the late Permian (21%); during the Mesozoic, psephite sedimentation took place in the early Triassic (18%), in the middle Jurassic (35%), Barremian (11%), Cenomanian (9%). In the late Cretaceous (especially in the Danian) psephite sedimentation dropped to the lowest mark in all its history, beginning with the late Archæan. In the Cenozoic, psephite sedimentation gained in its speed, reaching **its highest meanings especially in the Eocene (21%), early Miocene (20,5%) and middle Pliocene.**

ЧЕРНОВ В.Г., Московский государственный университет, геолфак,  
г. Москва, СССР

#### ЭВОЛЮЦИЯ ПСЕФИТОНАКОПЛЕНИЯ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ.

В настоящее время в общих чертах выявлено развитие осадочных пород различного происхождения (угли, железные и марганцевые руды, бокситы, галогенные, карбонатные, глинистые и песчаные породы), но до сих пор не установлено развитие псефитовых пород, без знания которых наши представления об общей эволюции осадочной оболочки Земли останутся неполными. Кроме того, среди пород обломочного происхождения псефитам принадлежит особое значение, так как они несут ценную информацию как геосторические документы. Изучение псефитов имеет большое значение для различных наук геологического цикла. Образование псефитов в геологической истории достоверно началось в раннем архее и продолжается до наших дней. Начиная с позднего архея и во всей последующей истории образование их носило непрерывный, но весьма неравномерный характер. Изменения псефитонакопления в ходе развития Земли были достаточно резкими. Материал по раннеархейским псефитам крайне неполон (ограниченность площадей распространения, глубокий метаморфизм и т. д.). В позднем архее псефиты приобретают достаточно широкое распространение и известны в пределах всех континентов; в отдельных разрезах роль их составляет 3%. В протерозое псефитонакопление увеличивается и составляет 8%, в венде - 13%. В палеозое максимальных значений псефитонакопление достигло в позднем кембрии и раннем ордовике (15%), в девоне, особенно раннем (30%), среднем карбоне (25%) и поздней перми (21%); в мезозое псефитонакопление было в раннем триасе (18%), средней юре (35%), барреме (11%), сеномане (9%). В позднем мелу (особенно в датском веке) псефитонакопление было самым минимальным за всю историю, начиная с позднего архея. В кайнозойской эре вновь происходит резкое увеличение псефитонакопления, достигая

максимальных значений для всей истории, особенно в эоцене (21%), раннем миоцене (20,5%) и среднем плиоцене (37%).

CHERMNYKH V.A., Institute of Geology of the Academy of Sciences of the USSR, Komi Branch, Syktyvkar, USSR

#### LOWER VISEAN COAL-BEARING FORMATION OF EAST-EUROPEAN PLATFORM

Coal-bearing formation of lower Carboniferous connected with the deposits of the Visean stage has been known within the limits of the East-European platform (Moscow coal basin) for a long time. Synchronous coal-bearing deposits were discovered later on the western slopes of the North Urals by T.A.Dobroljubova and K.G.Woinovsky-Kriger. Lately the coals and coal-rocks of the Visean (Kozhimian) age were discovered by oil and gas drilling in the subsurface regions of the Petchora sineclise: in the sub-Urals fold (Malinovskaja, Elovskaja, Patrakovskaja and Edzhid-Kyrtinskaja areas of exploration), on the Petchora-Kozhva megaanticlinal (Vadminskaja, Narjan-Marskaja, Kumzhinskaja, Wasilkovskaja, Mishvanskaja, Lajavozhskaja and other areas of exploration) and in the Warandei-Adzvinzskaja zone (Labogan area of exploration), in the Southern Timan and the southern part of the Izhma-Petchora depression. Therefore, in the North of the East-European platform a widespread coal-bearing area (partly reduced by ancient erosion), took shape which according to age and origin is congeneris to the coal-bearing deposits of Moscow sineclise. The source of the plant detritus of the Timano-Ural coal basin were the elevated parts of the western regions from which rivers flowed to the East towards the Urals. Coal-bearing deposits of the sub-Urals belong to several genetic types: both to limnic (Timsherpuzla region in the Southern Timan), and paralic and delta (Edzhid-Kyrtinskaja layer of the Northern Urals). In this region there is a maximum quantity of coal beds within the coastal facies zone which reduce from the sea towards the continent. Paralic coal sedimentation was closely connected with the delta type. In the Southern Timan like in the Tikwin-Onega region the paragenesis of brown coals and boxites is seen which proves the identity of climatic conditions on the large territory of the East-European platform during the early Carboniferous epoch.

ЧЕРНЫХ В.А., Ин-т геологии Коми филиала Академии наук СССР, г.Сыктывкар, СССР

#### НИЖНЕВИЗЕЙСКАЯ УГЛЕНОСНАЯ ФОРМАЦИЯ СЕВЕРА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Угленосная формация нижнего карбона, приуроченная к отложениям визейского яруса, известна в пределах Восточно-Европейской платформы давно (Подмосковный угольный бассейн). Синхронные угленосные отложения позже были обнаружены Т.А.Добролюбовой и К.Г.Войновским-Кригером на западном склоне Северного Урала. В последнее время угли и углистые породы визейского (кожимского) возраста были вскрыты благодаря нефтеразведочному бурению в закрытых районах Печорской синеклизы: в Предуральском прогибе (Малиновская, Еловская, Патраковская и Еджид-Кыртинская разведочные площади), в пределах Печоро-Кожвинского мегавала (Вадминская, Нарьян-Марская, Кумжинская, Василковская, Мишванская, Лаявожская и другие разведочные площади) и Варандей-Адзвинской зоны (Лабоганская площадь), на Южном Тимане и в южной части Ижма-Печорской впадины.

Таким образом, на севере Восточно-Европейской платформы намечилась обширная угленосная площадь, существенно редуцированная древними размывами, которая в возрастном и генетическом аспектах родственна



угленосным отложениям Московской синеклизы. Источником растительно-го детрита Тимано-Уральского визейского угольного бассейна служили приподнятые участки западных районов, с которых стекали реки на восток, в сторону Урала. Угольные залежи Приуралья относятся к различным генетическим типам: как к лимническому (Тимшерско-Пузлинский район Южного Тимана), так и к параллическому и дельтовому (Еджид-Кыртинское месторождение Северного Урала). В последнем районе количество угольных пластов максимально в прибрежной фациальной зоне и сокращается в сторону моря и континента. Параллическое угленакпление было, очевидно, тесно связано с дельтовым типом. На Южном Тимане так же, как и в Тихвинско-Онежском районе, наблюдается парагенезис бурых углей и бокситов, что свидетельствует об идентичности климатических условий на больших территориях Восточно-Европейской платформы в течение раннекаменноугольной эпохи.

CHIKHRADZE G.A., A.I. Djanelidze Geological Institute, Academy of Sciences of the Georgian SSR, Tbilisi, USSR

#### SEDIMENTATION AND ROCK FORMATION IN THE JURASSIC BASIN OF THE GREATER CAUCASUS

The rising movement in the Late Triassic and Early Jurassic that caused regression in the Greater Caucasus was followed by the sinking of this region and transgression in the Sinemurian. The marine basin thus formed developed during the Jurassic, Cretaceous, and Palaeogene. Various sediments deposited during the Jurassic depending on the nature of the tectonic regime in different parts of the basin: marginal deep-sea ones in the south slope geosyncline of the Greater Caucasus and on its south-east and north-west extension, platform ones on its northern shelf part and platform-like within the Transcaucasian massif.

The Jurassic sediments at the Greater Caucasus south slope are composed of basal formations ( $J_1s-t$ ), slate series ( $J_1p-t$ ), sandy aleurolite-argillitic flysch ( $J_1t_2-J_2bt$ ) in the northern part of the basin; the andesite-basalt volcanic ( $J_2b$ ), coal-bearing ( $J_2bt$ ), gypsiferous variegated ( $J_3$ ), limestone-marl flysch ( $J_3$ ) suites as well as rhyolite and keratophyre ( $J_1s-p_1$ ), tholeiite-basaltic ( $J_1p-t_1$ ) and trachy-basaltic ( $J_3$ ) volcanic formations.

The Jurassic sediments of the Greater Caucasus underwent different postsedimentational changes while volcanites underwent greenstone transformation.

The Jurassic sedimentation is characterized mainly by non-mixing of the clastic material of different ablation sources, by pelite accumulation over greater part of the sea bottom ( $J_1p-t_1$ ) accompanied

by periodic overflows of tholeiite-basaltic magma, by the development of turbiditic terrigenous sedimentation which was followed by carbonate turbiditic sedimentation in the northern part of the basin.

ЧИХРАДЗЕ Г.А., Геологический институт им.А.И.Джанелидзе АН ГССР,  
г.Тбилиси, СССР

## ОСАДОКОНАКОПЛЕНИЕ И ПОРОДООБРАЗОВАНИЕ В ЮРСКОМ БАСЕЙНЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА

Восходящие движения конца триаса-начала юры, вызвавшие регрессию на Большом Кавказе, сменились нисходящими, повлекшими за собой в синемюре погружение этой территории и трансгрессию моря. Образовавшийся морской бассейн развивался на протяжении юры, мела и палеогена. В течение юры в зависимости от характера тектонического режима в отдельных частях бассейна отлагались различные осадки: глубоководные окраинно-морские на Южном склоне Большого Кавказа и его юго-восточном и северо-западном продолжениях, платформенные в его северной шельфовой части и платформенноидные в южной части - в пределах Закавказского массива.

В сложении разреза юрских отложений Южного склона Большого Кавказа участвуют базальные образования ( $J_{1s-t}$ ), толща аспидных сланцев ( $J_{1p-t_1}$ ), в северной части бассейна песчаниково-алевролитово-аргиллитовый флиш ( $J_{1t_2}-J_{2bt}$ ), андезит-базальтовая вулканогенная ( $J_{2b}$ ), угленосная ( $J_{2bt}$ ), гипсоносная пестроцветная ( $J_3$ ), известняково-мергельная флишевая ( $J_3$ ) свиты, а также риолитовые и кератофировые ( $J_{1s-p_1}$ ), толеит-базальтовые ( $J_{1p-t_1}$ ) и трахибазальтовые ( $J_3$ ) вулканические образования.

Отложения юрского возраста Большого Кавказа претерпели различные постседиментационные изменения, а вулканы - зеленокаменное преобразование.

Для осадконакопления юрского периода в основном характерны несмешивание обломочного материала различных источников сноса; пелитонакопление на большей части акватории ( $J_{1p-t_1}$ ), сопровождавшееся периодическими излияниями толеит-базальтовой магмы; развитием турбидитовой, вначале терригенной, а затем в северной части бассейна карбонатной, седиментации; одновременное образование угленосных и гипсоносных отложений в пределах Закавказского массива.

SEDIMENTATION EVOLUTION AND METALLOGENY OF THE PLATFORM MANTLE OF  
SOUTH MARGINAL DEPRESSIONS OF THE KAZAKH FOLDED SYSTEM

An evolutionary cyclic recurrence has been established in the sedimentary mantle of the Chu-Sarysu, Middle-Syrdarya and South-Pribalhash depressions, which is determined by the direction of tectonic and climatic changes, as well as by the composition of removal regions subject to hypergene transformations. Four sedimentation cycles are distinguished (taphrogenic, transgressive, orogenic and regressive) isochronous in the two stages - the subplatform ( $D_2$ -P) and the platform ( $M_Z$ - $K_Z$ ) ones. Only the Chu-Sarysu cavity has been subject to the subplatform stage. It dates in  $D_2$  from accumulation in the taphrogenic trough of semiarid red-coloured terrigene-halogene lagoon and molassoid sediments. The intensive exogenetic processes contributed to the concentration of Cu, Pb, Zn, Mn, Ba on the geochemical barriers. Hydrocarbon fluids formed in the lagoons. The transgressive cycle ( $C_{1-2}$ ) is represented by marine organogenous-carbonate and humid carboniferous formations. The orogenic cycle ( $C_3$ ) was again followed by the formation of red-coloured molassas and the syngenetic accumulation of non-ferrous metals. Their epigenetic redistribution led to the formation of cupreous sandstone deposits. The hydrocarbon fluids have, obviously, played a specific role in it. The red-coloured sediments of relict basins accumulated in the regressive cycle (P).

An analogous cyclic recurrence is observed in the platform stage. The difference lies in the evolutionary change of climatic and tectonic conditions. The carboniferous formations bearing the coal and kaolin deposits accumulated in the taphrogenic cycle ( $T_3$ -J). The transgressive cycle (K-P) is represented by terrigene continental-marine sediments with manifestations of granular phosphorites and placers. The orogenic cycle (N-Q) started with the accumulation of Cenozoic molassas and is still going on.

ЧИМБУЛАТОВ М.А., ФЕДОРЕНКО О.А., Южно-Казахстанское производственное геологическое объединение, г. Алма-Ата, СССР

ЭВОЛЮЦИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ ПЛАТФОРМЕННОГО ЧЕХЛА  
ВПАДИН ЮЖНЫХ ОКРАИН КАЗАХСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ СИСТЕМЫ

В осадочном чехле Чу-Сарысу́йской, Средне-Сырдарьинской и Южно-Прибалхашской впадин установлена эволюционная цикличность, которая определяется направленностью тектонических и климатических изменений,



а также составом областей сноса, подвергавшихся гипергенным преобразованиям. Выделяется четыре цикла седиментации (тафrogenный, трансгрессивный, орогенный и регрессивный), закономерно повторяющихся в двух этапах - субплатформенном ( $D_2-P$ ) и платформенном ( $M_2-K_2$ ). Субплатформенный этап прошла только Чу-Сарысуйская впадина. Он начался в  $D_2$  с накопления в тафrogenном прогибе семиаридных красноцветных терригенно-галогеенных лагунных и молассоидных осадков. Интенсивные экзогенные процессы привели к концентрации на геохимических барьерах  $Cu, Pb, Zn, Mn, Ba$ . В лагунах формировались углеводородные флюиды. Трансгрессивный цикл ( $C_{I-2}$ ) представлен морскими органогенно-карбонатными и гумидными угленосными формациями. Орогенный цикл ( $C_3$ ) вновь сопровождался формированием красноцветных моласс и сингенетичным накоплением цветных металлов. Эпигенетическое перераспределение их привело к образованию месторождений медистых песчаников. Определенную роль в этом, очевидно, сыграли углеводородные флюиды. В регрессивном цикле ( $P$ ) накапливались красноцветные осадки реликтовых бассейнов.

В платформенном этапе наблюдается аналогичная цикличность. Различие заключается в эволюционном изменении климатических и тектонических обстановок. В тафrogenный цикл ( $T_3-J$ ) накапливались угленосные формации, несущие месторождения углей и каглинов. Трансгрессивный цикл ( $K-P$ ) представлен терригенными континентально-морскими осадками с проявлениями зернистых фосфоритов и россыпей. Орогенный цикл ( $N-Q$ ) начался с накопления кайнозойских моласс и продолжается по настоящее время.

CHISTYAKOV A.A. The All-Union Research Institute of Geology of Foreign Countries, Moscow, USSR

#### FACIAL DIFFERENTIATION OF TERRIGENE DEPOSITS WITHIN CONTINENTAL MARGINS

About 90% of terrigene sediments brought down from the adjacent land are laid down on the continental margins. Facial differentiation of terrigene sediments on continental margins occurs under the influence of two major groups of processes, i.e. hydrogenic and gravitational, manifestation of which on shelf, continental slope and rise is rather different. Within the limits of shelf, characterized by the most active hydrodynamic conditions, facial differentiation of detritus brought down from land is mainly the result of hydrogenic processes, including various currents and waves. They form two groups of facies of current and wave deposits producing various accumulative bodies (spits, bars, tidal ridges, etc.). The sedimentation of suspension of low density on the shelf results in for-

mation of nepheloid facies. The wave facies are not typical for continental slope and rise. Here gravitational facies prevail, represented by accumulation of flows of the matter of high density. Among them one can distinguish facies of subaqueous slumping and avalanche, debris, grain and mud flows liquified and fluodized flows of sediments as well as facies of turbidite currents. The nephelo-sedimentation is widely spread. The sediments of currents are represented by facies of contourites, producing gigantic accumulative forms (Blake Bahama ridge and etc.). The outlet areas (river delta - underwater canyon-deepwater fan) are the joints of maximum sedimentation on the continental margins. A specific facies differentiation is typical of them.

ЧИСТЯКОВ А.А., Всесоюзный научно-исследовательский институт геологии зарубежных стран, г.Москва, СССР

#### ФАЦИАЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИН

На континентальных окраинах отлагается около 90% терригенного осадочного материала, сносимого с прилегающей суши. Фациальная дифференциация терригенных осадков на континентальных окраинах происходит под воздействием двух основных групп процессов - гидрогенных и гравитационных, проявление которых существенно различается на шельфе континентальном склоне и подножии. В пределах шельфа, характеризующегося наиболее активной гидродинамической обстановкой, фациальная дифференциация поступающих с суши наносов происходит главным образом под воздействием гидрогенных процессов, к которым относятся различного рода течения и волнение. Они формируют две группы фаций течениевых и волновых отложений, образующих различные аккумулятивные тела (косы, бары, приливные гряды и т.п.). На шельфе происходит также гравитационное отложение взвеси малой плотности, приводящее к формированию нефелоидной фации. Для континентального склона и подножия волновые фации уже не характерны, а резко преобладают гравитационные, представленные отложениями потоков вещества высокой плотности. Среди них выделяются фации подводных оползней и обвалов, обломочных, зерновых, грязевых, разжиженных и флюдизированных потоков осадков, а также турбидитовых течений. Широко развита нефелоседиментация. Отложения течений представлены фацией контуритов, образующих гигантские аккумулятивные формы (хр.Блэйк-Багама и др.). На континентальных окраинах узлами максимального осадконакопления являются устьевые области (речная дельта - подводный каньон - глубоководный конус), для которых характерна специфическая фациальная дифференциация.

CHOCHOV, SPARTAC, Geological Institute Bulg. Acad. of Science,  
Sofia, Bulgaria

#### THE ROLE OF THE BULGARIAN BLACK SEA SHELF TERRACE RELIEF ON THE RECENT CLAY SEDIMENTATION

After the ten years of investigations in the Bulgarian Black Sea shelf it was established that the South (Devil) surface current plays a predominant role in the processes of transport and sedimentation of the suspended matter, mainly of the Danube origin. The detailed lithological studies of over 250 samples showed that mineralogical and the grain-size zonings in the recent clay sediments change their orientation from N-NE to SE at the parallel of the Burgas Bay as the result of the deflection of the current from the Bulgarian coast. This reorientation of the current and the zonings proved that the relief of the shelf terrace plays a decisive role in the formation of the recent shelf clay deposits.

The relief of the shelf terrace is a result of the influence of two factors - the vertical tectonic movements and the lithodynamic processes. As a result of their action two zones of contrast sedimentation are formed on the Bulgarian shelf: 1. Northern, situated in the north sectors of the shelf on the parts of Moesian platform; it is covered exclusively by thin shell-detritic accumulations with small quantities of terrigenous material; and 2. Southern, developed mainly on structures from the earth crust with Balcanidic orientation; it is situated to the south of the town of Varna and is characterized by series of longitudinal to the shore grabens in the central parts of the shelf terrace where processes of extremely high rate of noncompensated recent silt-clay sedimentation take place (over 3m/1000 years).

These two types of deposits which clearly illustrate the influence of the deep tectonic structures on the recent sedimentation is hardly of local interest and, probably, can be found in other regions of the World Ocean.

CHUMAKOV N.M., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences,  
Moscow, USSR

#### ANCIENT CLACIAL PERIODS AND RELATED EVOLUTION OF CLIMATIC ZONATION

Global climatic zonation during Early Silurian-Late Ordovician and Early Permian glaciations, as well as during the adjacent non-glacial periods were reconstructed by means of recent mobilistic palaeogeography, lithological and palaeontological climatic indica-



tors. The source data are in good internal agreement and the results are in reasonable agreement with general climatic processes operating on the Earth. The reconstructions were compared with the Pleistocene and Eocene climate situations. The following conclusions have been obtained. Two main types of climatic zonation alternated during the Phanerozoic: the first one, "thermal", was characterized by warm ("subtropical", "tropical") climate in middle latitudes and by temperate - warm climate in high latitudes; the second type of climatic zonation, "glacial" was characterized by glacial climate alternating with periods of temperate-cold and cold climates in high and middle latitudes accordingly. The arid zones, with an equatorial zone in between permanently occupied low latitudes. The thermal climatic zonation predominated in Phanerozoic history. Repeated similar glacial events during the last 2.5 billion years show that the glaciations are common stages in the Post-Archean evolution of the outer spheres of the Earth. The global rearrangements of the internal structures of the atmosphere, hydrosphere and biosphere, related to the glaciations, were reflected in turning points of sedimentary successions and the paleontological record.

ЧУМАКОВ Н.М., Геологический институт АН СССР, Москва, СССР

#### ДРЕВНИЕ ЛЕДНИКОВЫЕ ПЕРИОДЫ И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ

С помощью последних палеомагнитных реконструкций, литологических и палеонтологических климатических индикаторов реконструирована глобальная климатическая зональность для раннесилурийского-позднеордовического и раннепермского оледенений, а также для смежных неледниковых периодов. Исходные материалы хорошо согласуются между собой, а полученные реконструкции удовлетворительно согласуются с общими климатическими закономерностями, характерными для Земли. Проведено сравнение с климатами плейстоцена и эоцена. Сделан вывод, что в течении фанерозоя чередовались два основных типа климатической зональности. Первый, "термальный", тип характеризовался теплым ("субтропическим", "тропическим") климатом в средних широтах и умеренно теплым в высоких широтах; для второго "ледникового" типа климатической зональности было характерно чередование ледникового климата с холодным и умеренно холодным климатами в высоких и средних широтах соответственно. Аридные зоны с разделяющей их экваториальной зоной постоянно занимали низкие широты. Термальная климатическая зональность преобладала в фанерозойской истории. Повторение сходных ледниковых событий в течение последних 2,5 млрд. лет свидетельствует о том, что оледенения являются обычными этапами в послеархейской эволюции внешних сфер Земли. Связанные с оледенения-

ми глобальные перестройки внутренней структуры атмосферы, гидросферы и биосферы отражены в осадочной и палеонтологической летописях. Отмечается эволюция ассоциирующих с ледниковыми отложениями пород и полезных ископаемых.

COMPLIATION GROUP OF "ATLAS OF THE PALAEOGEOGRAPHY OF CHINA",  
Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences,  
Wuhan College of Geology, China

#### MEGASTAGES IN THE PALAEOGEOGRAPHIC DEVELOPMENT OF CHINA

These are the main points of the explanation text accompanying the Atlas, which contains 120 coloured plates including palaeographic, palaeotectonic and palaeobiogeographic maps, columnar sections and profiles beginning from Middle Proterozoic (1850 my), in addition to an outline geotectonic map of China. The principal concepts consist in the idea of "Mobilism" with respect to global tectonics, and the idea of "Development Stages" with respect to crustal evolution (Wang Hongzhen 1981, 1982). The mobilist idea is manifested in terms of crustal consumption zones on the maps that were brought to convergence in different stages and the tectonic regime by the distribution of sedimentary associations in various epochs.

Four megastages may be discerned, that of continental nuclei formation characterized by sialic aggregation (2600 my), that of platform formation characterized by crustal stabilization (1050 my), that of Pangaea formation characterized by coalescence and continent margin complication (accordion-type) (220 my), and that of Pangaea dissociation characterized by plate tectonics (convergyor-type). Five tectono-palaeogeographic domains are recognized, the northern intercontinental (Altai-Hingan), the North China continental (Tarim-N. China), the South China continental ? (Yangtze-Qiangtang), the Gondwana continental (Himalaya-Gangdise), and the eastern continent marginal (circum-Pacific). The convergence and collision of the massifs through geologic ages are shown in the schematic profiles.

SEDIMENTARY PROCESSES IN THE CHANGJIANG DELTA SINCE LATE PLEISTOCENE

Since Late Pleistocene, sedimentary processes in the Changjiang Delta took place under transgression and regression, and records preserved in stratigraphy are numerous, from which the sedimentary history may be reconstructed. The following sedimentary stages can be distinguished in the Changjiang Delta Since Late Pleistocene.

1. Latest glaciation and sedimentary hiatus. The Changjiang River debouched into the East China Sea at present outer continental shelf during the low sea-level of Würm glaciation. The present Changjiang Delta area was a broad plain covered by dark green clay and sandy clay, in which fresh water fossils occur, but no marine fossils are found. The paleoland surface undergone weathering and erosion, and the Changjiang ancient valley that extended from NW to SE 30 km wide and 60 m deep was formed.
2. Postglacial transgression and river channel-filling sequence. In ancient Changjiang valley the backwater and retrogressive aggradation occurred due to the sea-level rise during postglacial period. The distance of upstream intrusion of tidal current, backwater and retrogressive aggradation increased in certain order in the process of postglacial transgression, and the time of their arrival to same point of the river channel was correspondingly lagged. The boring core and  $C^{14}$  data show that retrogressive aggradation reached Zhengjiang at least 6000 y. earlier than the tidal current did. In course of retrogressive accumulation the transgressive river channel-filling sequence was formed in ancient Changjiang valley, which is different from alluvial and deltaic sequences. Based upon the degree of mariness, a series of transgressive river channel-filling sequence can be distinguished.
3. Shoreline stability and superimposition of sand bodies. When the rate of deposition was approximately equal to that of sea-level rising at about 7500 y. B.P. in the Changjiang Delta area, the sea-level rising and aggradation synchronized, and river mouth bar began to form. As a result, the transgressive river channel-filling sand body was overlain by river mouth bar, as in Hongqiao area.
4. Regression and delta formation. In 7500 y.B.P. the sedimentary rate gradually surpassed that of sea-level rising, and the Changjiang Delta was formed and prograded. Based on 500 drilling-holes data, abundant historic record, archaeological findings and  $C^{14}$  data, the Changjiang Delta system is composed of 6 subdeltas, each with a mouth bar as its nucleus. These subdeltas, from NW to SE, are Hongqiao, Huangqiao, Jinsha, Haimen, Chongmin and Changxing. They were formed in 7500-6000, 6500-4000, 4500-2000, 2500-1200, 1700-200 y.B.P. respectively. The Changxing subdelta is still forming now.



COUREL L., LAURENT P., Institut des Sciences de la Terre de l'Université, Dijon; VETTER P., CNRS, France

#### COAL POSITION IN THE COAL BEARING SEQUENCES OF THE LIMNIC BASINS: IMPORTANCE OF THE SUBSIDENCE RATE

Dans les bassins houillers limniques carbonifères et permien du Massif Central français, des veines de charbon épaisses sont liées à des accumulations phytogènes dans un environnement à végétation autochtone. Le charbon s'intègre alors dans une séquence globale très largement répandue:

"mur gréseux, veine, toit argilo-carbonaté (sidérose) puis gréseux de plus en plus grossier".

Cette succession correspond à un enchaînement de paléoenvironnements qui passent progressivement de l'un à l'autre:

- environnements fluvio-torrentiels à fluvio-palustres du mur liés à une reprise du transit détritique de la bordure vers le centre du bassin, dans un cadre tectonique actif;
- environnements fluvio-palustres et palustres de la veine: phase d'accumulation végétale à l'abri du transit détritique qui se ralentit;
- inondation progressive du bassin, gagnant du centre vers la bordure, provoquant un ennoyage des milieux palustres qui tendent vers des environnements lacustres peu profonds à faciès argilo-silto-carbonatés;
- phase de comblement par des matériaux silteux puis sableux qui progressent de la bordure vers le centre du bassin. Les faciès sont d'abord ceux d'un delta sous-lacustre, puis deviennent progressivement franchement fluviatiles.

Des arguments sédimentologiques et palynologiques conduisent à proposer une hypothèse pour expliquer le caractère rythmique de cette séquence globale. La succession des faciès s'interpréterait, pour l'essentiel, par les variations elles-mêmes rythmiques de la vitesse de subsidence. L'accélération de la subsidence, parfois brutale, serait à l'origine des faciès du mur, les autres apparaissant avec la baisse progressive de la vitesse d'affaissement du fond.

CROOK, KEITH, A.W., Department of Geology, Australian National University, Canberra, Australia

#### SEDIMENTOLOGY, LITHOGENESIS AND CRUSTAL EVOLUTION

The nature and evolution of continental crust is seen either geochemically, as resulting from igneous and metamorphic processes, sediments being a superficial by-product; or tectonically, as a sedimentary-tectonic construct, magmatism and metamorphism being local and derivative phenomena.

The geochemical evolution of the sedimentary part of continental crust involves isotopic systematics, geochemical mass balance, total sediment volume and secular changes in proportions of sedimentary rock types. Tectonism enters only insofar as geosynclinal and platform components are discriminated.

The tectonic evolution of continental crust involves plate movements and concomitant sedimentation. Tectonic control of sedimentation: rock types, distributions, facies and sequences, is well recognised. Processes by which tectonism controls sedimentation and constructs continental crust are becoming better understood.

An accurate picture of the composition, mode of construction and evolution of continental crust must combine the geochemical and tectonic perspectives. Sedimentology and lithogenesis can effect this nexus, through data on bulk chemical compositions of sediments in relation to facies type and tectonic setting, thereby elucidating the chemical consequences of tectonic processes and the sedimentary contribution to metamorphic terrains and anatectic magmas.

Climate also influences sedimentary facies and compositions. Its significance in crustal evolution is conjectural, but can be assessed similarly.

ROB CROSSLEY, University of Malawi, Malawi

#### TERMITES AND ANTS: THEIR ROLE IN THE GENESIS OF SEDIMENTS IN THE TROPICS

In Malawi, termites and ants move sediments to the surface at rates of hundreds to thousands of kilograms per hectare per annum. These insects remove significant amounts of material from the regolith in the course of their excavations to reach groundwater. It is argued that the long-term operation of this process results in the clayey sand, commonly overlying a stone line resting on regolith, which is typical of many soil profiles in the tropics.

This thesis is illustrated by an areally extensive 5m thick sediment sequence from the Malawi rift valley which includes fossil termite mounds and horizons of Early, Middle and Late Stone Age artefacts. The upper 4m of the sequence comprises red clayey sand which is interpreted as sediment carried to the surface by termites (termitite!). Ants are shown to play a similar, though areally restricted, role in the development of sand profiles.

Recognition of the considerable sedimentological impact of these insects is important in the interpretation of tropical terrestrial cover sequences and also carries implications for the characteristics of sediments eroded from tropical areas.

DELFAUD Jean, KAZI-TANI N., Université de Pau et des Pays de l'Adour, Pau-France; ABED Said, AIT QUALI Rachid, HERKAT Missoum, Université Science et Technologie Houari Boumedienne, Alger, Algérie

#### UN BASSIN INTRAPLAQUE LIÉ À DES DÉCROCHEMENTS: LE SILLON MESO-CÉNOZOÏQUE DE L'ATLAS SAHARIEN ALGÉRIEN

À l'intérieur de la plaque africaine, au nord des synclises sahariennes, se développe, en Algérie, une chaîne qui résulte de la déformation d'un système complexe de sillons : le bassin atlasique.

**LE CADRE STRUCTURAL :** Ces sillons ont deux branches : des secteurs en extension, orientés N 40 E, et des zones de décrochements E-W. Les mouvements décrochants, liés à la dérive de l'Afrique vers l'Est (KAZI-TANI et DUEE, 1982) constituent le moteur général. Localement (zone de Laghouat par exemple), ils engendrent des pull-aparts décakilométriques. Localement, le sel accumulé lors du rifting initial (Trias) détermine des mouvements d'allocynèse qui perturbent la sédimentation toujours très active.

**LE REMPLISSAGE SEDIMENTAIRE :** L'épaisse série (plus de 10.000 m) se décompose en mégaséquences (DELFAUD et KAZI-TANI, 1983) qui correspondent à :

- L'ouverture du bassin et la migration centrifuge, vers le nord, d'un sillon dissymétrique (Lias). Au Sud, ce sillon prend naissance le long des décrochements atlasiques.
- 3 cycles mésozoïques où interfèrent eustatisme et subsidence. Les maximums de montées eustatiques se situent au Bajocien, à l'Aptien, au Turonien. Les marnes à Ammonites sont les dépôts les plus profonds, encadrés de récifs. Le comblement est réalisé par des deltas tidaux de zone climatique équatoriale.
- La fermeture du bassin et sa migration centripète vers le sud au cours des plissements cénozoïques. Ce mouvement symétrique de l'évolution liasique, engendre des séries tour à tour phosphatées puis continentales dont les derniers dépôts sont cantonnés à une étroite bande le long du décrochement Sud-Atlasique.

Ce système s'étend à tous les Atlas du Maghreb, de l'Atlantique à la Mésogée. Il traduit la déformation de la plaque africaine affectée du jeu contradictoire des tensions tethysiennes et atlantiques.

DEUSER W.G., Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Mass., USA

#### CHEMICAL AND ISOTOPIC FLUX VARIATIONS FOR PRESENTLY ACCUMULATING DEEP-SEA SEDIMENTS

Several years of continuous sediment-trapping experiments in the North Atlantic have shown that the accumulation of sediments in the deep sea is quite variable on both intra- and inter-annual time scales. Even in the tropics, which have minimal seasonal



variations, mass flux differences of a factor of three were observed between successive sampling periods, and of a factor of six within a year. In the subtropics variations of up to a factor of seven were measured. In all cases the flux variations are ultimately triggered by variations in the primary production of the surface waters. The species composition of skeletal parts of plankton in the accumulating material is highly variable with time, with abundance variations exceeding several orders of magnitude in some cases. The stable isotope composition of skeletal carbonates formed above the thermocline varies seasonally. In spite of this the chemical composition of the sinking material is remarkably constant throughout the high and low flux periods. Major, minor and trace elements are closely correlated to organic carbon. This correlation applies even to radioisotopes formed in the water column and previously thought to have a constant downward flux. Our results suggest that the activities and products of pelagic organisms exert an overriding influence not only on the production of particles in the open ocean, but, equally important, also on the removal, packaging and downward transport of inorganic particulate and dissolved chemical species.

DICEA OPREA, IANAS MIHAI, LUNGU ANGELA, CHEORGHIU GEORGETA, IONESCU GEORGE, BARDAN VIRGIL, ALEXANDRESCU MEDELENE, POPESCU MOISE, POPESCU MIHAI, Enterp. for Geol. Geophys. Prospect., Bucharest, Romania

#### STRUCTURAL-DEPOSITIONAL MODELS OF THE PANNONIAN FORMATIONS OF THE ROMANIAN SECTION OF THE PANNONIC DEPRESSION INFERRED FROM THE ANALYSIS AND INTERPRETATION OF REFLEXION SEISMIC PROSPECTING

The specific conditions of the deposition of Pannonian formations on a pre-existing, extremely rugged and varied relief led to the formation of various litho-stratigraphic and structural traps favouring hydrocarbon accumulations.

The analyses of the characteristics and configuration of seismic section reflexions have allowed the separation of several seismic sequences that have been interpreted as depositional sequences delimited by unconformity surfaces.

The extremely diverse configuration of the reflexions in the Pannonian formations has permitted for depositional, deltaic, basin, shelf, channel facies to be inferred.

Detailed observations of seismic sections have shown that the Pannonian formations have not been affected by fold tectonics, the

structural elements noticed in the region being specific of settlement, moulding or gravitational sliding tectonics.

Besides the traps born in this way, in the Pannonic Depression stratigraphic traps have been registered, connected with pinching-outs, screenings under and above unconformities, alteration zones or deltaic lobes.

DISTANOV U.G., ALL-Union Geological Institute of Industrial Minerals, Kazan, USSR

#### THE HISTORY OF SILICA ACCUMULATION IN THE MESOZOIC-CENOZOIC

The widespread regional distribution of the climatic, paleogeographical and paleovolcanic conditions throughout the Mesozoic-Cenozoic, which favoured the increased input of dissolved silica into the basins (along with the relative decrease of the terrigenous material input), conditioned the contemporaneous silica accumulation in various regions of the Earth and the restriction of siliceous sediments to particular stratigraphic levels.

The silica accumulation in platform seas was most intensive in the Santonian and Campanian time, in the Paleocene and Eocene. It was most extensive in the East-European and West-Siberian basins, significant in Middle-European, English-Parisian and less notable in the Middle-Asian, North-African and Arabian basins. The major silica accumulation in geosynclinal seas of the Pacific fold system took place in the Early and, particularly, in the Middle Miocene and also in the Late Miocene-Pliocene. It was intensive in Kamchatka, Sakhalin, the Cordillera and the Andes. The notable stages of silica accumulation within the Alpine-Mediterranean fold system were those in Cenomanian, Oligocene, Cenozoic (the Caucasus, the Carpathians) and Late Miocene (Gr. Atlases etc.).

Ya. A. Bogdanov, M. A. Levitanov, A. I. Lisitsin (1977) distinguish Eocene, Miocene and Recent global epochs of silica accumulation within the ancient ocean sediments.

ДИСТАНОВ У.Г., Всесоюзный научно-исследовательский институт геологии неметаллических полезных ископаемых, г.Казань, СССР

#### ИСТОРИЯ КРЕМНЕНАКОПЛЕНИЯ В МЕЗОЗОЕ-КАЙНОЗОЕ

Климатические, палеогеографические, палеовулканические оптимумы, обусловившие повышенное поступление в бассейны растворенного кремнезема (при относительном уменьшении приноса терригенного материала) в истории мезозоя-кайнозоя носили широкий региональный ха-

раक्टर, что обусловило синхронность кремненакопления для различных регионов земли, приуроченность кремнистых осадков к определенным стратиграфическим уровням.

В платформенных морях кремненакопление наиболее интенсивно проявилось в сантонский и кампанский века, в палеоцене и эоцене. Наибольший размах оно имело в Восточно-Европейском и Западно-Сибирском бассейнах, заметно проявилось в Средне-Европейском, Англо-Парижском и в меньшей степени Средне-Азиатском, Северо-Африканском и Аравийском бассейнах. В геосинклинальных морях Тихоокеанского складчатого обрамления основное кремненакопление происходило в раннем и особенно среднем миоцене, а также в позднем миоцене-плиоцене. Оно интенсивно протекало на Камчатке, Сахалине, в Кордильерах и Андах. В пределах Альпийско-Средиземноморской складчатой системы этапы заметного кремненакопления приходились на сеноман, олигоцен и кайнозой (Кавказ, Карпаты) и поздний миоцен (Б. Атласы и др.).

В древних осадках океанов, как показано Ю.А.Богдановым, М.А.Левитановым, А.И.Лисицыным (1977), выделяются эоценовая, миоценовая и современная глобальные эпохи кремненакопления.

DOBROVOISKAYA T.I., Institute of Mineral Resources, Ministry of Geology of the Ukr SSR, Simferopol, USSR

#### THE GEOLOGICAL FORMATIONS OF THE CRIMEA AND ITS ANALOGUES IN THE MEDITERRANEAN BELT

The Crimea is a part of the Mediterranean belt with which it is closely connected in structural respect and by the geological development history. The upland Crimea together with the Kerch Peninsula is regarded as Alpine geosyncline fold area, while the plain Crimea is considered as a fragment of the Scythian plate.

Within the limits of a geosyncline-fold area of the Crimea in the Late Triassic, Early and Middle Jurassic the following formations are distinguished: flysch, flyschoid-typhogenous, basalt-andesitic, gabbro-diorite-plagiogranitic belonging to the early geosyncline stage of development. For the late geosyncline stage of development the following formations are characteristic: reef, conglomeratic-psammitic, calcareous, flysch carbonaceous, flyschoid-aleuritic-conglomeratic, chalky, siliceous-carbonaceous ones. In age, the formations range up to Upper Jurassic, Cretaceous and Paleogene. At the orogenic stage of development (Oligocene-Pliocene) grey-coloured argillo-calcareous-sandy, molassic, marine-grey-coloured, molassoid grey- and red-coloured formations were formed. Within the limits of Scythian plate it is possible to distinguish the lower structural sta-



ge: Riphean-Paleozoic fold formation. The Riphean rocks - chlorite-sulphuric, muscovite-chlorite-quartz, epidote-muscovite-chloritic, actinolitic shales are closely related to the shales of "Dobrudzha and Miziiskaya plate". Paleozoic complex is represented by quartzitic sandstone, phyllite, volcanite, spilite, diabase, andesite. On the whole, the rocks of a fold base form the group of formations of metamorphosed rocks. The upper structural stage (sedimentary cover) is represented by the group of carbonaceous-terrigenous and terrigenous motley-coloured formations of Cretaceous-Paleocene and Neogene age. Such groups or similar to them groups of formations can be distinguished also in another fold system of the Mediterranean belt, the basic process of development of which was intense formation of Early Mesozoic geosyncline troughs in zones of highly crushed Earth's crust (troughs of the eastern Caucasus, Piedmonte zone of the French and Swiss Alps, Lodo-Kamcha in Bulgaria and others).

ДОБРОВОЛЬСКАЯ Т.И., Институт минеральных ресурсов Мингео УССР,  
г.Симферополь, СССР

#### ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ КРЫМА И ИХ АНАЛОГИ В СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ ПОЯСЕ

Крым входит в состав Средиземноморского пояса, с которым тесно связан в структурном отношении и историей геологического развития. Горный Крым вместе с Керченским полуостровом относится к Альпийской геосинклинальной складчатой области, равнинный - рассматривается как фрагмент Скифской плиты.

В пределах геосинклинально-складчатой области Крыма в позднем триасе, ранней и средней эре выделяются флишевая, флишеидно-туфогенная, базальт-андезитовая, габбро-диорит-плагиигранитовая формации, относящиеся к раннегеосинклинальной стадии развития. Для позднегеосинклинальной стадии развития характерны: рифовая, конгломерато-песчаниковая, известняковая, флишевая-карбонатная, флишеидно-алеврито-конгломератовая, меловая, кремнисто-карбонатная формации. В возрастном отношении они отвечают верхнеюрским меловым и палеогеновым образованиям. В орогенную стадию развития (олигоцен-плиоценовое время) формировались сероцветная, известняково-глинисто-песчаная, молассовая, морская сероцветная, молассовидная серо- и красноецветная формации.

В пределах Скифской плиты выделяется нижний структурный этаж: рифей-палеозойское складчатое основание. Рифейские породы хлорит-сероцитовые, мусковит-хлорито-кварцевые, эпидот-мусковит-хлоритовые, актинолитовые сланцы близки к сланцам Добруджи и Мизийской плиты. Палеозойский комплекс представлен кварцитовидными песчаниками,

филлитами, вулканитами, спилитами, диабазами и андезитами. В целом породы складчатого основания образуют группу формаций метаморфизованных пород. Верхний структурный этаж (осадочный чехол) представлен группой карбонатно-терригенных и терригенных пестроцветных формаций мел-палеогенового и неогенового возраста.

Такие или близкие к ним группы формаций можно выделить и в других складчатых системах Средиземноморского пояса, главным процессом развития которых явилось интенсивное образование раннемезозойских геосинклинальных трогов в зонах повышенной раздробленности земной коры (прогибы восточной части Б.Кавказа, Пьемонтская зона Французских и Швейцарских Альп, Лодо-Камча в Болгарии и др.).

EINSELE, GERHARD, Geologisches Institut der Universität Tübingen,  
FRG

#### WEATHERING AND EXPANSION OF MESOZOIC MUDROCKS IN SOUTHERN GERMANY

Gravitational compaction and diagenesis have reduced the porosity of fresh, non-swelling Triassic and Jurassic mudrocks and shales to about 20%. Their weathering near the land surface is chiefly due to loss and uptake of water above the capillary zone of the ground water table (in joints). Partial and anisotropic shrinkage and subsequent swelling surpass thermal or elastic deformations by 2 to 3 orders of magnitude and create new discontinuities. Suction pressure during drying, dependent on the relative humidity of the air within the weathering profile, can exceed the maximum geostatic stress and therefore destroy particle bonds and initiate slaking. Evaporation at the surface of exposed fresh mudrocks also creates strong hydraulic gradients between deeper situated rock or water-filled joints and enable substantial water flow through the otherwise nearly impermeable rock. Thus, near a water table, deep drying is prevented, but without groundwater, it is promoted. "Horizontal slip faces" may be triggered by elastic rebound at valley slopes, but also modified by long-term expansion of partly weathered material. At present, rapid weathering occurs only at freshly cut river banks or man-made excavations. Some consequences for the stability of road cuts and for the use of differently weathered mudrocks in earth dams have to be considered.

# FORMATIONS OF JOINT ZONES OF PLATFORMS AND GEOSYNCLINES IN PALEOZOIC

On the basis of global comparative formation analysis, two joint zones of the platform-geosynclinal boundaries in Paleozoic, pericratonic and perigeosynclinal, were established. Prior both zones were considered as a "miogeosyncline". The pericratonic zones have formations closely resembling platform sequence. They differ from typical platform formations by greater thickness, stable widespreading along the geosyncline and often by a sharp variation across the stretching. There are regular alternating sequences (cycles) of the formations in all the joint zones, similar to platform cycles. Such sequence is caused by the subsidences and uplifts, transgressions and regressions. Thus, the pericratonic formations are affected by a platform and a geosyncline. The perigeosynclinal zones have various true geosynclinal formations: shale, flysch. The formational sequences is irreversible: each formation is unique and not repeated in the sequence. Such sequence is caused by the oriented development of a geosynclinal basin: initial subsidence - maximum subsidence - inversion uplift. Such zones differ from true geosynclines by weakly expressed volcanism. According to the composition and structure of formational sequences, three types of joint zones are stated: West-Uralian, West-Tasmanian, and East-Andian. All these types of zones are forms of a unique tectonic process, but in different physical-geographical conditions.

ЕЛИСЕЕВ А.И., Ин-т геологии Коми филиала АН СССР, г.Сыктывкар, СССР

## ФОРМАЦИИ ЗОН СОЧЛЕНЕНИЙ ПЛАТФОРМ И ГЕОСИНКЛИНАЛЕЙ В ПАЛЕОЗОЕ

Планетарный сравнительный формационный анализ позволил установить, что в сочленениях платформ и геосинклиналей выделяются две зоны: перикратонная и перигеосинклинальная, рассматриваемые обычно под единым названием "миogeосинклиналь".

В перикратонных зонах развиты формации, имеющие много общего с платформенными. От типично платформенных эти зоны отличаются повышенной мощностью отложений, выдержанностью формаций вдоль прилегающей геосинклинали и часто резким их изменением в крест простирания. Во всех сочленениях такие зоны характеризуются закономерной повторяемостью формаций, т.е. цикличностью платформенного типа, обусловленной прежде всего погружениями и поднятиями и следующими за ними трансгрессиями и регрессиями. Характер формаций этих зон связан с их палеотектоническим положением: они испытывали влияние как платформ, так и геосинклиналей.



В перигеосинклинальных зонах распространены типично геосинклинальные формации (различные сланцевые и флишевые). Формационные ряды этих зон во всех сочленениях обладают необратимым характером-неповторимостью главных формаций в разрезе. Такой формационный ряд обусловлен направленным развитием геосинклинального бассейна: начальное погружение-максимальное прогибание-инверсионное поднятие. Отличие этих зон от типично геосинклинальных (эвгеосинклинальных) состоит в слабом развитии в них вулканизма.

По составу и строению формаций и формационных рядов установлены три типа сочленений: западноуральский, западнотасманский и восточноиндийский. Все эти типы являются формами проявления единого тектонического процесса в конкретных физико-географических условиях.

ENU E. I., Department of Geology, Univ. of Ife, Ile-Ife,  
Nigeria

#### INFLUENCE OF TECTONICS AND PALEOENVIRONMENT ON THE LATE CRETACEOUS CLAY SEDIMENTATION IN THE UPPER BENUE TROUGH, NIGERIA

The Late Cretaceous sedimentary sequence in the Upper Benue Trough consists of seven formational units. Outcrop samples from the type localities of these units were analysed by X-ray diffraction for their clay mineral content. The composition and distribution of the clay minerals are influenced by tectonics, relief and water depth. Three main depositional phases are recognisable on the basis of clay mineral assemblages, two of which are associated with tectonic movements. The first phase, characterised by the presence of chlorite, illite, kaolinite and interstratified clays is common to Albian-Cenomanian sediments. This phase is succeeded by interstratified clays and smectite-rich, Turonian-Early Santonian sediments.

The re-occurrence of chlorite, illite, in association with kaolinite and interstratified clays in the Post Santonian sediments constitutes the third depositional phase.

These clay mineral assemblages are indicative of two periods of tectonism (Albian and Late Santonian) and an intervening Turonian-Early Santonian period of quiescence in the Upper Benue Trough.

FAYER M.M., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow;  
MAMONTOVA T.P., VNIGRI, Timan-Pechora Division, Ukhta, USSR

#### CLAY MINERALS AS RELATED TO FACIES ENVIRONMENTS OF DEPOSITION IN DIFFERENT TECTONIC ZONES OF TIMAN-PECHORA REGION

The work discusses a fine-pelatic fraction of heterofacies Permian and Mesozoic deposits of the region's platform part (Pechora syncline, the zone of early catagenesis) and the northern Fore-Urals trough (the Korotaikha trough, zones of middle and late catagenesis). The research has revealed a connection between clay minerals association and facies environment of deposition on the platform, with none such relation observed in the trough.

On platform: (1) shallow marine (of normal salinity) terrigenous clay rocks are characterised by a chlorite-hydromica -- smectite set of clay minerals paragenetically associated with both quartz and greywacke clastics. There is a great deal of similarity between clay associations in different lithotypes of the same age and degree of alteration; (2) kaolinite is a typomorphic mineral of the rocks from continental humid environments, its abundance and structural perfection being different in different lithotypes, which may be attributed to the way it was formed; (3) authigenic chlorite is not typical of the continental deposits with "mature" composition of clastic components, its abundance growing and structure changing in order of decreasing maturity of clastic material; (4) in red heterofacies deposits, smectite minerals are typomorphic; (5) in lagoon-continental facies, in less "arid" climate, chlorite-smectite group of minerals becomes widely spread, together with swelling chlorites; (6) pyroclastics serve as a basis in different genetic types for a number of newly formed and transformational minerals, as well as for the formation of smectite, chlorite, chlorite-smectite monocomplexes whose structural features are dependent not only on facies-climatic environments, but also on the type of the associated material.

ФАЙЕР М.М., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва; МАМОНТОВА Т.П., Всесоюзный нефтяной НИГРИ, Тимано-Печорское отделение, г.Ухта, СССР

#### СВЯЗЬ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ С ФАЦИАЛЬНЫМИ УСЛОВИЯМИ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЗНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ЗОНАХ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОГО РЕГИОНА

Изучена тонкопелитовая фракция разнофациальных пермских и мезозойских отложений платформенной части региона (Печорская синеклиза, зона начального катагенеза) и севера Предуральяского прогиба (Коро-

таихинская впадина, зоны среднего и позднего катагенеза). Результаты исследования показали наличие связи ассоциаций глинистых минералов с фациальными условиями формирования отложений на платформе и отсутствие этой связи в прогибе.

На платформе: 1. Мелководно-морские (нормальной солености) терригенно-глинистые породы характеризуются хлорит-гидрослюда - смектитовым набором глинистых минералов в парагенезе и с кварцевым, и с граувакковым составом обломков. Обнаруживается большое сходство глинистых ассоциаций в разных литотипах одного и того же возраста и степени преобразованности. 2. Каолинит является типоморфным минералом пород континентальных гумидных обстановок, его количество и структурное совершенство неодинаково в разных литотипах и объясняется способом его формирования. 3. Аутигенный хлорит не характерен для континентальных отложений со "зрелым" составом обломочных компонентов, его содержание увеличивается и изменяются особенности структуры по мере уменьшения зрелости кластогенного материала. 4. В красноватых разнофациальных отложениях минералы группы смектитов являются типоморфными. 5. В лагунно-континентальных фациях с уменьшением "аридности" климата широко распространяются минералы группы хлорит-смектитов, разбухающих хлоритов. 6. Пирокластический материал в разных генетических типах служит основой для целого ряда новообразований и трансформационных минералов, в том числе для формирования монокомплексов смектита, хлорита, хлорит-смектита, структурные особенности которых зависят не только от фациально-климатической обстановки образования пород, но и от типа сопутствующего алутигенного материала.

FEARY D.A., Australian National University, Canberra, Australia

#### A PROCESS-ORIENTED CLASTIC SHORELINE FACIES MODEL

The most important factors controlling facies distributions on clastic shorelines appear to be fluvial, wave, and tide processes. The overall distribution and geometry of facies on any particular shoreline is a function of the relative importance of these processes. The major facies characteristics can therefore be represented by the location of the shoreline on a triangle with fluvial, wave, and tide processes as end-points.

This triangular representation has the same end-points as the deltaic process model proposed by Galloway (1975), and in fact the deltaic triangle occupies the fluvial-dominated portion of the clastic shoreline model proposed here. The wave- and tide-dominated portions of the process triangle represent broadly defined barrier island/beach and estuary/tidal flat environments respectively.



The process triangle can only represent the relative importance of the three major processes, and therefore cannot account for the difference between low and high energy shorelines. This variation can be depicted on a third "energy" axis, so that there is a continuous gradation from a low energy triangle at one extreme to a high energy triangle at the other.

It may eventually be possible to construct a sufficiently large number of idealised facies sequences to represent deposition controlled by the major processes throughout the shoreline spectrum. Deviations from the idealised facies sequence would result from the action of subordinate processes.

FRAKES L.A., BOLTON B.R., Monash University, Clayton and LaTrobe University, Bundoora Victoria, Australia

#### THE IMPACT OF CLIMATE ON THE GEOCHEMISTRY OF FINE-GRAINED MARINE ROCKS IN INTRA-CRATONIC BASINS

The impact of climate on the rock record, as seen in the effects of changes of sea level on shales in intra-cratonic basins, operates through variations in geochemical processes in weathering, transport, deposition, diagenesis and authigenesis of sedimentary materials. High levels of the sea can be correlated with warm and humid climates, and low levels with cool, dry climates in mid-latitudes; the chemical differences in the sediments are related primarily to the abundance of rainfall. These are seen in the differences in composition between black and non-black shales, which reflect the relative abundance of oxygen in the basin waters. In post-depositional processes, the presence of oxygen is also important in determining the rates of remobilization and precipitation of metals in particular.

FRITZ P. and FRAPE S. K., University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada;

CLARK W. B., McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada

#### METHANE IN THE ROCKS OF THE CANADIAN SHIELD

"..... A curious feature of the vein is the combustible gas which has been met with in large quantities in the workings. This gas, according to Mr. Lowe, is accompanied by water containing calcium chloride solution. He says: "Two gallons of this water furnished roughly measured, nearly a pint of very acrid and deliquescent salt, chloride of calcium". He further states "the gas and water are principally confined in large vugs or cavities in the vein under great pressure....it" (the gas) "is met within the deepest workings .... above the 8th level all water infiltrating into the mine is pure lake water, whilst below that level is a zone of highly mineralized water .... the gas is unequally distributed through the lower workings ..... it was previously met within the 3rd and 6th levels."

This is a quote in the Annual Report for 1889 of the Natural Geological and Natural History Survey of Canada and summarizes what we have observed in numerous other mines across the Canadian Shield. Deep ground waters in these crystalline rocks are typically very saline Ca-Na-Cl brines with total dissolve solids exceeding 250 gr/L. They discharge from exploration boreholes and shear zones and are frequently accompanied by gases in which methane is very abundant.

Where does this methane come from?

- is its genesis related to the mining activities;
- is it a gas which has been trapped in these rocks since they have been implaced or metamorphosed many millions of years ago and is a byproduct of high temperature reactions.
- or does this gas originate in the deep earth and is slowly migrating to the surface?

The deep-earth-hypothesis is strongly advocated by Gold and others for many natural gas deposits and he suggests that leakage occurs primarily in tectonically active areas although it is not excluded in geologically stable environments.

Results of carbon and hydrogen isotope analyses on samples collected in operating mines of the Sudbury (Ontario) basin indicate that the isotopic composition of the mine methanes reflects a high temperature signature with  $S^{13}C$  values between -22 and -33 permil and  $S^3H$  values ranging from -130 to -210 permil. These data appear to exclude the participation of bacteria in their genesis.

Chemical analyses on gas discharging from borehole N3644 gave the following results: nitrogen - 77%; methane - 12.5%; helium - 6.3%; argon - 3.9%. The high helium and argon concentrations probably reflect isolation within the rock mass for considerable time. At the time of writing of this abstract the analytical work was still in progress, but the presentation will include a detailed description of these methane occurrences and a discussion of major and minor constituents and their isotopic compositions.

FROLOV V.T., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, USSR

#### GENETIC CLASSIFICATION OF MARINE DEPOSITS

The typification of marine deposits according to the method of their formation has been introduced following the traditional Russian Geologic method. The classification of genetic types of marine deposits has been worked out. The four major genetic types, or genotypes, - series, or classes, - are: 1) volcanogenic, 2) biochemogenic, 3) mechanogenic and 4) eluvial. They unite the smaller genotypes - groups (of which there are 13). They consist of genetic types proper (of which there are 45). The volcanogenic class consists of 3 groups and 9 types: lava-clastites and hyaloclastites - in the effusive group; 5 types of tuffs - in the explosive group; volcanic eluvium and hydrothermal deposits - in the hydrothermal group. The biochemical class consists of the 2 groups: biogenic and chemogenic. The biogenic group unite 7 genotypes: biohermic, mangrove, shell banks, planctonogenic (lagoon, shelf and pelagic) deposits. The largest mechanogenic class (5 groups and 20 types) consists of colluvial (collapse, talus, slump and solifluctional deposits), wae (wae-breakers and wae proper de-

posits), fluvial (8 types - underwater alluvium, tidal, longshore current, on flow deposits, turbidites and types of different bottom current deposits, for example contourites), quiet-water (3 types) and submarine-glacial (moraines, isberg and shore ice) deposits. Underwater eluvium unites 3 group and 5 types; physical eluvium - stony ruins and beds of concentration, or perluvium; bioeluvium - ichnitolites, or bioturbidites; chemoeluvium - hard ground, or crests and galmirolytites (glauconitites, phosphorites, pelagic red clay and other lithotypes). Paragenetic associations of genotypes - paragenotypes (delta, mangrove, coral reef, deep water cone and other) meet certain physico-geographical environments, usually singled out as cyclothemes, or cyclites, and they are unit cells of geoformations. Singling out of genotypes of deposits and their paragenetic associations is important method of paleogeographical and mineragenical investigations and is necessary element of geoformational analysis.

ПРОЛОВ В.Т., Московский государственный университет, геолфак, г. Москва, СССР

#### ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

В традициях русской геологии автором произведена типизация морских отложений по способу образования, выделены генетические типы и разработана их классификация. Наиболее крупных генотипов, имеющих ранг класса, или ряда, четыре: вулканогенный, биохемогенный, механогенный и элювиальный. Ряды объединяют более мелкие генотипы - ранга группы (их 13). Группы состоят из собственно генотипов (их 45). В вулканогенном ряде 3 группы и 9 типов: в эффузивной группе лавокластиты и гиадокластиты, в эксплозивной - 5 типов туфов (шлаковые конуса, пирокластические потоки, тефровые, резургентные и гидроэксплозивные туфы), в гидротермной - вулканический элювий и гидротермные отложения. Биохемогенный ряд состоит из биогенной (7 типов) и хемогенной (4 типа) групп. Выделяются биогермы, ракушняковые банки, мангровые, планктоногенные, биогенные и активноводные и тиховодные (лагунные, западинно-шельфовые и педагогические) хемогенные отложения. Наиболее обширный (5 групп и 20 типов) механогенный ряд объединяет коллювиальные (обвальные, осыпные, оползневые и солифлюкционные), волновые (прибойные и собственно волновые), флювиальные (8 типов: подводный аллювий, турбидиты, отложения приливных, стоковых, вдольбереговых, контурных и других донных течений), тиховодные (3 типа) и мариногляциальные (морены, айсберговые и припайные) отложения. Подводный элювий включает 3 группы и 5 типов: физический элювий - каменные развалы и горизонты конденсации или перлювий; биоэлювий - ихнитолиты, или биотурбиты; хемоэлювий - твердое дно, или панцири, и гальмиролиты (глаукониты, фосфориты, красная океаническая глина и дру-



гие литотипы). Парагенетические ассоциации генотипов - парагенотипы (дельтовый, мангровый, пляжевый, рифовый, подводного конуса выноса и другие) - отвечают определенной физико-географической обстановке, обычно выделяются как циклотемы или циклиты и являются элементарными ячейками геотформаций. Выделение генетических типов отложений и их парагенетических ассоциаций - важный метод палеогеографических и мипарагенетических исследований и необходимый элемент формационного анализа.

GALÁ CZ, ANDRÁS, Department of Paleontology, Eötvös L. University, Budapest, Hungary

#### TECTONICALLY-CONTROLLED SEDIMENT TYPES IN THE JURASSIC OF THE TRANSDANUBIAN CENTRAL RANGE, HUNGARY

The Mesozoic sequences of the Transdanubian Central Range were deposited on a passive continental margin. The Jurassic sediments overly thick Upper Triassic platform carbonates of spatially uniform sedimentation. This is contrasted by Jurassic successions of high sequential, sedimentologic and faunistic variability within short distances. The sharp difference can be due to a change in the tectonic framework, which is manifested in the Liassic by block-faulting and resulted horst and graben bottom topography for the whole area. There are three main types of related sequences:

- Seamount sequences with episodic sedimentation of red, nodular, stratigraphically discontinuous limestones;
- Transitional sequences near the margins or at the feet of the seamounts with neptunian dykes, synsediment scarp breccias and coarse biotrital limestones originating from skeletal material swept by currents from the seamounts;
- Interseamount basin sequences of relatively thick pelagic limestones and radiolarites, sometimes with resedimented biocalcarenic intercalations.

This facies pattern is especially clear for the Liassic, while for the Middle Jurassic the topographic differences were mostly smoothed out by subsidence into greater depth. This is indicated by the appearance of radiolarites in the majority of the sequences.

The sequences are discussed in detail and are interpreted by Alpine Jurassic and Recent oceanic analogies. As a conclusion, a tentative reconstruction of the tectonic and sedimentary evolution is presented.

JAMES GEHLING. South Australian College of Edvanded Education, Magill,  
South Australia

#### SEDIMENTARY ENVIRONMENTS FOR THE PRESERVATION OF EDICARAN METAZOA OF SOUTH AUSTRALIA

All known fossils of the Ediacara assemblage in the Flinders Ranges of South Australia, occur within the Ediacara Member. This unit comprises an anomalous set of facies within the late Precambrian (Ediacaran) Pound Subgroup. While the Pound Subgroup largely represents shallow and marginal marine deposition, facies of the Ediacara Member suggest storm-dominated processes. Massive channelized and amalgamated sands include mud clast, conglomerates, dish structures and gigantic syndepositional load castes. They pass laterally into thick intervals of laminated greenish silts, and upward into interbedded silts and sand beds, which preserve the impressions of soft-bodied organisms. These sequences are interpreted as shallowing-upward, proximal submarine-fan sediments, passing up into storm-surge sand deposits, and capped by crossbedded shelf sands. Animals occupying fine grained substrates, below fair weather wave base, were entombed by storm-wave generated sand inundation.

The Ediacara Member is up to 400 m thick, where it was deposited over a high relief (300 m) erosional surface cut into the underlying sediments.

GEILLAI M., KNAUER J., TOT K., Предприятие по поискам и разведке бокситов, г.Балатоналмади, ВНР

#### МИКРОФАЦИИ ПОДСТИЛАЮЩИХ И ПОКРЫВАЮЩИХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОКСИТОВ В ГОРАХ БАКОНЬ (ВЕНГРИЯ)

В ходе комплексного изучения месторождений бокситов в Венгрии предприятия по поискам и разведке бокситов оценивают связи между бокситами и непосредственными слоями подошвы и кровли. Для выяснения этих связей определяются типы микрофаций и изображается их распределение в пространстве на картах разных масштабов. Выделены разные типы микрофаций подстилающих и покрывающих пород бокситовых месторождений в горах Баконь (Чабпуста, Халимба, Ихаркут, Аллопере и Искасентдёрдь).

Отложения бокситовых месторождений отличаются по стратиграфическому положению, но сходны в том, что они подстилаются триасовыми отложениями. В этих отложениях авторы устанавливают фации лофера. В строении циклотемы выделяется "главный доломит" и "переходные слои" (между главными доломитами и известняками типа дахштейн). В покрывающих породах выделяются следующие фации:

- фации верхнемеловой формации Айка (торфяное болото, лагуна, высыхающая лагуна) на месторождении Халимба;
- фации верхнемеловой формации Чехбана (пойменное озеро, высыхающее пойменное озеро, болото, речная отмель) на Ихуркуте;
- фации эоценовой формации известняка Сёц (отшнурованная лагуна, открытая лагуна, прибрежная часть лагуны, песчаные отложения скло-

нов рифов, зона береговой фации, открытый шельф) на Баконьослопе;  
- болотистые, лагунные и высыхающие лагунные фации и далее вышеупомянутые зоценовые фации на Искасентдерде;

- фации среднемеловой формации Теш на месторождении Алшопере.

В отличие от предыдущих месторождений, на месторождении Чабуста бокситы приурочены к двум горизонтам на контакте верхнего триаса и верхнего мела и между отложениями верхнего мела и зоцена. Авторами здесь показаны фации главного доломита и слоев кёссена (частично фации лофера), составляющих подошву т.н. нижнего бокситоносного горизонта и фации кровли меловой формации известняка Угод (лагуна, риф, передний край рифа, песчаные отложения склонов рифа, открыт. залив). Известняки Угод одновременно представляют собой подошву верхнего горизонта. В кровле бокситов находятся прибрежные песчаные, галечные слои и разные лагунные фации зоцена.

(Микрофации известковых пород иллюстрированы снимками шлифов)

Анализ фаций дает возможность реконструировать палеогеографию данных территорий. Построены палеогеографические карты сенона и первого этапа среднего зоцена на месторождении Чабуста, кроме того, карта среднего этапа среднего зоцена на месторождении Баконьослбп. При изучении фации трансгрессивных слоев можно устанавливать морфологию поверхности ранней суши. В связи с этим на одной территории можно оконтуривать и бокситоносные структуры. Одновременно это увязано с развитием фаций, указывающих на ловушки бокситов.

GEORGIEV, VALENTIN, Geol.Inst., Bulg. Acad. of Sci., Sofia, Bulgaria

#### PROCESSES OF CARBONATE LITHIFICATION OF HOLOCENE SEDIMENTS IN THE WESTERN BLACK SEA SHELF

Lithified sand sediments of Upper Holocene age (less than 3000 yr) are established in the littoral zone of the Bulgarian Black Sea shelf. The lithification took place as a result of intensive processes of deposition of carbonate cement. The lithified sediments form the whole underwater bank Chimovo (a ancient beach ridge in the Burgas Bay, water depths 7-14 m), or they are found out as narrow ridges, situated at water depths 0-3.5 m along the big beach accumulative forms in the Bay of Alepu and at Shkorpilovtzi.

According to their carbonate content (carbonate biogenic fragments and cement) and mineralogical composition of the terrigenous component the lithified sands varies from carbonate sandstone (litharenites, arkose and subarkose arenites and quartzarenites) to biocalcarenitic sandstone or even biocalcarenite. According to the grain size data the insoluble constituent of the lithified sands are similar to the beach sands. A similarity in the mineralogical



composition and in the character of the quartz grain surface textures of the lithified sands and of the sands in the adjacent beach accumulative forms was found out. The carbonate cement is composed only of high magnesian calcite (13-14 mol %  $\text{MgCO}_3$ ), deposited in two generations. The first generation is represented by symmetrical rim cement (sparite in Chimovo, micrite in the other localities). The second generation is represented by intergranular micritic cement, which partially or completely fill in the intergranular pores. According to its features the studied lithified sands are similar to the "beach rock", which have a wide distribution in the littoral zone of the tropical seas.

The carbonate cementation of the studied deposits took place during the Upper Holocene, although we should not exclude the possibility for the continuation of a similar process in some beaches nowadays too. The established data prove that intensive processes of carbonate cementation of littoral sands take place on the condition of a moderate climate in a continental, without tides, sea with a lower salinity.

GEORGIEV, VALENTIN & KHRISCHEV, KHRISCHO, Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

#### EXPERIMENTAL MODELING OF SUBAQUEOUS MECHANICAL ABRASION OF EOLIAN QUARTZ GRAINS

In order to study the effects of subaqueous mechanical reworking of eolian quartz grains which are found very often in the Bulgarian Black Sea shelf sediments, an experiment was carried out where the effect of a high turbulent marine environment was imitated by means of a laboratory shaker. Desert quartz sand from Sahara undergo experimental abrasion for long time in containers with sea water. After certain intervals (0, 50, 100, 225, 400, 800 and 1400 hours) grains for SEM studies were taken out.

As a result of the experiment it is established, that the mechanical subaqueous abrasion causes two different effects: 1. The appearance of impact subaqueous surface textures (most often big impact depressions and V-shaped hollows), the same as the nature ones. They are probably formed as a result of impact contacts of the grains. 2. The grinding and rounding of the grain surfaces with eolian textures, which can be caused, most probably, by intensive grinding under tangent contacts of the grains. The preservation of the original eolian surface textures depends on the duration of the experimental reworking. Totally disappearance of the eolian surface

textures of chemical origin (precipitated thin layer of amorphous silica) was established during the first stage (50 hours) and the first impact subaqueous textures are formed. Surface textures of intensive impact abrasion and tangential grinding can be clearly observed after shaking for 200-400 hours. After a experimental abrasion for more than 800 hours the surface of the grains loose the specific eolian appearance and already totally have surface textures of subaqueous origin. Relicts on the original eolian surface textures are saved only in the negative parts of the grains surface relief.

IBRAHIM, GHADA, M.S., Institute of Technology, Zafaraniya, Baghdad, Iraq

#### MICROFACIES AND DIAGENESIS OF THE JERIBE FORMATION IN NORTHERN IRAQ

The Jeribe Formation (Early Miocene) consists of persistent Algal boundstone. The algae are mainly of the coralline type from the Lithophyllum group. Other microfacies include miliolids-bearing pelletal packstone, and featureless mudstone.

The massive nature of the sediments as seen in the field, the abundance of algal encrustation over pelecypode fragment and echinoderms with the wide distribution of the boundstone may indicate an extensive coralline-algal reefal facies associated with back-reef lagoonal conditions which are represented by the pelletal packstone and chemically precipitated mudstone.

The sediments of this formation underwent a series of diagenetic processes such as dolomitization and neomorphism. Dolomitization is of both early and late types and it extensively obliterated the original texture of the sediments.

GOLBERT A.V., Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Materials, Novosibirsk, USSR

#### CLIMATES OF THE JURASSIC, CRETACEOUS AND PALEOGENE OF SIBERIA AND THEIR ROLE IN LITHOGENESIS

Zonal paleoclimates of the Jurassic, Cretaceous and Paleogene of Siberia are reconstructed on the basis of the climate interpretation and the mapping on the paleogeographic basis of the region of three groups of geological data: geological formations, particular indicators of the paleoclimate (rock-mineralogical, geochemical,

paleozoological and paleothermometry data) and of paleobotanic (mainly, palynological ones by restoring zonal types of vegetation and by comparing the reconstructed paleophytocenosis with their recent homologues in the ecological-climatic structure). In the Mesozoic and Paleogene Siberia was located in two climatic belts: paleosub-tropic (southern regions) and paleomoderate (middle, high latitudes). The spreading of climatic belts and zones was NW-SE. The climate of paleomoderate belt was warm, frostless (mean annual temperatures 12-18°C, season amplitudes 4-10°) and humid. The climate of paleo-subtropic belt was characterized by higher temperatures (15-24°C) and by lower humidity. In the Late Jurassic and Neocomian the climate was semi-arid, and in the Early Senonian and in the Eocene it was close to the Mediterranean climate. The paleolatitude shift was up to 20°C. On the whole, the Mesozoic and Paleogene climate was characterized by very low thermal differentiation and was warmer and more humid. In the Eocene the main features of the Cenozoic climates were formed: aridity, continentality and latitude contrast increased. From the end of Eocene winters in Siberian plains became mild. A good correlation of climate and lithogenesis is confirmed, the latter is concluding hypergene ore concentrations: bauxites (hot, alternating humid climate), oolitic iron ores (warm, humid), coals (warm, permanently humid), highly bituminous marine Bazhenovo suit ( $J_3Vg - K_1bs$ ) was formed at the hot semi-arid climate.

ГОЛБЕРТ А.В., Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, г.Новосибирск, СССР

#### КЛИМАТЫ ЮРЫ, МЕЛА И ПАЛЕОГЕНА СИБИРИ И ИХ РОЛЬ В ЛИТОГЕНЕЗЕ

Зональные палеоклиматы юры, мела и палеогена Сибири реконструированы на основе климатической интерпретации и картирования на палеогеографической основе региона трех групп геологических материалов: геологических формаций, частных индикаторов палеоклимата (породно-минералогических, геохимических, палеозоологических, данных палеотермометрии) и палеоботанических (главным образом палинологических с воссозданием зональных типов растительности и сравнением реконструированных древних фитоценозов с их современными гомологами по эколого-климатической структуре). В мезозое и палеогене Сибирь принадлежала к двум климатическим поясам: палеосубтропическому (южные районы) и палеоумеренному (средние, высокие широты). Простирание климатических поясов и зон СЗ-ЮВ. Климат палеоумеренного пояса теплый, безморозный (среднегодовые температуры 12-18°C, сезонные амплитуды 4-10°), влажный. Климат палеосубтропического пояса отличался более высокими температурами (15-24°C), меньшей влажностью. В поздней юре-неокоме он был семиаридным, в раннем сеноне и эоцене - близ-



ким к средиземноморскому. Сдвиг палеоширот достигал  $20^{\circ}$ . В целом климат мезозоя и палеоцена характеризовался очень слабой термической дифференциацией, был более теплым и влажным. В эоцене определились главные черты кайнозойских климатов: возросли сухость, континентальность, широтная контрастность. С конца эоцена на равнинах Сибири устанавливаются слабomорозные зимы. Подтверждена хорошая корреляция климата и литогенеза, в том числе гипергенных рудных концентраций: бокситы (жаркий переменнo-влажный климат), оолитовые железные руды (теплый влажный), угли (теплый постоянно-влажный). Высокобитуминозная морская баженовская свита ( $J_3Vg-K_1ba$ ) образовалась при жарком семиаридном климате.

GOITS S., ROSENMAN J., Oil Exploration Investments Ltd, Tel Aviv, Israel

# THE PALEOGEOGRAPHY OF THE MIOCENE-PLIOCENE OF THE SE MEDITERRANEAN (WITH AN EXAMPLE FROM ISRAEL)

In the Southern Coastal Plain of Israel (SE Mediterranean) a buried Miocene accumulative marine plain was incised by deep erosional valleys. As a result of this erosion a denudation plain which is about 400m below the accumulative plain was formed. After that a new incision took place; it led to the formation of a third erosional level - the bottom of several wide pre-Pliocene rivers, where most of the Miocene and Oligocene sediments are exposed.

In the study area we can distinguish at least 3 generations of evaporites, which are located at 3 different paleomorphological levels.

- 1) The oldest evaporites are underlain by biozone N-14 (Blow 1969) and overlain by biozone N-15 and N-16? and are, therefore, considered to be of Serravalian age. They are preserved only under the accumulative and partly on the denudation plain.
- 2) Evaporites in the deep erosional valleys (Ashdod and Afik) are underlain by layers with faunistic assemblences of zones N-15 and N-16 and overlain by sediments of biozone N-18 (Pliocene). Their age is determined by us as Upper Tortonian.
- 3) The third generation is formed by evaporites deposited in some flat erosional valleys incised into the denudation plain. According to their paleomorphology they must be younger than the first generation (Serravalian) but older than the second one (Upper Tortonian).

The above mentioned evidence means that during the Middle and Upper Miocene the study area was covered at least three separate periods by sea in which the evaporites were deposited. During the Messinian the study area was relatively high above the sea level, thus mid-Mediterranean evaporites did not reach it.

GOPAL R. C., SWAPAN K. GHOSH, Centre for Earth Sciences Studies,  
Trivandrum, India

GEOCHEMISTRY AND ENVIRONMENT OF DEPOSITION OF KROL CARBONATES AND  
TAL SHALES IN MUSSOORIE - MALDEOTA AREA, GARHVAL HIMALAYA, U. P.  
INDIA

The chemical and mineralogical variations in the carbonate-shale sequence of Krol and Tal formations in Mussoorie - Maldeota area in the Garhval Himalayas, have been utilised to comment on the possible environment of deposition of these rocks. The carbonates (dolomites and limestone) contain higher mean concentrations of Ba (2.38%), Sr (330 ppm) and Pb (190 ppm) as compared to the shales. But the latter has significantly higher mean concentrations of Fe (4.16%), Cu (415 ppm) and Zn (176ppm). The Tal shale is black and contains organic matter signifying its deposition in a quiet reducing environment which is suitable for the formation of pyrite and fixation of zinc and copper. The association of specks of galena and veins of barite in the carbonites accounts for the high incidence of Ba and Pb. Studies on texture and field evidence suggest that barites and galena are late diagenetic products. Fibrous aragonite crystals, as the seeds of oolites, have been identified, which can accomodate higher amount of Sr. Extensive dolomitisation association of gypsum and barite in Krol limestone, indicate an evaporative environment, akin to modern equivalent of inter and supratidal carbonate flat in arid climate, and the Tal probably represents a deeper water facies.

GORELOV S.K., Institute of Geography of the USSR Academy of Sciences, Moscow; LEONOV B.N., Industrial and Geological Institution "Aerogeologiya", the USSR Ministry of Geology, Moscow, USSR

EPOCH OF REGIONAL CONTINENTAL BREAKS AND THEIR LITHOLOGICAL  
AND PALEOGEOGRAPHICAL IMPORTANCE

In the period since 1975 to 1981 series of maps of paleorelief and sedimentation on the territory of the USSR (Paleo-geomorphological Atlas of the USSR) had been compiled by a number institutions of the Academy of Sciences, Ministry of Geology of the USSR and geological departments of the Universities from different localities. For the first time complex characteristics of ancient (reconstructed) relief and of correlated sediments and ores are given on these maps (59 maps). The maps have been compiled mostly for the Late Phanerozoic time.

Series of epochs of continental development of the territory of the USSR such as: Late Proterozoic, Early Devonian (pre-Eifelian), Early Visian (pre-Tulian), Triassic-Early Jurassic (Rhetian-Lias), Middle Jurassic, Jurassic-Early Cretaceous, Early Cretaceous (Apt-Albian), Cretaceous-Paleogene, Miocene, Middle Pliocene and others are distinguished. Each of them are characterized by specific paleorelief and sedimentation processes. That is why maps of the Atlas together with other geological and geophysical materials are of great importance for the compilation of the Paleogeomorphological Atlas of the USSR for the epochs mostly of continental development. The comparative analysis of regional and general maps gives an opportunity to make conclusions on Paleogeography and History of geological development in the Phanerozoic. The maps' analysis bring us to the conclusion of continuous - interrupted development of synchronous processes of relief formation and sedimentation that had been manifested by gradual complication of genetic types of paleorelief and correlated deposits and also by the repetition of leading processes of individual epochs. Simultaneously, the direct interaction of Paleorelief and genetic types of a large number of continental deposits ( lithology, thickness, environments, etc) are established. Paleorelief is closely connected with exogenous mineral deposits ( bauxites, placers, fossil coals, nonstructural oil and gas accumulations).

ГОРЕЛОВ С.К., Институт географии АН СССР,  
ЛЕОНОВ Б.Н., Производственное геологическое объединение "Аэро-геология" Министерства геологии СССР, г. Москва, СССР

#### ЭПОХИ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ПЕРЕРЫВОВ И ИХ ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

В период с 1975 по 1982 гг. рядом учреждений Академии наук СССР, Министерства геологии СССР, высших учебных заведений производилось составление карт палеорельефа и коррелятных отложений (Палеогеоморфологического атласа СССР). На картах атласа (общим числом 59) впервые даны характеристики древнего (реконструированного для различных геологических эпох) рельефа и всего комплекса сопряженных с палеорельефом осадков и полезных ископаемых. Карты составлены для большего числа эпох преобладавшего континентального развития преимущественно для второй половины фанерозоя. Выделяются позднерифейская (довендская), раннедевонская (предэйфельская), ранневизейская (предтульская), триас-раннеюрская (рэт-лейасовая), среднеюрская, юрско-раннемеловая, раннемеловая (апт-альбская), мел-палеогеновая, миоценовая, среднеплиоценовая и другие эпохи. Они охватывали крупные регионы территории



СССР. Каждая эпоха была отмечена большим, своеобразием палеогеоморфологической обстановки и процессов континентального осадконакопления. Поэтому карты атласа вкупе с другими геологическими материалами приобретают существенное значение для составления палеогеологических карт территории СССР для эпох преобладавшего континентального развития. Важно их значение для специальных литолого-палеогеографических реконструкций, поскольку карты атласа несут достаточно обширную информацию о вещественном составе рыхлых континентальных отложений, палеотектонических и палеоклиматических условиях их накопления, включая образование экзогенных месторождений полезных ископаемых. Сравнительный анализ комплекта региональных и сводных карт атласа позволяет сделать ряд обобщающих выводов. В целом намечается вывод о непрерывно-прерывистой эволюции процессов рельефообразования и синхронного ему осадконакопления. В большинстве регионов территории СССР в фанерозое происходило постепенное усложнение генетических типов палеорельефа и коррелятных отложений, а также имела место цикличность развития ряда ведущих процессов. Выявляется прямое влияние палеорельефа на состав осадков и образование ряда экзогенных месторождений полезных ископаемых (бокситы, россыпи, угли и другие).

GOSTIN V.A., JENKINS R.J.F., Department of Geology, University of Adelaide, Adelaide, South Australia

#### TECTONICO-SEDIMENTARY CYCLES IN THE LATE PROTEROZOIC AND CAMBRIAN, ADELAIDE GEOSYNCLINE, SOUTH AUSTRALIA

Sedimentation in the ensialic Adelaide Geosyncline was controlled by the simultaneous effect of climatic change and complex basement transcurrent faults. During the Late Proterozoic and Cambrian, several transtension and transpression zones were episodically activated, giving rise to geosynclinal cycles of thick flysch-like siliciclastic or carbonate sequences succeeded by shallow marine to paralic molasse-like sediments. Basement faults and local decollement acting on saline sediments created diapirs that pushed through cover sequences to produce local lithic sediments.

The earliest events in the geosyncline were dominated by tension and an arid climate resulting in extrusion of mainly basic volcanics onto an evaporitic carbonate playa system. This was followed by a more widespread development of dominantly shallow lacustrine, shale-dolomite-magnesite sequences with marginal arkosic fan-deltas and sandflats.

A major unconformity or disconformity separates these early sequences from better exposed overlying ones which commence with several major glacial horizons. This post-Torrensian unconformity was due to increased tectonism, probably as a result of the reorganization of major stresses. The early tension dominated regime changed to a strike-slip and compression dominated regime. Syndepositional faulting and warping was episodic, and affected different parts of the geosyncline at different times. Three major tectono-sedimentary cycles in the latest Precambrian were followed by probably two in the Cambrian, culminating in the 500 million year old Delamerian Orogeny. These cycles together lasted 300 million years, and were of similar

length to Phanerozoic analogues. Each cycle included a deep marine or flysch phase preceded by warping and followed by a basin-filling or molassic phase usually with coarse-grained terrigenous sediment. Superimposed eustatic cycles resulted in smaller scale variations in water depth, or unconformities in the paralic parts of the stratigraphy. The climate changed irregularly from glacial to temperate to glacial, and finally to semiarid at the end of the Precambrian. An arid climate prevailed during the Cambrian. Lithologies were controlled by both climate and tectonic setting, and changed from siliciclastic during most of the Sturtian and Marinoan, to mixed carbonate-siliciclastic during the Ediacaran and Cambrian.

GRADINARU EUGEN, University of Bucharest, Romania

#### JURASSIC GEOLOGY IN NORTH DOBROGEA

Two sedimentary domains have developed in North Dobrogea during the Jurassic, the first in the Tulcea Unit, the second along the Pecineaga-Camena Fault. In the Lower and Middle Jurassic the Tulcea Unit was an ensialic turbidite basin which in the Upper Jurassic evolved to a deep-water carbonate sedimentary basin. The sedimentary rocks and bimodal volcanites closely neighbouring the Pecineaga-Camena Transcurrent Fault demonstrate that this fault has had in the Middle and Upper Jurassic a dextral transtensional tectonic regime that allowed the development of a narrow, linear basin by oblique-slip rifting processes. The evolution of this basin was blocked after the Jurassic since the geodynamic regime was converted into a sinistral transpression, in the context of a sinistral simple-shear block-coupling mechanics between the Moesian Block and the East-European Platform confining the softened North Dobrogean Block along two major transcurrent faults, namely the Galați-Sf. Gheorghe Fault and the Pecineaga-Camena Fault. North Dobrogea, having in view the development of the Jurassic rocks and its counter-clockwise en-échelon arranged major structural elements, represents an intracontinental Alpine fold belt of a sinistral shear-couple type, which was created during the Mid-Cretaceous tectogenesis. The Jurassic geology and the timing of the major tectogenesis of the North Dobrogea emphasize its linkage with the Crimea-Great Caucasus-Kopet Dagh Alpine fold belt.

GRECHUKHIN V.V., CHERNIKOV A.G., KLIMOV A.A., BAKLANOV V. .  
Research and Production Corporation for Oil and Gas Exploration  
(Neftegeofizika), Moscow, USSR

#### PROCESSES AND CONTROLLING FACTORS OF LITHOGENESIS

Sedimentary deposits attain great thicknesses and compositionally can be only roughly divided into three lithogenetic zones. Reliable indicators of a lithogenesis degree are physical properties of rocks: porosity, bulk density, velocity, and resistivity. To aid quantitative estimates a petrophysical section of sedimentary strata of geosynclinal coal basins totalling 12 km in thickness has been prepared. It includes 20 transformation phases of argillites, siltstones, fine-grained clayey sandstones, and coals from the syngeneses of argillaceous sediment and peat bog to metagenesis of argillite (shale) and metamorphism of anthracite. It also contains information on physical properties, thicknesses, greatest paleodepths, paleotemperatures, and paleopressures for each phase. Three levels of the inversion of the distinguished lithotypes are indicated in the section plotted from porosity, density and velocity data. They serve as fixed boundaries of rock and coal lithogenetic zones: syngeneses (peat), diagenesis (brown coal) and epigenesis (hard coal). The presented curve of clay (argillite) paleopressure variation serves an absolute paleogauge and indicator of maximum paleodepth. The curve of paleotemperature variation serves as a paleothermometer. The type petrophysical section can be used to determine the depth of erosion, paleotopography, and evolution of structural features, and to predict coal metamorphism at any depth of occurrence.

ГРЕЧУХИН В.В., ЧЕРНИКОВ А.Г., КЛИМОВ А.А., БАКЛАНОВ В.Г., Научно-производственное объединение по геофизическим работам на нефть и газ "Нефтегеофизика", г.Москва, СССР

#### ПРОЦЕССЫ ЛИТОГЕНЕЗА И ФАКТОРЫ ИХ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ

Осадочные отложения имеют огромные мощности, но удается разделить их по вещественному составу только весьма грубо на три зоны литогенеза. Надежными индикаторами степеней литогенеза пород служат их физические свойства: общая пористость, объемная плотность, скорость распространения упругих волн, удельное электрическое сопротивление. С целью количественных определений построен петрофизический разрез осадочных отложений угольных бассейнов геосинклинальной группы общей мощностью 12 км. В этом разрезе приведены 20 стадий преобразования аргиллитов, алевролитов, мелкозернистых глинистых песчаников и углей начиная от сингенеза глинистого осадка и торфяника до метagenеза ар-



гиллитов (глинистых сланцев) и метаморфизма антрацитов, их физические свойства, мощности отложений каждой стадии, палеоглубины их максимального погружения, палеотемпература и палеодавление.

В разрезе зафиксированы три области инверсии указанных литотипов по показателям пористости, плотности и скорости. Они служат фиксированными границами зон литогенеза пород и углей: сингенеза (торфа), диagenеза (бурых углей), эпигенеза (метаморфизма каменных углей).

Кривая изменения палеодавления глин (аргиллитов) служит абсолютным палеоманометром и индикатором максимальной палеоглубины погружения. Кривая изменения палеотемпературы служит палеотермометром.

Типовой петрофизический разрез позволяет определять эрозионный срез, палеорельеф, эволюцию тектонических структур и нарушений, прогнозировать метаморфизм углей на любую глубину залегания.

GROMOLL LUTZ, Zentrales Geologisches Institut, Berlin, DDR

#### ZUR GENETISCHEN DEUTUNG VON KORNGRÖSSENANALYSEN - METHODIK, ERGEBNISSE UND GRENZEN

Bei einer genetischen Interpretation von Korngrößenanalysen ist mit einer Konvergenz zwischen Milieu und Fazies zu rechnen, da in unterschiedlichem Milieu gleiche Sedimentationsbedingungen anzutreffen sind. Mit Hilfe von Korngrößen daten ist deshalb keine lokalen Sedimentationsbedingungen möglich, die durch den Betrag der Milieuenergie, das Materialangebot und die hydrodynamische Struktur des Mediums charakterisiert sind.

Nach MOSS können die Korngrößenspektren des klastischen Materials nach Milieu energie und Materialangebot 4 verschiedenen Sedimentationsstadien zugeordnet werden. Innerhalb gleicher Sedimentationsstadien ziehen jedoch gleichgerichtete bzw. oszillierende Strömungsprozesse Unterschiede in den Randfraktionen der Sedimente nach sich.

Ausgehend davon wird eine Methode zur angenäherten Rekonstruktion der Sedimentationsbedingungen vorgeschlagen, die in 2 Etappen durchgeführt wird und eine Ermittlung der Milieuenergie (Sedimentationsstadien) und der relativen Bedeutung von Wellengang und Strömung beinhaltet. Das Herangehen wird anhand von 3 Beispielen aus dem Bereich der südlichen Ostsee diskutiert.

Die notwendige Beschränkung der genetischen Interpretation auf die lokalen Sedimentationsbedingungen ist offenbar prinzipiell notwendig und wahrscheinlich nur nach einer grundlegenden Verbesserung der Meßmethodik (Einbeziehung von Form und Dichte bei Untersuchungen am Einzelkorn) zu überwinden. Bei jeder genetischen Analyse ist daher eine komplexe Auswertung der das Korngrößenspektrum beeinflussenden Sedimentationsbedingungen und anderer unabhängig gewonnenen Merkmale unabdingbar.

GROSSHEIM V.A., All-Union Petroleum Research and Geological Prospecting Institute, Leningrad, USSR

#### FLYSCH BASIN DEVELOPMENT BASED ON DETAILED STUDY OF ONE FLYSCH RHYTHM

For the purpose of analysis of the changing conditions of sedimentation for the period of one flysch rhythm formation we have collected 37 sections of one and the same rhythm - from the area of 10,000 km<sup>2</sup> (Campanian of the North-West Caucasus). At each point 7-15 samples of the rhythm section were taken. Study of their dynamic textures showed that the flow intensity gradually faded out, and a distinct direction of the initial rhythm formation changed to a less distinct one. Granulometric composition in the lower part of the first element had the biggest level; towards the upper part sands changed to second rhythm element pelites, sediment sorting increased. This also points to a decrease in the dynamics of sedimentation environment. The changing thicknesses of the rhythm (0.5 - 3.2 m) define the morphology of the flysch trough and coincide with the distribution of the thicknesses of the whole Campanian. Judging by the distribution of sediments, grain size and changing mineralogic associations, it becomes clear that originally, in rhythm formation both the northern and southern cordilleras were washed out, while by the moment of maximum stability in sedimentation conditions, the upper part of the first element terrigenous material came only from the north. During the period of rhythm formation the fauna changed: coarse benthos (inoceramus, orbitoides) is confined to the first element rhythm; foraminifera and radiolaria are confined to the second, and to the third fine benthos is confined (sand foraminifera, vermes). All this suggests that during rhythm formation, sediment accumulation conditions changed considerably from a comparatively shallow basin with strong bottom currents to a somewhat deeper, almost stagnant basin.

ГРОССГЕЙМ В.А., Всесоюзный научно-исследовательский нефтяной институт, г. Ленинград, СССР

#### РАЗВИТИЕ ФЛИШЕВЫХ БАССЕЙНОВ ПО ДАННЫМ ДЕТАЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ОДНОГО ФЛИШЕВОГО РИТМА

Для анализа изменения условий осадкообразования за время формирования одного флишевого ритма нами было собрано 37 разрезов одного и того же ритма на площади 10 000 км<sup>2</sup> (кампан С.-З. Кавказа). В каждом пункте отбиралось 7-15 образцов по разрезу ритма. Изучение динамических текстур показало, что постепенно интенсивность течений затухала и четкое направление в начале формирования ритма сменялось

менее определенным. Гранулометрический состав в низах I ЭР характеризовался наибольшим уровнем, а кверху пески сменялись пелитами II ЭР. При этом увеличивалась отсортированность осадков. Это также свидетельствует об ослаблении динамики среды осадконакопления. Изменение мощностей ритма (0,5-3,2 м) вырисовывает морфологию флишевого трога и совпадает с распределением мощностей всего кампана в целом.

Благодаря распределению осадков по крупности зерна и по изменению минералогических ассоциаций в начальный момент формирования ритма размывалась и северная и южная кордильера, а к моменту наибольшей стабилизации условий осадконакопления (верхи I ЭР) терригенный материал поступал только с севера.

За время формирования ритма сменялась фауна: к I ЭР приурочен крупный бентос (иноцерамы, орбитоиды), ко 2 - планктон (фораминиферы или радиолярии), а к 3 - мелкий бентос (аккитинирующие фораминиферы, черви).

Все это говорит о том, что за время формирования ритма условия осадконакопления изменялись весьма существенно. От сравнительно мелкого бассейна с сильными донными течениями изменения шли к несколько более глубокому почти застойному бассейну.

GROTZINGER, JOHN P., Virginia Tech, Blacksburg, U S A and  
HOFFMAN, PAUL F., Geological Survey of Canada, Ottawa

#### CONSTRUCTION AND PALEOENVIRONMENTAL DYNAMICS OF A 1.9 Ga CONTINENTAL MARGIN CARBONATE TERRACE, WOPMAY OROGEN, NORTHWEST CANADIAN SHIELD

The Rocknest Formation is a west-facing passive margin carbonate terrace deposited between 1.90 and 1.89 Ga, and superbly exposed for a length of 250 km and palinspastic width of 150 km within the foreland thrust-fold belt and autochthon of Wopmay Orogen. The carbonate terrace overlies a storm-dominated siliciclastic terrace and underlies foredeep flysch. It was initiated by outbuilding of a carbonate ramp in which shallow-water stromatolite banks backed by a supratidal tepee complex prograded over down-ramp rhythmites and conophyton build-ups. This was followed by upbuilding of a rimmed shelf and development of a continuous, early cemented, wave resistant reefal rim. The reefal rim was flanked on the west by deep-water slope rhythmites and breccias, and on the east by a supratidal tepee complex that separated the open ocean from a broad, partially restricted lagoon. Concurrently, the supratidal tepee complex was a starting line for about 200, 1-10 m thick, west-to-east progradational cycles consisting of precipitated carbonate tidal-flat tufas that overlie storm-dominated mixed siliciclastic-carbonate lagoonal facies. Correlation of cycles for over 200 km parallel and 100 km perpendicular to depositional strike shows that cycle boundaries transgress facies boundaries, indicating that complete shoaling to sea-level was not required to induce successive submergence increments, and suggesting a eustatic control over cyclicity. Carbonate cements in many facies are now dolomite, which replaced widespread primary aragonite and high-Mg calcite.



QUATERNARY SEDIMENTOGENESIS OF THE MID-ATLANTIC RIDGE ENVIRONMENT

Late Quaternary sediments from the Azores-Iceland ridge were studied. Sixty gravity and piston cores were carefully sampled out and examined for their mineralogical and geochemical significance (analysis of L.I.L. elements, including rare-earths). The geochemistry data obtained were statistically treated. The results emphasized the control the petrographic composition of sources, climates and later hydrodynamics exercised on sedimentation. The study of detrital particles (sands, silts, clays, oozes), neoformations and post-depositional readjustments (interface exchanges) resulted in the following chief conclusions:

a) sedimentation during glacial periods is mainly ice-rafting derived. Gravity currents are the chief transport agents close to emerged areas. The average inorganic flux (near  $45^{\circ}\text{N}$ ) is estimated to be  $4.5\text{g. cm}^{-2}(10^3\text{yrs})^{-1}$ ;

b) biogenic carbonate fraction prevails during interglacial periods ( $94\% \text{CaCO}_3 - 43^{\circ}\text{N}$ ). Inorganic sedimentation is mainly detrital, the average inorganic flux (near  $45^{\circ}\text{N}$ ) is estimated to be  $2.3\text{g. cm}^{-2}(10^3\text{yrs})^{-1}$ .

The distribution of immobile elements forms a mixing line between the supply sources: Iceland and North America (Ta, Sc, La, Th, Sr-isotopes); the same pattern of distribution is formed in this region for clay minerals which may also be considered as reliable origin tracers within these very latitudes. Materials originating from North America (illite, chlorite, quartz, rubidium, etc.) are eolian transported and settled. The Euro-Scandinavian contribution to sedimentation is very weak. Materials derived from the second supply region are the result of weathering and erosion products of Iceland and are advected by bottom currents following a southward direction (until  $45^{\circ}\text{N}$ ). Some 2000 km away each supply source accounts for half of the inorganic sedimentation of this region. Eolian supply, in comparison to the present-day fluxes, was four times greater in the last 10000 years. Bottom-current transport, the influence of which (Norwegian overflow) was observed 2500 km away from the sources, was discontinuous in time (settling, resuspension). In fact, the continuous bottom current settling of particles leads to a linear decrease of fluxes.

Evidence of a surface circulation supply is found in the biogenic distribution (planktonic foraminifera) of sediments. Although the Azores-Iceland ridge contributes very little to sedimentation (hydrothermalism, basalt weathering, underwater eruptions), its impact

shows in the occurrence of local enrichments in Hg, Cd, As, Sb (rift, transform faults). Finally, bioturbation induces geochemical and grain-size redistributions of water/sediment interface.

FRANCO GUILLERMO L., Inst. Geol. y Pal., Academia de Ciencias de Cuba

#### PROCESOS DE DESAGREGACION EN CARBONATOS DEL NEOGENO CUBANO

Estos procesos fueron observados, en calizas arcillosas de la Formación Paso Real (Mioceno) que aflora en casi todo el territorio nacional.

S.Dzulynski ha estudiado procesos análogos en Polonia, y sus observaciones realizadas independientemente en nuestro territorio coinciden con las del autor. El los ha vinculado en Europa con la formación de ciertos yacimientos exógenos de cinc y plomo.

Tales procesos ocurren en calizas muy arcillosas que han sido fuertemente fragmentadas por dislocaciones tectónicas, que dan lugar a complejas y densas redes de diaclasas, o microfallas, lo cual, al aumentar la superficie activa de la masa rocosa, facilita la acción agresiva de las aguas percolantes, y la remoción del carbonato, con enriquecimiento subsecuente y gradual en arcilla del material residual.

Se origina primero una decementación progresiva de las calizas, con aumento de la porosidad y la cavernosidad, apareciendo más tarde pseudoconglomerados de matriz margosa secundaria. Las aristas de los clastos se van redondeando por disolución, tomando aspecto de nódulos con superficies pulverulentas que aparecen dispersos en la margas residual. La mayor parte de los macrofósiles son transformados en moldes recristalizados, a veces deformados por compresión.

Las calizas ricas en hidróxidos de hierro, originan margas rojizas y frecuentemente rellenos de "terra rossa", en bolsones cársicos a veces cementados por microespartita. Los fenómenos de dolomitización secundaria pueden ser concomitantes.

M.NIAZI GONDOGDU, HACETTEPE University, Department of Geology, Beytepe-Ankara, Turkey, GOROL ATAMA, High Educational Council, Beytepe-Ankara, Turkey

#### ZEOLITE OCCURRENCE IN THE DEGIRMENLI AND EMIRLER TUFFS OF THE BIGADIC FORMATION (BALIKSIR, NW ANATOLIA)

The Bigadiç formation which represents a lacustrine volcanosedimentary sequence of Middle Miocene-Lower Pliocene is consisted of clayey carbonaceous units and tuffs alternations, and also borates beds (i.e., colemanite and ulexite) of economic importance.

According to the results obtained, Değirmenli member (130 m. in thickness) is consisted of crystal tuffs of dacitic-rhyodacitic composition with the average of 50 % heulandite and clinoptilolite. Si/Al ratios of the clinoptilolites, which are rich in Ca and K but poor in Na, vary from 4.30 to 4.50; their alkali/earth alkali ratios however vary from 0.36 to 0.54. Beside these minerals, biotite, feldspars, quartz, calcite, opal-CT and dioctahedral smectites were found in the samples.

The major zeolite minerals in Emirler member, (200 m. in thickness) which is represented by vitric tuffs of rhyolitic composition, are clinoptilolites most probably formed by passing through a gel phase. The average ratio of these minerals in the samples is 85 %; and they are richer in K as compared with clinoptilolites of Değirmenli member. Opal-CT, quartz, K-feldspars and analcime rich in Si (with Si/Al = 2.50-2.70) and very little amount dioctahedral smectites were also determined in the samples. The Emirler clinoptilolites with  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7085$ , have Si/Al and alkali/earth alkali ratios vary between 3.71-5.70 and 0.24-4.14 respectively. K-richness of these clinoptilolites increases from margins toward center of basin, and their thermal stabilities also increases as proportional to their K content. On the other hand, the negative relationship observed between smectite and clinoptilolite in terms of abundance is attributed to the high  $\text{Mg}^{++}$  content of medium.

HAN, TSU-MING, Research Laboratory, The Cleveland-Cliffs Iron Company, Ishpeming, Michigan, U S A

#### METASOMATIC ORIGIN OF MAGNETITE IN THE PROTEROZOIC NEGAUNEE IRON-FORMATION WITH WELL-PRESERVED SEDIMENTARY STRUCTURES, LAKE SUPERIOR DISTRICT, U S A

Four major lithologies have been recognized in the Proterozoic Negaunee Iron-Formation at the Empire Mine, Palmer, Michigan of the Lake Superior District, U S A. They are carbonate-quartz, magnetite-quartz-carbonate, magnetite-quartz-silicate-carbonate, and clastics. Each lithology is characterized by distinctive mineralogy, lithologic appearance, and well-preserved sedimentary structures.

Sedimentological and mineralogical evidence suggests that these lithologies were deposited as carbonate-rich and hematite-rich sediments in a quiet, shallow water environment intermittently interrupted by turbulent hydrodynamic conditions. Subsequent recrystallization and metasomatic replacement have extensively altered the original mineralogy and have resulted in the development of magnetite, ankerite, and iron silicates but have little effect on their primary structures.

The replacement of quartz-carbonate bands by magnetite-quartz bands of the magnetite-quartz-carbonate lithology and the reduction of hematite to magnetite supplemented by extensive overgrowth in the magnetite-quartz-silicate-carbonate lithology are the principal ore-forming processes responsible for the birth of the Empire Mine.

The existing, more stable, mineral assemblages are probably developed during diagenesis and/or early metamorphism, as suggested by the feathery and lattice structures of the iron silicates, the symmetric overgrowth of the ankerite and magnetite, and the random arrangement of the preexisting hematite plates in magnetite.



HEARN PAUL P., U S Geological Survey, Reston, Virginia, USA

## AUTHIGENIC K-FELDSPAR IN LOWER PALEOZOIC CARBONATES OF THE APPALACHIAN BASIN

Lower Paleozoic carbonates in the Appalachian basin occur in an elongate belt extending from Newfoundland to northern Georgia and Alabama. Abundant cross-bedding, flat and wavy lamination, mud cracks and stromatolites indicate deposition in shallow, quiet waters, analogous to the modern Bahama Banks. These carbonates are intercalated to varying degrees with silicate detritus derived from crystalline rocks which were exposed to the west.

A characteristic feature of these rocks is an unusually high concentration of authigenic K-feldspar. The K-feldspar occurs as homogenous clay-size to silt-size grains and as overgrowths on sand-size grains of detrital K-feldspar. Because of the ubiquitous nature of this phase, and its sensitivity to changes in the diagenetic environments, it is a useful indicator of basin-wide processes.

Mass-balance calculations indicate that authigenic K-feldspar did not form isochemically, but required a substantial supply of  $K^+$  ions from an external reservoir. While thermodynamic data suggest that K-feldspar could form in seawater, the  $K^+$  ion activity of interstitial waters may have been increased by evaporite concentration or ion filtration.  $^{40}Ar/^{39}Ar$  age spectra obtained from feldspar grains with authigenic overgrowths suggest that authigenesis occurred in early Devonian time, possibly in response to fluid movements associated with the Acadian Orogeny.

ILIEVA L.I., JORDANOVA S.D., HRISTOV S.G., Higher Institute of Mining and Geology, Faculty of Geology, Sofia, Bulgaria

## COMPOSITION AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF PALAEOGENE CLAYEY SEDIMENTS FROM PEOPLE'S REPUBLIC OF BULGARIA AND THEIR EFFECT UPON SLOPE STABILITY AT MINING

The paper deals with clayey Palaeogene sediments spread in the district of Sofia where opencasting is carried out. The majority of those sediments consist of sandy clays and clays with considerable content of colloidal fraction. Chemical and mineralogical composition of the sediments, as a determining factor of their physico-chemical properties, has been found out by means of complex investigations. The clayey component proved to be of polymineral composition. In natural conditions of the massif, the clays are overconsolidated, but possessing high adsorption activity and well-

-pronounced ability for decompaction and swelling at unloading and moistening. Physico-mechanical properties depend on the water content and the degree of disturbance of the natural structure resulting from techno-genetic processes. The changes of properties prove to be a determining factor of the slope stability in open-pit mines.

IVANOVSKAYA A.V., All-Union Petroleum Research Geological Institute, Leningrad, USSR

#### THE ROLE OF CLIMATE IN SEDIMENTATION OF OLIGOMICTIC QUARTZ COMPLEXES IN THE LATE PRECAMBRIAN

The oligomictic quartz complexes represent the paragenesis of rocks and minerals formed in similar geotectonic, climatic and geochemical conditions of the weathering and sedimentation. Favourable situation for these deposits in the Earth's history existed in the Late Precambrian in Europe and Asia, North America, North-West Africa and Australia. Of paramount importance in formation of oligomictic quartz complexes was the climate which favoured rock reduction, the formation of weathering crusts on quartz rock, redeposits and rewashing of the detritus. The oligomictic quartz complexes are the lithological indicators of the humid climate of the past. On the Siberian platform they contain rock association connected with the climatic zones, which reflect temperature and humidity variations: 1. essentially quartz; 2. red non-calcareous hematite; 2a. ferriallitic (laterite); 3. oligomictic quartz; 4. particoloured. Each association is characterised by specific geochemical indicators ( $\text{TiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{K}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{FeO}$ , etc.) showing the specificity of the climate, weathering and facies. The oligomictic quartz complexes contain the following minerals - iron ores, phosphorites, bauxites and so on. Sedimentation was accompanied by the evolution of the biosphere. The favourable combination of climate and sedimentation in the Late Precambrian increased the bioproductivity of phytoplankton which ultimately resulted in the deposition of the oil and gas-containing oligomictic quartz complexes in the South Siberian platform.

## РОЛЬ КЛИМАТА В ПРОЦЕССЕ НАКОПЛЕНИЯ ОЛИГОМИКТОВЫХ КВАРЦЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ ПОЗДНЕГО ДОКЕМБРИЯ

Олигомиктовые кварцевые комплексы представляют собой парагенез пород и минералов, образовавшихся в близких геотектонических, климатических и геохимических условиях среды выветривания и осадконакопления. Благоприятные обстановки для отложений этого типа в истории Земли существовали в позднем докембрии Евразии, Северной Америки, на северо-западе Африки и Австралии. Решающая роль при накоплении олигомиктовых кварцевых комплексов принадлежала климату, который способствовал усилению процессов выветривания, формированию кор выветривания на кварцосодержащих породах, переотложению и перемыву их продуктов. Олигомиктовые кварцевые комплексы являются литологическим индикатором существования гумидного климата прошлых эпох. На Сибирской платформе в них выделены породные ассоциации, отвечающие климатическим зонам и отражающие колебания температуры и влажности: 1) существенно кварцевая; 2) красноцветная бескарбонатная гематитовая; 2а) ферриаллитовая; латеритная; 3) олигомиктовая кварцевая; 4) пестроцветная. Каждой ассоциации свойственны геохимические индикаторы ( $TiO_2$  :  $Al_2O_3$  ;  $Al_2O_3$  ;  $SiO_2$  ;  $Na_2O$  :  $Al_2O_3$  ;  $K_2O$  :  $Na_2O$  ;  $Fe_2O_3$  ;  $FeO$  и др.), отражающие специфику климата, интенсивность выветривания, фации. С олигомиктовыми кварцевыми комплексами связан ряд полезных ископаемых: железные руды, фосфориты, бокситопрооявления и другие. Параллельно с развитием осадконакопления шла эволюция биосферы. Благоприятные сочетания климата и условий седиментации в конце позднего докембрия способствовали повышению биопродуктивности фитопланктона, что в конечном итоге привело к накоплению в олигомиктовых кварцевых комплексах юга Сибирской платформы отложений, содержащих нефть и газ.

JAGO, COLIN, Marine Science Laboratories, Univ. Coll. North Wales, Menai Bridge, U.K.

### SEDIMENTARY FACIES OF AN ESTUARINE SAND BODY

Long-term surveys in the macrotidal estuary of the River Taf (S.W. Wales) indicate a mean net vertical accretion of fine sand of 0.08 m/year. Mineralogical evidence shows that this sand is being transported from offshore. The fastest accretion coincides with westerly (onshore) winds and wave action.



Fast tidal currents, up to 1.8 m/s produce shear velocities well in excess of the threshold of sediment movement so that intense bed and suspensive load transport occur for much of the tidal cycle. The sands are, however, fine grained and their texture does not directly indicate the high hydraulic energy of the environment. This is a consequence of source control, and of frequent and progressive sorting of grains by fast tidal currents. Medium-scale cross bedding and plane bedding, formed during high energy phases of the tidal cycle, occur within the intertidal sand flats, but have a low preservation potential. The most common structure is small-scale cross bedding, formed by the slow currents of the late ebb. Hence the most abundant structures, like the sand texture, do not reflect the high hydraulic energy of the environment. Furthermore, while some larger cross sets dip landwards, the majority of the small-scale structures dip seawards. The most abundant structures do not, therefore, indicate the direction of net sand transport.

JAMES, NOEL P., Department of Earth Sciences, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, Canada; COLIN F. CLAPPA, Gulf Oil Australia Pty. Ltd., Perth, Western Australia, Australia

#### ORIGINAL CARBONATE MINERALOGY OF EARLY CAMBRIAN REEFS, EASTERN CANADA

Skeletal and non-skeletal components and synsedimentary cements in bioherms and biostromes from the Forteau Formation in southern Labrador and western Newfoundland were originally composed either of aragonite, calcite or magnesium calcite, similar to reefs on the modern sea floor. Archaeogastropods, hyoliths, brachiopods, Coelenterates, Chancelloria and rays of botryoids of internal synsedimentary cement are interpreted to have been aragonite. Trilobites and salterellids appear to have been calcite originally. Echinoderms, sponge spicules, archaeocyathans, the calcareous alga Renalcis, ooids and fibrous, fascicular optic calcite reef cements were probably magnesium calcite.

These findings suggest that either conditions of carbonate precipitation have been similar since the earliest palaeozoic or that the ocean-atmosphere system in early Cambrian time was coincidentally similar to that of today, but may have been quite different at other times during phanerozoic.

**PALAEOGEOGRAPHIC ANALYSIS OF URANIUM-BEARING ELBLAG FORMATION  
/UPPERMOST LOWER TRIASSIC/ IN NORTHERN POLAND**

Elbląg Formation contains the richest uranium mineralization hitherto found by drillings in Polish part of the Baltic Syncline. The formation consists of conglomerates, sandstones and mudstones, grey-green to brick-red in colour. Palaeogeographic analysis leads to the conclusion that the Elbląg Formation represents deposits of broad alluvial plain and brackish basin. Depositional environments identified on the basis of core material include those of braided rivers, meandering rivers /rare/, shallow water deltas and brackish inland basin with barriers and shoals. Clastic material was transported mainly by a system of braided rivers flowing to the south. It was coming from erosion of both sedimentary cover and crystalline basement in areas of the Baltic Shield. The source of the uranium was situated in the north. Most possibly uranium was liberated from eroded Cambrian alum shales in Scandinavia. Uranium compounds migrated epigenetically through aquifers following the original dip of strata at northern flank of sedimentary basin, i.e. to the south. Uranium mineralization is mainly connected with deltaic deposits and with marginal parts of sandy lobes formed by braided rivers. Uranium was precipitated along the regional contact zone of conglomerate-sandy alluvial-deltaic facies and muddy brackish facies. This zone offered a number of chemically reducing traps to which uranium was brought in by groundwater. The process has been taking place possibly at the end of Triassic.

JELASKA VLADIMIR, Geološki zavod, Zagreb

JOSIP TISLJAR, IVO VELIC, Rudarsko-geolosko-naftni fakultet, Zagreb and Geoloski zavod, Zagreb, Yugoslavia

**UPPER CRETACEOUS CARBONATE PLATFORM UNITS OF THE YUGOSLAV ADRIATIC AREA**

The two considered areas (Istria and island of Brač) show the main geologic characteristic of the Upper Cretaceous sequence of the Adriatic platform.

Upper Cretaceous in Istria are represented by perireefal and reefal limestones. The Turonian deposits show sporadic occurrences of planctonic foraminifera and ammonites (on the island of Brač pelagic influences are noticed in the middle of Senonian sequence). Although the low-energy intertidal limestones are dominant rocks

within the Senonian, the favourable environments for development of rudist communities were repeated several times during the Coniacian, but of shorter time span than in the Turonian.

The carbonates of the island of Brač were deposited in two major cycles. The first began with minor cycles (Cenomanian in age) of intertidal to shallow subtidal limestones; cryptalgal laminites and skeletal-pelletal wackestones, which are associated with rudistid coquinas. Similar minor cycles were observed in Turonian. The second cycle comprises late Senonian carbonates. It represents the shoaling phase thus showing some features of subaerial exposure.

The sedimentogenetic characteristic of Upper Cretaceous carbonate units of the considered areas reflect that the palaeogeography of the Adriatic platform during Upper Cretaceous provided favourable conditions for differentiation of facies.

JIANG NA-YAN, RUI LIN, HE JIN-WEN, WANG ZI-YU, Nanjing Inst. Geol. and Palaeont. Academia Sinica, Nanjing, China

#### DEPOSITIONAL CHARACTERS OF THE CHANGHSINGIAN STAGE AND THE COMPARISON OF DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS BETWEEN LATEST PERMIAN AND EARLIEST TRIASSIC IN SOUTH CHINA

As the youngest unit of the Permian system in South China, the Changhsingian is not only well-developed and widely distributed, but also varies in lithofacies and biofacies. It was proposed by Furnish and Glenister in 1970 as the uppermost stage on the standard scale for the Permian in the world. In South China, two sedimentary regions with seven facies have been recognized, where the changes in sediments and biotas are gradual. In the South China sedimentary region there are organic reef facies, carbonate platform facies, gentle slope of carbonate platform facies and basin facies, while in the Yangzi sedimentary region there are terrestrial facies, alternating terrestrial-marine facies and marine facies. In some sections of South China, the transgression phase at the bottom of Changhsingian and the regression phase at its top have been recognized. During the Earliest Triassic, a new transgression took place. The main depositional characters of the Changhsingian are very similar to those of other Permian strata but different from those of the Earliest Triassic in chemical components, the kinds of clay minerals and rocks, which are of importance to the explanation of the changes in sedimentary environment and biotas in the periods from Palaeozoic to Mesozoic. According to studies of sedimentology, we come to the conclusion that the rocks of the Changhsingian were deposited in the



epicontinental sea including several carbonate platforms and shallow basins lying in the warm and humid zone, whereas the sediments of the Lowest Triassic were accumulated in the open and wide shallow sea lying in the dry zone.

JINORIDZE N.M., All-Union Scientific Institute of Halugry (VNIIG), Leningrad, USSR

#### GEOLOGICAL AND POSSIBLE PHYSICO-CHEMICAL BASIS OF EXHALATIONAL-SEDIMENTARY HALOGENESIS

"Exhalational-sedimentary halogenesis" is the process of halogenic deposits sedimentation on the bottom of sea or continental basin from solutions being formed as a result of discharge (exhalation) of high mineralized hydrotherms and their mixing with basin waters.

Subsalt deposits of salt-bearing regions have the traces of upward movement of the brines which discharged themselves on the bottom of salt-generating basins, which represented the rifts of passive (destructive) or "zones of secondary tension" of active margins of continents (Jinoridze et al., 1980). Chlorine ability to completely separate from mantle and granitoid magmas in form of a liquid fluid (Kogarko, Ryabchikov, 1978), suggests inevitable formation of hydrotherms of chlorine-sodium composition both at destruction of continental crust under the action of mantle meltings and at formation of granite-metamorphic layer, irrespective of its origin (Korzhinski, 1955, Miyashiro, 1976; Sudovikov, 1964). Interacting with metamorphic and volcano-sedimentary rocks when moving upwards, the hydrotherms were being enriched - in substantial quantities - by Ca and K under  $t = 150-460^{\circ}\text{C}$  (Khitarov, 1954; et al., 1970; Vlasova, Valyashko, 1973) and were becoming the brines of chlorine-calcium type. Their remnants occur in the form of underground waters within the limits of ancient shields, folded areas and sedimentary cover of platforms (Gorbov, 1979), also in the form of liquid microinclusions in the minerals of metamorphic, magmatic and hydrothermal rocks (Redder, 1970; Yermakov, 1972 et al.).

In deep water basin (Yanshin, 1961), isolated from the ocean, the discharge of chlorine-calcium hydrotherms results in desulfation of its waters and development of chloride halogenesis. Vertically stratified water system which thus originated provides conditions for salt sedimentation by means of change in temperature and mixing solutions of different concentration. Under such mechanism of action there are formed zonal crystals of halite and sylvite at any depth of the basin (Raup, 1973), stratification in salt and characteristic peculiarities of rhythmical and facial structure of halogenic deposits.

Thus, deep-water exhalational-sedimentary halogenic deposits are not the indicator of arid paleoclimate and evolution of salt composition in the World Ocean. They can not be used also against mobilist concept of Earth development (e.g., Meyerhof, Hutten, 1978; Pronin, 1973)

ДЖИНОРИДЗЕ Н.М., Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт галургии (ВНИИГ), г. Ленинград, СССР

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСТАЛЯЦИОННО-ОСАДОЧНОГО ГАЛОГЕНЕЗА

Эксталяционно-осадочный галогенез — процесс осаднения галогенных отложений на дне морского или континентального бассейна из растворов, формирующихся в результате разгрузки (внедрения, эксталяции) высокоминерализованных гидротерм и их смешения с водами бассейна. Подсолевые отложения обширных областей соленакпления носят следы движения вверх рассолов, разгрузившихся на дне солеродных бассейнов, которые представляли собой внутриконтинентальные рифты в пассивных (деструктивных) или "зоны вторичного растяжения" в активных окраинах континентов (Джиноридзе и др., 1980). Способность хлора отделяться полностью в виде жидкого флюида от мантийной и гранитоидной магм (Когарко, Рябчиков, 1978) предполагает неизбежное образование гидротерм хлорнатриевого состава как при деструкции континентальной коры мантийными расплавами (Милановский, 1970), так и при формировании гранитно-метаморфического слоя независимо от его происхождения (Коржинский, 1955, Миясиро, 1976, Судовиков, 1964). Взаимодействуя с метаморфическими и вулканогенно-осадочными породами при движении вверх, гидротермы обогащались кальцием и калием в условиях температур 150–460°C (Власова, Валяшко, 1973; Хитаров, 1954; Хитаров и др., 1970), превращаясь в рассолы хлоркальциевого типа. Их остатки встречаются в виде подземных рассолов в пределах древних щитов, складчатых областей и осадочного чехла платформ (Горбов, 1979), а также в виде жидких и твердых микровключений в минералах метаморфических, магматических и гидротермальных пород (Ермаков, 1972; Реддер, 1970; и др.). В глубоководном бассейне (Яншин, 1961), изолированном от океана, разгрузка сильно минерализованных хлоркальциевых гидротерм приведет к обессульфачиванию его вод и развитию хлоридного галогенеза, Возникшая при этом вертикально-расслоенная водная система создаст условие для осаднения солей путем смешения растворов различной концентрации и изменения их температуры. В результате могут образоваться на любой глубине бассейна зональные кристаллы галита и сильвина (Рауп, 1973), слоистость в солях и характерное для галогенных отложений ритмично-фациальное строение. Таким образом, глубоковод-

ные эксталяционно-осадочные галогенные отложения не являются индикатором аридного палеоклимата и эволюции солевого состава Мирового океана. Их нельзя использовать также против мобилистской концепции развития Земли (например, Мейерхоф, Хаттен, 1978; Пронин, 1973).

JIPA DAN, Institute of Geology and Geophysics, Bucharest, Romania

#### LARGE SCALE PROGRADATION STRUCTURES IN THE ROMANIAN CARPATHIANS: FACTS AND HYPOTHESES

Sedimentological investigations carried out in Romania have revealed the existence of cross bedded units of extremely big sizes, from hundreds of meters to tens of kilometers. These data lead to the assumption of the progradation development in large areas, controlled by the uplift and advancement of some mountain zones. Such a hypothesis presents a new explanation of the supposed extremely important thickness (over ten kilometers) of some very shallow water deposits. The above mentioned situation seems to correspond with the characters of the Olănești Gulf Upper Cretaceous and Getic Paleogene deposits of the South Carpathians, some East Carpathian Pliocene accumulations and certain formations of the Transylvanian Basin border.

The conflict between the very shallow water sedimentation and the very large thickness of a deposit, together with its monoclinal deposition, may be regarded as possible indications of an oblique structure at the scale of the whole formation.

When progradation is demonstrated it leads to an entirely new view on the geological structure of the investigated area, with new prospects for finding out accumulations of useful mineral substances.

JONES, JAMES O., The University of Texas at San Antonio, San Antonio, Texas U S A

#### MARINE DOMINATED COASTAL SABKHA AND TIDAL FLAT DEPOSITION OF THE BLAINE FORMATION, PERMIAN BASIN, TEXAS

Lower Permian (Artinskian) Blaine Formation in north Texas is a series of gypsum, dolomite and terrigenous red mud beds with minor amounts of channel sandstone that are characteristic of marine dominated sabkha and tidal flat facies. The Blaine strikes north-south and crops out over 250 km. It is variable in thickness throughout the region, but averages 125 meters.



Blaine deposits are couplets of alternating tidal flat and sabkha facies that resulted from transgressive-regressive processes. Marine domination is clearly indicated by the large number of marine invertebrate fossils present in several dolomite beds. Dolomite beds also contain gypsum nodules and molds of gypsum and hopper-shaped halite crystals. Massive bedded gypsum commonly has small ripple-marks 1-2 cm high and 2-3 cm between crests. Crossbedding 10 cm thick in the massive gypsum beds has grains of gypsum, oolites and fossil fragments on the slip slope.

Dolomite beds thin and thicken very rapidly along strike and dip, varying from a few centimeters to as much as 6 meters. Gypsum beds are generally 30-40 cm thick, but some notable exceptions are 5-6 meters thick. Tidal flat terrigenous mud beds are up to 5 meters thick on outcrop, but probably had interbedded gypsum that has been removed by dissolution.

JUBITZ K. B., BEUTLER G., SCHULER F., WENDLAND F., Central Institute of the Earth, Acad. Sci. GDR, Potsdam, Berlin, GDR

#### ON THE LYTHOCYCLICITY OF THE GERMAN TRIASSIC IN THE CENTRAL EUROPEAN SYNECLISE

Extensive lithological and geochemical researches of the German Triassic partly supported by mathematical methods made possible assertions on periodicity of sequences of carbonate and clastic rocks. Repetitions of sequences, composed by rocks of similar characteristics in material and textural regard are considered as the result of comparable sedimentation processes. The thickness of the rhythms/cycles has been subordinated by a basic period of one to some meters. They are forming the base of cyclicity in a hierarchic arrangement. A characteristic feature of a large number of rhythms /cycles is established in their asymmetric structure, that means by the sequence of unequal periods of sedimentary events. So, fining upward and downward sequences permit conclusions on repeating impulses suitable to correlate several sequences. The cause of rhythmicity may be seen in the endogenous dynamic of the Earth's crust and their posthumous consequences, modified and supposed in a various manner by some exogenous factors as climate and morphology of the sedimentation basin. Also the lithological formation of rhythms/cycles is influenced by endogenous factors like mobility of block structure, yet they will be considered also as a function of the balance of composition between regions of erosion and of accumulation.

## SEDIMENTARY MAGNESITE DEPOSITS IN THE DINAPIDE OPHIOLITE BELT

Sedimentary Magnesite deposits occur in Neogene basins in the Dinapide Ophiolite belt in Serbia. They are divided into three groups. The first group represents redeposited weathering crust /basin of Franjani, Ražanj and Čačak-Kraljevo/. The second group included bedded, fine laminated, cryptocrystalline magnesite /Nevade, basin of Gornji Milanovac/, and the third one lenses type of magnesites /Bela Stena, Lazac, Beli Kamen and others/. The third group is the most important and among it the most interesting and the largest is deposit "Bela Stena" which belongs to Miocene Jarandol basin. In Jarandol basin we divided some subenvironments and magnesites belong to shallow water carbonate complex. In it besides dominating magnesites, dolomite-magnesitic or magnesitic marls occur as well as dolostones and rare tuffaceous rocks. Deposit "Bela Stena" occurs as lens body in which magnesite is bedded with layers of different thickness. Horizontal and wavy lamination occur in many layers. Laminae of submm or mm size are visible due to concentration of organic material /kerogen of sapropelitic type/ or dolomite. Plant remains appear in some specimens of magnesite. Magnesites from "Bela Stena" are possible to divide in five types: laminated, cavernous /porous/, massive, brecciated and nodular. In Lazac only cavernous type occur. In all these types among the carbonate minerals magnesites, small quantity of dolomite, rare calcite and aragonite are found. Among the others minerals there are quartz, opal, pyrite, phosphate, borate and silico-borate minerals and the casts of gypsum crystals. The question is are magnesites primary precipitated from saline lake water or they are of metasomatic-diagenetic origin. The separate question is the origin of magnesium. Are in saline lake enough magnesium to give about 4 million tons of magnesites or source of magnesium comes from ultramafic rocks through which solution of volcanic origin migrated.

KARNYUSHINA E.E. , Moscow State University, Geol. Faculty, Moscow, USSR

## TYPES OF CATAGENESIS

Zones of catagenesis in geosyncline and platform sedimentary basins, in which conditions of depth, temperature and pressure are close to maximum values during geological history, differ in parameters of

the medium and in the rate of transformation of deposits. There are good reasons to distinguish two types of catagenesis, considered by an example of rock masses, humic material of which was transformed into high volatile bituminous coals which was determined by measurements of reflectance of vitrinite ( $R^a$ , %). The Turansky type of catagenesis widespread at the epigertsinskaya platform of the southern regions of the USSR was distinguished during investigations of Jurassic terrigenous deposits of Turkmenistan. Here the zone of catagenesis of some 1600 m in thickness is located at a depth of 1400-3000 m where temperature is measured as 70-125°C, geostatic pressure - 315-780 kgf/cm<sup>2</sup>. Subsidence of deposits took place at the rate of 20m/million years and began 155 million years ago. As it took place a thermochronic stage of carbonification was 0.1%  $R^a$ /10°C·10 million years. The Okhotsk type of catagenesis is typical of regions of Late Cenozoic folding of the Pacific belt. In Oligocene-Miocene volcanic-sedimentary formations of the Okhotsk-Kamchatka through the zone of catagenesis occurs at a depth of 700-3000 m where temperature is 50-140°C, pressure - 130-910 kgf/cm<sup>2</sup>. Submersion of the deposits began 55 million years ago at the rate of 55 m/million years. The thermochronic stage of carbonification here was twice as much compared with that of the platform. The measure of the degree of mineral and structural transformations of clastic rocks are their open porosity and density, the gradients of alteration of which prove that the rate of transformation of the deposits in geosyncline is twice as much as in platform. Thus, determination of the type of catagenesis allows to evaluate dynamics of secondary processes and to predict active properties of deposits in depth in sedimentary basins of different genesis.

КАРНЫШИНА Е.Б., Московский Государственный университет, геолфак, Москва, СССР

#### ТИПЫ КАТАГЕНЕЗА

Зоны катагенеза в геосинклинальных и платформенных осадочных бассейнах, условия глубинности, температур и давлений в которых близки к максимальным за геологическую историю, различаются по параметрам среды и темпам преобразования отложений. Это дало основание выделить два типа катагенеза, рассматриваемых на примере толщ, гумусовое вещество которых преобразовано в диапазоне марок углей Бз-Ж, что определено по замерам отражательной способности витринита ( $R^a$ , %). Туранский тип катагенеза, широко распространенный в пределах эпигерцинской платформы юга СССР, был выделен при изучении юрских терригенных отложений Туркмении. Здесь зона катагенеза мощностью 1600 м располагается на глубине 1400-3000 м, где температура равна



70-1250°C, геостатическое давление - 315-780 кгс/см<sup>2</sup>. Погружение отложений происходило со скоростью 20 м/млн. лет и началось 155 млн. лет тому назад. Термохронная ступень углефикации при этом составляла 0,1% R<sub>a</sub>/100°C 10 млн. лет. Охотский тип катагенеза характерен для областей позднекайнозойской складчатости Тихоокеанского пояса. В олигоцен-миоценовых вулканогенно-осадочных образованиях Охотско-Камчатского прогиба зона катагенеза мощностью 3000 м распространена на глубине 700-3000 м, где температура составляет 50-140°C, давление - 130-910 кгс/см<sup>2</sup>. Погружение отложений началось 55 млн. лет тому назад со скоростью 55 м/млн. лет. Термохронная ступень углефикации здесь вдвое выше, чем на платформе. Мерой степени минеральных и структурных преобразований обломочных пород могут служить величины их открытой пористости и плотности, градиенты изменения которых свидетельствуют о том, что темпы преобразования отложений в геосинклинали вдвое выше, чем на платформе. Таким образом, установление типа катагенеза дает возможность оценить динамику вторичных процессов и прогнозировать на глубину физические свойства отложений в осадочных бассейнах различного генезиса.

KASHANOV V.A., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

#### TURUKHAN BAUXITES AS A RESULT OF COASTAL-MARINE PLATFORM BAUXITE - FORMATION

Gravelstone beds and lenses up to 5 m thick, containing pebble and bauxite faves were determined in the north-eastern West-Siberian plate (Turukhan region) in oil prospecting and mapping well, cores in Albian-Cenomanian and Campanian-Maastrichtian lacustrine-palustrine and coastal-marine deposits. In contents of leguminous bauxite material, structural-textural peculiarities and chemical composition they may be subdivided into bauxite-bearing and bauxite rocks, sandy, arenaceous and stony bauxites which form well correlateable bauxite beds up to 24 m thick. In contrast to bauxite of eluvial genesis the varieties of bauxite rocks and bauxite of this type consist of alumo-ferruginous faves, terrigenous material, filling the space between faves and chamosite-hydrargillite cement. Faves are composed of hydrargillite, gematite, goetite, quartz and ferruginous alumogel. Terrigenous material is represented by quartz, feldspars, magnetite-ilmenite, epidote-zoisite, zircon, rutile and leucoxene. Chemogenic cement contains chamosite, hydrargillite, ferruginous alumogel, goetite, carbonates, ferro-manganese phosphate. Bauxite pebble, present

in bauxite-bearing beds, consists of corund, diaspore, hydrargillite, maghemite and hematite. Bauxite rocks and bauxites were formed in shallow-water and coastal-marine environments as a result of free alumina supply from the intensely chemically weathered volcanogene-sedimentary formations constituted coastal zones and islands of transgressive sea in the zone where acid environment of continental humid waters changes to alkali marine one. Bauxite diagenesis led to matter redistribution and recrystallization of alumina and iron materials. The distinguished bauxites are the new genetic type of chemogene-sedimentary coastal-marine platform formations.

КАШТАНОВ В.А., Институт геологии и геофизики СО Академии наук СССР, г.Новосибирск, СССР

#### БОКСИТЫ ТУРУХАНА КАК РЕЗУЛЬТАТ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОГО ПЛАТФОРМЕННОГО БОКСИТООБРАЗОВАНИЯ

На северо-востоке Западно-Сибирской плиты (Туруханский район) в кернах нефтепоисковых и картировочных скважин в составе озарно-болотных и прибрежно-морских отложений альб-сеномана и кампан-маастрихта установлены пласты и линзы гравалитов мощностью до 5 м, содержащие гальку и бобовины бокситов. По содержанию бобового бокситового материала, структурно-текстурным особенностям и химическому составу они подразделяются на бокситоносные и бокситовые породы, песчаные, песчанистые и каменистые бокситы, слагающие до восьми хорошо коррелирующихся бокситовых горизонтов мощностью до 24 м. Все разновидности бокситовых пород и бокситов этого типа в отличие от бокситов элювиального генезиса состоят из существенно алюмо-железистых бобовин, терригенного материала, заполняющего пространство между бобовинами и шамозит-гидрагиллитового цемента. Бобовины слагаются гидрагиллитом, гематитом, гетитом, кварцем и железистым алюмогелем. Терригенный материал представлен кварцем, полевыми шпатами, магнетитом-ильменитом, эпидотом-цоизитом, цирконом, рутилом, лайкоксеном. Хемогенный цемент содержит шамозит, гидрагиллит, железистый алюмогель, гетит, карбонаты, железо-марганцевый фосфат. Галька бокситов, встречающихся в бокситоносных горизонтах состоит из корунда, диаспора, гидрагиллита, маггемита и гематита. Бокситовые породы и бокситы формировались в мелководно- и прибрежно-морских условиях в результате поступления свободного глинозема из интенсивно химически выветривающихся вулканогенно-осадочных образований, слагающих прибрежные зоны и острова трансгрессирующего моря, в области смены кислой обстановки гумидных вод континента на щелочную морскую. Диагенез бокситов привел к перераспределению ва-

щества и перекристаллизации минералов глинозема и железа. Установленные бокситы представляют собой новый генетический тип хемогенно-осадочных прибрежно-морских платформенных образований.

KAZANSKY Yu.P., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

#### THE SCHEME OF DEVELOPMENT OF MARINE CARBONATE SEDIMENTATION

Marine carbonate sedimentation is remarkably poor in mineral types. This fact enables to interpret sedimentary features of the process by quantitative evaluation of carbonate minerals distribution, their structure-textural and facial features. The chemical property of sedimentary medium, its temperature and pressure, basin depths and the role of biosphere are basic factors of carbonate sedimentation. Seven stages are outlined in consideration of these parameters: 1) Archean - Early Proterozoic (dolomite-calcic sediments, rare stromatolitic buildups, appearance of bioclastic material); 2) Early Proterozoic - Vendian (extensive development of algal structures, dolomite sediments in epicontinental shelves, appearance of calcareo-argillaceous flysch); 3) Cambrian - Early Ordovician (participation of archaeocyathans and corals in organic buildups, decreasing dolomite sedimentation in shelf, appearance of carbonate flysch and pelagic limestones); 4) Middle Ordovician - Carboniferous period (large variety of shelf invertebrates and bioclastic material); 5) Permian - Jurassic (lowering in quantity of reef-builders and intracontinental marine dolomite sedimentation, beginning of participation of nannoplankton and foraminifera in pelagic sediments); 6) Cretaceous period - Paleogene (active participation of nannoplankton and foraminifera in shelf and pelagic sediments); 7) Paleogene - Holocene (modern type).

КАЗАНСКИЙ Ю.П., Институт геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР, г.Новосибирск, СССР

#### СХЕМА РАЗВИТИЯ МОРСКОГО КАРБОНАТОНАКОПЛЕНИЯ

Морское карбонатонакопление отличается бедным набором минеральных видов. Это обстоятельство обуславливает расшифровку седиментационных особенностей этого процесса путем количественной оценки в распределении карбонатных минералов, их структурно-текстурных и фациальных признаков. Основными факторами карбонатонакопления яв-



ляются: химизм и термобарический режим среды седиментации, глубины бассейна и участие биоса. Учет этих параметров позволяет наметить семь этапов в развитии морского карбонатакопления: 1) архейский - раннепротерозойский (доломито-известковые осадки, редкие строма-толитовые постройки, появление биокластитов); 2) раннепротерозойский - вендский (широкое развитие водорослевых построек, развитие доломитовых осадков на эпиконтинентальных шельфах, появление известково-глинистого флиша); 3) кембрийский - раннеордовикский (участие археоциат и кораллов в органогенных постройках, сокращение доломитонакопления на шельфе, появление карбонатного флиша и тонкозернистых известняков в глубоководных фациях); 4) среднеордовикский - карбоновый (большое разнообразие беспозвоночных и биокластитового материала на шельфе); 5) пермский - юрский (сокращение разнообразия рифостроителей, затухание доломитообразования во внутриконтинентальных морях, начало участия нанопланктона в глубоководных осадках); 6) меловой - палеогеновый (широкое участие нанопланктона и фораминифер в шельфовых и более глубоководных осадках); 7) палеогеновый - голоценовый (современный тип).

CUI KEXIN, Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing, China

#### ON THE ORIGIN AND DEVELOPMENT OF CHINESE CONTINENT

The Precambrian platform of China was developed as an axe-like form after the Sinian movement, about 600 m.y. ago. It was composed of 4 cratons - N.China, NE.China, NW.China and SE. China cratons. Round the platform were the marine troughs, that is, the Tianshan-mongolian great marine trough on the North; S.China marine trough on the SE; and Qingai-Xizang-Yunnan great marine trough on the SW. of the platform. The epicontinental sea which covered the low lands of the platform may be divided into 6 marine basins - N.China basin, Shanxi basin, Ordos basin, E.China basin, S.China basin, Tarim basin and the gulf of Songliao. All of the marine basins were more or less separated by the old lands, but are still connected with the great marine troughs.

Through the orogenesis of Caledonian, Variscian, Indosinian, Yenshanian and Himalayan, the marine troughs of S.China, Qilian, Qinling, Kunlun, Tianshan-mongolian and Qingai-Xizang-Yunnan and Taiwan were transformed into the folded mountainous belts successively in order. Post the Quaternary glaciation, since 10 thousand years ago, the sea level was rising due to the melting of the glaciers and made the present continental shelf region submerged as it is now.

KHALED AL-MALEH A., Département des Applications Géologiques,  
Commission d'Energie Atomique, Damas, Syrie

#### LES DEPOTS PHOSPHATES DU SENONIEN EN SYRIE ET LES CONDITIONS PALEOGEOGRAPHIQUES DE LEUR GENESE

Les dépôts phosphatés du Senonien en Syrie sont d'âge Campano-Maestrichtien dans le massif Côtier et les Palmyrides (Syrie Centrale), et d'âge Coniacien-Santonien dans le Kurd Dagh au Nord Ouest Syrien. Ils sont calcaire-phosphatés et grenus (15 types de grains et 5 types de nodules ont été distingués). Dans le Nord Ouest Syrien ces dépôts phosphatés contiennent des grains de la glauconie et de la matière organique, le ciment généralement calcitique englobe dans cette zone des Foraminifères planctoniques.

La genèse de ses dépôts phosphatés s'est produit sur une plateforme carbonatée, dans des environnements généralement peu profonds marquée localement par certains caractères pélagiques. La sédimentation phosphatée a été favorisée par l'ouverture marine, et par son développement progressif vers le sud, cette ouverture pendant le Senonien a été vraisemblablement liée à une évolution structurale générale. La différenciation des haut fonds, le développement de plancton et de la matière organique, ainsi que des conditions particulières physico-chimiques et biologiques liées à cette évolution, ont été responsable du développement de la sédimentation phosphatée et de la répartition de ses dépôts sur la plateforme syrienne.

KHALED AL-MALEH A., MOUTY M., Département des Applications Géologique,  
Commission D'Energie Atomique, Damas, Syrie

#### LES GRANDS TRAITS DE L'EVOLUTION SEDIMENTOLOGIQUE ET PALEOGEOGRAPHIQUE DU BASSIN PALMYRIEN PENDANT LE SENONIEN (SYRIE CENTRALE)

Pendant le Coniacien-Santonien la région des Palmyrides a eu les caractères d'une zone assez monotone de la plateforme syrienne, avec des environnements infratidaux, dans lesquels se formaient des calcaires dolomitiques, des dolomites diagénétiques, des calcaires coquilliers ou bioclastiques voir même oolitiques. Des dépôts gypseux ou détriques ont été le résultat de certains irrégularités du fond marin, par contre le sud ouest a eu un caractère analogue à la bordure orientale de la Méditerranée, marqué par la sédimentation carbonatée pélagique.

Au Campanien et surtout pendant le Campanien supérieur, les milieux s'approfondissaient et prenaient de plus en plus le caractère d'un bassin à sédimentation pélagique. Des haut fonds ont favorisé la sé-

dimentation phosphatée dans ce bassin surtout dans la zone centrale située au bord du grand "Rutbah Uplift".

Au Maestrichtien la sédimentation carbonatée pélagique devient de plus en plus marquée donnant lieu aux marnes et aux marno-calcaires à Foraminifères planctoniques. La subsidence différentielle dans ce bassin a été responsable des importants changements dans l'épaisseur de ses dépôts.

KHOLODOV V.N., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### EVOLUTION OF SOURCE PROVINCES AS THE MOST IMPORTANT FACTOR OF SEDIMENTARY ORE FORMATION \*

The present-day concepts of lithogenesis types are closely related to various way of mobilization of sedimentary material on water catchment areas of sedimentation basins. Meanwhile, along with humid, arid, ice and volcanogenic-sedimentary means of delivery of the matter into a zone of sediment accumulation, the geochemical type of the substratum proper within one or another source area is of paramount importance.

There are several geochemical types of source provinces. Under conditions of relatively even, clark distribution of chemical elements in rocks of the parent substratum, there occur the granitoid, sedimentary and basalt types, sharply differing in contents of Mg, Al, Si, P, K, Ga, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni and other ore elements. The ore distribution characteristic of the gabbroid type being rather whimsical, the parent substratum is the place of especially intense concentration of Fe, V, Ti, P, Cr, Co, Ni, Pt and other elements. In the course of the geological history of the continental block development the geochemical composition of source province was repeatedly subject to cardinal changes. The basalt type of substratum in the Archean was substituted everywhere by granitoid one in middle Precambrian, by the gabbroid type in the Riphean, and by sedimentary one in Phanerozoic; this phenomenon resulted in changing the median composition of sedimentary rocks of the continental block calculated in works by A.B. Ronov and A.A. Yaroshevsky.

The magmatogenic ore epoch in the upper Precambrian determined by formation of gabbro-anorthositic belts of the Earth proved of great scientific and practical importance; this resulted in accumulation of tremendous masses of magmatic ores - Fe, Ti, V, P, Cr and other metals that served as the source material in formation of the like sedimentary deposits. The Vendian-Cambrian sedimentary ore epochs is a reflection of magmatogenic one.



The gradual attenuation of processes of formation of sedimentary Fe, V, P, deposits and decrease of intensity of magnesite- and dolomite-formation in time are due to the fact that in the area of source provinces of the continental block the magmatic rocks play still lesser and lesser role, whereas sedimentary rocks acquire a still greater importance.

ХОЛОДОВ В.Н., Геологический институт Академии наук СССР, г. Москва, СССР

#### ЭВОЛЮЦИЯ ПИТАЮЩИХ ПРОВИНЦИЙ - ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ОСАДОЧНОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ

В основе современных представлений о типах литогенеза лежит идея о разных способах мобилизации осадочного материала на водосборах седиментационных бассейнов. Между тем наряду с гумидным, аридным, ледовым и вулканогенно-осадочным способом подачи вещества в зону осадконакопления большое значение имеет геохимический тип самого субстрата, развитого в пределах той или иной питающей провинции.

В настоящее время можно выделить несколько геохимических типов питающих провинций. При относительно равномерном, кларковом распределении химических элементов в породах материнского субстрата выделяются гранитоидный, осадочный и базальтовый типы, особенно резко различающиеся по содержанию Mg, Al, Si, P, K, Ga, а также Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni и др. рудных элементов. При весьма прихотливом рудном распределении, характерном для габброидного типа, в материнском субстрате особенно концентрируются Fe, V, Ti, P, Cr, Co, Ni, Pt и др. элементы.

На протяжении геологической истории развития континентального блока геохимический состав питающих провинций неоднократно испытывал кардинальные изменения. Базальтовый тип субстрата в архее повсеместно сменился гранитоидным в среднем докембрии, габброидным в рифее и осадочным в фанерозое; это обстоятельство находит свое отражение в изменении среднего состава осадочных пород континентального блока, рассчитанного в работах А.Б.Ронова и А.А.Ярошевского.

Огромное научное и практическое значение имеет магматогенная рудная эпоха в верхнем докембрии, определившаяся формированием габбро-анортозитовых поясов Земли; в результате были созданы колоссальные массы магматических руд Fe, Ti, V, P, Cr и др. металлов, послужившие исходным материалом при образовании одноименных осадочных месторождений. Вендско-кембрийская осадочная рудная эпоха является отражением магматогенной.

Постепенное затухание процессов формирования осадочных месторождений Fe, V, P, а также падение интенсивности магнезито- и доломитообразования во времени обусловлены тем, что в области питающих провинций континентального блока все меньшую роль играют магматические образования и все большее значение приобретают осадочные породы. Пробле-

ма эволюции состава питающих провинций в истории Земли имеет важное значение, поскольку именно материнский субстрат является главным фактором, определяющим специфику осадочного природообразования.

KHOMENKO V.A., Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev, USSR

#### FORMATIONAL SERIES OF DEVONIAN AND THEIR GENESIS IN VARIOUS SOUTH-EAST GEOLOGICAL STRUCTURES OF THE EAST-EUROPEAN PLATFORM

Sedimentary formations as historicogeological units are bound to reflect certain periods and proper stages of the geological history of regions. Regional stratigraphic units-suites - most conclusively reflect certain periods of the geological development of the regions. The evolution of formation series of the Dnieper-Donets depression, Lvov and Pripyat troughs of the East-European Platform and its central regions is characterized by three tectonic stages of the Devonian period: Early Devonian, Middle Devonian - Middle Frasnian and Late Frasnian - Famennian. The Early Devonian stage of the south-east of the platform is marked by deposition of marine facies on the Volyn-Podolian marginal area only. In the Middle Devonian-Middle Frasnian time plate tectonic environment proceeded. This period is characterized by deposition of two marine transgressive formations, terrigenous and carbonaceous. In Late Frasnian-Famennian marked by tectonic activity a new stage began in the development of the old platforms. This stage is called aulacogenic. Starting with the Dnieper-Donets and Pripyat graben formation there began an accumulation of the intraplatformal depression formations. These series include salt, carbonate, arkose, redcolored beds. In the Lvov trough and in the central parts of the platform accumulation of fine-grained formations which reflect the plate tectonic environment was in progress. The main peculiarities of the Devonian formation series of the geological structures in question reflect unique features of their geological history.

ХОМЕНКО В.А., Институт геологических наук Академии наук УССР, г. Киев, СССР

#### ФОРМАЦИОННЫЕ РЯДЫ ДЕВОНА И ИХ ФОРМИРОВАНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОСТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ЮГО-ЗАПАДА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Осадочные формации как историко-геологические единицы призваны отражать те или иные этапы, а затем и определенные стадии развития гео-

логических регионов. Наиболее полно этапам геологического развития регионов отвечают регионально-стратиграфические единицы – свиты. В эволюции формационных рядов Днепровско-Донецкой впадины, Львовского и Припятского прогибов юго-запада Восточно-Европейской платформы и ее центральных областей отмечено три основных этапа тектонического развития в течение девонского периода: раннедевонский, среднедевонско-среднефранский и позднефранско-фаменский. В раннедевонский этап на юго-западе платформы морские формации отлагались лишь на территории Волино-Подольской окраины. В среднедевонско-среднефранский этап продолжается плитный режим в ее развитии. В этот этап формировались две морские трансгрессивные формации: терригенная и карбонатная. В позднефранско-фаменский этап с оживлением тектонических процессов началась новая стадия развития древних платформ – авлакогенная. С образованием грабенов (Днепровско-Донецкий и Припятский) началось формирование ряда формаций внутриплатформенных впадин (соленосных, карбонатных, аркозовых и красноцветных). Во Львовском прогибе и в центральных областях платформы продолжали формироваться тонкозернистые формации, отражающие плитный режим. Основные особенности формаций девона в исследуемых геоструктурных элементах отражают индивидуальные, неповторяющиеся черты их геологического развития.

KHOROSHEVA D.P., Institute of Geological Sciences of the Ukrainian Academy of Sciences, Kiev, USSR

#### HISTORICAL CHARACTERISTICS OF BAUXITE FORMATION IN THE RUSSIAN PLATFORM (AT THE EXAMPLE OF UKRAINE)

Lateritic and sedimentary bauxites of the Russian Platform make up a single bauxite genetic band (Bushinsky, 1971). In the Ukraine, lateritic and sedimentary bauxites were mainly deposited in the Mesozoic. Lateritic bauxites were formed in the uplifted central part of the shield and in its peripheral elevated blocks. Favourable for the formation of bauxites, rocks of basic composition were considerably reduced due to granitization. Intense bauxite formation was not promoted by the climate. Lateral erosion of the crust of weathering resulted in a limited distribution of bauxite deposits over the shield. Distribution regularities of the bauxite formation over the weathering crust, ancient landforms and other factors predetermined the following features of bauxite rock accumulation in the sedimentary cover: the proximity of sedimentary bauxite deposits and shows to areas of the lateritic weathering crust, confinement of ore-bearing rocks to basaltic horizons of sedimentary formations overlying the crust (Cretaceous, Paleogene), localization in lower parts of the relief:



slopes, pits, ancient river valleys. Sedimentary bauxites and bauxitic rocks are related to talus-proluvium facies, to fluvial, flood plains, lagoon, lacustrine, lacustrine-palustrine facies, rare littoral marine ones. The primary rock composition is usually preserved in the course of transportation of lateritic products over short distances, further transportation impoverished the material and hampered the formation of productive rock mass. The evolution of sedimentary rock deposition resulted in the formation of various gibbsite generations, its sedimentary, diagenetic and epigenetic varieties.

ХОРОШЕВА Д.П., Институт геологических наук Академии наук УССР,  
г. Киев, СССР

#### ОСОБЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИИ БОКСИТООБРАЗОВАНИЯ РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ (НА ПРИМЕРЕ УКРАИНЫ)

Латеритные и осадочные бокситы Русской платформы представляют собой единый бокситовый генетический пояс (Бушинский, 1971). На Украине латеритное и осадочное бокситообразование происходило преимущественно в мезозое. Латеритные бокситы возникли в приподнятой центральной части щита и возвышенных блоках его периферии. Благоприятными для генезиса бокситов были породы преимущественно основного состава, процессы гранитизации их значительно сократили. Климатические условия не способствовали интенсивному бокситообразованию. Площадной и эрозионный размыв латеритной коры выветривания привел к ограниченному распространению бокситовых залежей щита. Закономерности размещения бокситоносной формации коры выветривания, формы древнего рельефа и другие факторы предопределили следующие закономерности накопления бокситоносных толщ осадочного чехла: близость месторождений и проявлений осадочных бокситов к площадям развития латеритной коры выветривания, приуроченность рудоносных пород к базальным горизонтам осадочных образований, перекрывающих кору (мел, палеоген), локализация в пониженных участках рельефа: склоны, впадины, древние речные долины. Осадочные бокситы и бокситовые породы связаны с делювиально-пролювиальными фациями, русловыми, пойменными, лагунными, озерными, озерно-болотными, встречаются прибрежно-морские. Перенос латеритных продуктов выветривания на незначительные расстояния происходил с сохранением первичной породы, дальнейшее перемещение разубоживало материал и препятствовало образованию высокопродуктивных толщ. Эволюция осадочного рудообразования привела к формированию различных генераций гіббсита, возникновению седиментационных, диагенетических и эпигенетических разностей.

KHRISCHEV KH. G., Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

#### SEDIMENT DISPERSAL ON THE SOUTH BULGARIAN BLACK SEA SHELF, LITHOLOGICAL CRITERIA

The hypolarity of the sediment distribution, caused by the different rate of sedimentation, is a specific feature of the South Bulgarian shelf.

The influence of local sources of supply is considerable within the nearshore zone of the shelf. Mineral composition, textural and micro-textural characteristics of the source material are reliable criteria for the reconstruction of the dispersal. The Burgas region is studied as a model. Terrigenous material comes from different local sources which belong to two petrographically contrastive areas: Stara-Planina and Srednogorie. Therefore, the factor models of the Q-mode analysis of heavy-mineral data are complicated. In the case of 12 minerals eight composite end members (primary and secondary) have been distinguished. They are related to the specific sources of supply: alluvium, abraded coast, longshore drift from the North, redeposition of older eolic and marine sediments of the shelf.

The central zone of the shelf is an area of active mud sedimentation. The fine material, transported in a suspension form by the longitudinal currents, comes from more distant sources (mainly Danubian). Q-mode factor analysis of clay-mineral data outlines the influence of three composite end members: caolinite-chlorite and illite members, related to the Danubian Province, and montmorillonite member, referred to the Anatolian Province. South of Cape Emine a zone of perfect homogenization is outlined according to the factor loadings of F10. It may be related to a current whirl. The relatively high activity of the bottom waters and the shortage in coarser sedimentary material in the peripheral zone of the shelf determine minimal rate of recent sedimentation and the palimpsest character of the deposits.

KIRILLOVA G.L., Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Khabarovsk, USSR

#### METHODOLOGICAL ASPECTS OF SEDIMENTARY FORMATIONS STUDING ON CONTINENTS AND IN OCEANS

Now formational analysis is more widely used in oceanological research practice. Most classifications of seas and oceans sedimentary formations are based on their morphostructural types. The hiera-

rchy of formational level units is connected with one of morpho-structures. Deposit complexes, filling large geomorphological elements (shelf, continental slopes, ocean floor), belong to formations. Subformations or groups of microfacies characterise littoral, shallow-water shelf and abyssal shelf. Microfacies and facies also fill smaller morphostructures.

Such classifications are advisable for modern sedimentary formations, when physico-geographycal conditions of sedimentation are observed. However, data on deep-sea drilling and dredging allows to identify more ancient formations of ocean and sea floors up to Jurassic. Methodical approach to classification and genesis determination of ocean floor old formations must be just the same as for the continents, so we reconstruct the former physico-geographycal conditions of their accumulation with the same methods. Then it would not be the case when chalk formations and black clay ones of Cretaceous age exposed on the continent (Scythian Plate), are considered shallow-water, and those on the oceanic floor (Northwestern Basin of the Pacific) - abyssal.

Seismostratigraphycal methods are very useful for tracing formations according to deep-sea drilling data. In this connection, the main problem is to improve the methods of identification of structural - material and seismic sections. Thorough studying of form, structure, texture and formation boundaries plays a leading role here. In this case the importance of structural-material characteristics of formations, which must be the basis for universal classification of sedimentary formations, is clearly seen.

КИРИЛЛОВА Г.Л., Институт тектоники и геофизики ДВНЦ АН СССР,  
г.Хабаровск, СССР

#### МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ФОРМАЦИЙ НА КОНТИНЕНТАХ И В ОКЕАНАХ

Формационный анализ все шире входит в практику океанологических исследований. Большинство классификаций осадочных формаций морей и океанов строится по типам морфоструктур, которые эти формации выполняют. Иерархия подразделений формационного уровня связана с иерархией морфоструктур. К формациям относят комплексы отложений, выполняющие крупные геоморфологические элементы (шельфы, материковые склоны, ложе океана), субформации или группы макрофаций характеризуют литораль, мелководный шельф, глубоководный шельф. Микрофации и фации выполняют еще более мелкие морфоструктуры.

Подобные классификации целесообразны для современных осадочных формаций, когда физико-географические условия седиментации наблюдаются непосредственно. Однако данные глубоководно-



водного бурения и драгирования позволяют выделять и более древние формации дна океанов и морей вплоть до позднерурских. Методический подход к выделению, классификации, определению генезиса более древних формаций ложа океанов должен быть таким же, как и на континентах, поскольку бывшие физико-географические условия их накопления мы реконструируем одними и теми же способами. Тогда не возникает такая парадоксальная ситуация, когда формации писчего мела и черных глин мелового возраста, обнажающиеся на континенте (Скифская плита), считаются мелководными, а погруженные на дне океана (Северо-Западная котловина Атлантического океана) – глубоководными.

Для прослеживания выделенных по данным бурения формаций огромную помощь оказывают методы сейсмостратиграфии. В связи с этим важнейшей задачей является совершенствование методов идентификации структурно-вещественных и сейсмических разрезов. Ведущую роль при этом играет тщательное изучение формы, структуры, текстуры и границ формаций. При такой ситуации очевидна важность структурно-вещественной характеристики формаций, которая и должна быть положена в основу универсальной классификации осадочных формаций.

KONTA JIRI, Department of Petrology, Charles University, Czechoslovakia

#### SUPERGENESIS AND SEDIMENTOGENESIS: TRANSPORT AND ACCUMULATION OF SEDIMENTS IN DIFFERENT ENVIRONMENTS

The conditions and factors governing weathering processes are stressed. The intensity of weathering and the depositional environment are expressed as a function of several identical or similar primary factors. Depositional environments may be roughly divided and interpreted according to the best possible known lithological data. Geochemical mega- and microenvironments exist in the weathering crust as well as in the sedimentary lithosphere. Objective lithological division and nomenclature is recommended for sedimentary rocks while interpretational terms should be reserved for the depositional environments.

KOPOROULIN V.I., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### HYDROCHEMICAL ASPECTS OF ZEOLITES FORMATION IN SEDIMENTS AND SEDIMENTARY ROCKS

Authigenic zeolites form at different stages of lithogenesis, namely, in diagenesis, catagenesis and early metagenesis. Their formation is

related to the alteration of aluminium silica gels, volcanic glass, feldspars, clay minerals and other aluminium silicates. Experiments, as well as direct research of the chemical composition of mud and pore solutions in the sedimentary sequences of the continents, prove that in diagenesis and early catagenesis zeolites form in sediments and sedimentary rocks containing interstitial, primarily sodium-type, solutions. In contrast, in late catagenesis and early metagenesis, other interstitial solutions may become zeolite-forming. Geochemical research has proved that mud and pore solutions of the sodium type can form in the sedimentary sequences of modern seas and oceans, as for example, in deep-water "red" oceanic clays which contain, as a rule, newly formed zeolites. Evidently, it was the presence of this type of waters that caused zeolite formation there. Correlating the processes of authigenic zeolite formation with definite types of pore and confined waters, we can establish the precise place of the "zeolite formation" among other types of sedimentary rocks alteration and reveal the reasons for zeolites' polygenicity.

КОПОРУЛИН В.И., Геологический институт АН СССР, г.Москва, СССР

#### ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЦЕОЛИТООБРАЗОВАНИЯ В ОСАДКАХ И ОСАДОЧНЫХ ПОРОДАХ

Аутигенные цеолиты образуются на разных стадиях литогенеза: в диагенезе, катагенезе и начальном метagenезе. Их формирование связано с преобразованием алумосиликатных гелей, вулканического стекла, полевых шпатов, глинистых минералов и других алумосиликатов. Экспериментальные работы и прямое изучение химического состава иловых и поровых растворов в осадочных толщах континентов свидетельствуют, что цеолитообразование в диагенезе и раннем катагенезе развивается при наличии в осадках и породах щелочных интерстиционных растворов, в первую очередь растворов содового типа. В позднем катагенезе и начальном метagenезе цеолитообразующими могут быть интерстиционные растворы другого типа. Исследования гидрохимиков показывают возможность формирования иловых и поровых растворов содового типа в осадочных толщах современных океанов и морей, например в глубоководных "красных" океанических глинах, как правило, содержащих новообразованные цеолиты. Наиболее вероятно, что и здесь присутствие вод этого типа является главной причиной формирования цеолитов. Корреляция процессов аутигенного цеолитообразования с определенными типами поровых и пластовых вод позволяет более четко определить место "цеолитовой фации" в ряду других типов преобразования осадочных пород и раскрывает причины полигенности цеолитов.

ANALYSE DE FORMATION LITHO-FACIALE ET PALEO GEOGRAPHIQUE DES SEDI-  
MENTS MESOZOIQUES DE LA PLAQUE OUEST-SIBERIENNE

L'étape initiale des études de l'évolution des milieux paléogéographiques de la sédimentation des anciens bassins sédimentaires consiste en application de l'analyse de formation afin de déterminer les rangs de formation en horizontale et en verticale entrant dans un seul cycle tectonico-sédimentaire. Dans l'ensemble des formations mésozoïques plate-formiennes des sédiments de la plaque ouest-sibérienne sont délimités les types de formation les plus importants, à savoir: de l'écorce résiduelle de l'érosion du socle, volcanogène sédimentaire, essentiellement gris, subcharboneux gris, grés-argileux à glauconies, grés-argileux gris, argilo-siliceux bitumineux (domanicoïde), grés-argileux bariolé, terrigéno-siliceux. Les études de la structure intérieure et de la genèse de chaque formation sont basées sur les données des analyses paléogéographiques et litho-faciales. Les particularités de la structuration intérieure et de la genèse des formations plate-formiennes de la région se déterminent par une manifestation de l'assymétrie de la formation de structure, de la sédimentation (y compris l'accumulation de la matière organique dispersée) ainsi que par les zones climatiques générales et l'aridité du climat. En dehors de principaux types on a délimité un certain nombre des sousformations dont la formation est conditionnée par la présence des milieux de transition allant des milieux humiques terrestres vers ceux marins, marins arides et terrestres arides. La mise au jour des situations litho-faciales et paléogéographiques les plus importantes, l'établissement de leurs cartes en différentes échelles pour délimiter tant les zones importantes des accumulations d'huile et de gaz et les types génétiques des réservoirs naturels que les certains types des pièges d'huile et de gaz se présentent comme une étape finale de ces études. L'analyse litho-faciale du Mésozoïque a permis d'établir la classification des types des réservoirs gazopétrolifères développés dans la coupe mésozoïque de la plaque ouest-sibérienne où l'essentiel est présenté par les rangs génétiques déterminés par la prédominance des processus de litho-genèse.

КОРЖ М.В., ЗОНН М.С., ИГИРГИ, г.Москва, СССР

ФОРМАЦИОННЫЙ, ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

Первоначальный этап познания эволюции палеогеографических обстановок осадконакопления древних седиментационных бассейнов основывает-



ся на применении формационного анализа в целях выявления вертикальных и латеральных формационных рядов в едином тектоно-седиментационном цикле. В составе платформенных мезозойских образований осадочного чехла Западно-Сибирской плиты выделены следующие основные типы формаций: остаточной коры выветривания фундамента, вулканогенно-осадочная преимущественно сероцветная, сероцветная субугленосная, песчано-глинистая глауконитовая, песчано-глинистая сероцветная, битуминозная кремнисто-глинистая (доманикоидная), песчано-глинистая пестроцветная, кремнисто-терригенная. Изучение внутреннего строения и генезиса каждой формации основывается на данных литолого-фациального и палеогеографического анализов. Особенности внутреннего строения и генезиса платформенных формаций региона определяются проявлением асимметрии структурообразования, осадконакопления (в том числе накопления рассеянного органического вещества), общей климатической зональностью и неравномерной аридизацией климата. Помимо основных типов формаций выделены подформации, формирование которых обусловлено наличием переходных обстановок от гумидных наземных к морским и аридным морским к наземным. Заключительным этапом исследований является выявление основных литолого-фациальных и палеогеографических обстановок осадконакопления, разномасштабное картирование этих обстановок с целью выделения как крупных зон нефтегазонакопления, генетических типов природных резервуаров, так и отдельных типов ловушек нефти и газа. Литолого-фациальный анализ мезозойских отложений позволил создать классификацию типов нефтегазонасыщенных резервуаров, развитых в разрезе мезозоя Западно-Сибирской плиты, ядром которой являются генетические ряды, выделенные на основании преобладания процессов литогенеза.

KOSSOVSKAYA A.G., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### SPECIFIC FEATURES OF SEDIMENTARY MINERAL PROCESSES IN OCEANS AND ON CONTINENTS

The origin of the Earth's sedimentary cover is most clearly reflected in the composition and the history of formation of the main families of silicate rocks at different stages and types of lithogenesis.

The peculiarity of oceanic pelagic lithogenesis is determined by insufficient content (20-30%) of aluminosilicate rocks which are generally presented by a relatively uniform composition. This is contrasted to abundance (70-80%) of the sandy-clayey series on the continents and their considerably different composition.

Different types of mineral formation processes in oceans and continents are clearly reflected in the composition and crystallo-chemical features of clay minerals. A model of global distribution of clay minerals is considered for different geological environments of continents and oceans.

Two stratigraphic "storeys" in the mineralogical composition of the sedimentary cover of oceans have been established. Typical of the upper "storey" (Q-Ng) is the association of Fe-smectites and phillipsite. This association has no analogues observed on the continents. The lower "storey" (Pg-Cr) commonly has the association of opal C-T-cristobalite. Peculiarities of the second association in the synchronous series of oceans and continents are discussed. The same age levels are registered in the degree of alteration and association of newly-formed minerals of altered oceanic basalts. The causes of specific features of authigenic mineral formation of these two storeys" are considered.

The most important features of oceanic lithogenesis is intense accumulation of potassium by authigenic minerals of the sedimentary cover and altered basalts (smectite, celadonite, zeolite). The concept of initial continentalization of the oceanic crust is discussed.

КОССОВСКАЯ А.Г., Геологический институт Академии наук СССР, г.Москва, СССР

#### СПЕЦИФИКА ПРОЦЕССОВ ОСАДОЧНОГО МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЯ В ОКЕАНАХ И НА КОНТИНЕНТАХ

Наиболее полная информация о происхождении осадочного чехла Земли содержится в составе и истории формирования алюмосиликатных пород, устанавливаемых для разных типов и стадий литогенеза.

Специфика океанического литогенеза определяется незначительным количеством алюмосиликатных пород в осадочном чехле пелагиали (20-30%) и однообразии минерального состава пелагических глин. Это резко контрастирует с распространением различных семейств песчано-глинистых пород на континентах (70-80%) и разнообразием их минерального состава. Обсуждаются причины этих различий.

Наиболее ярко разный характер минералообразования в океанах и на континентах фиксируется в составе глин и цеолитов. Рассматривается схема глобального распространения и кристаллохимических особенностей глинистых минералов и цеолитов в породах стратифицированных формаций разных геологических обстановок континентов и океанов. Установлено, что осадочный слой океанов имеет двучленное строение. Для верхнего этажа (Q-N) характерна ассоциация Fe-сметитов и феллиппита. Аналоги на континентах отсутствуют. Для нижнего этажа (Pg-Cr) типична

ассоциация кристобалита (порцелланиты-кремни), Fe-сметитов, паллгорскита и клиноптилолита. Обсуждается специфика второй ассоциации в одновозрастных отложениях океанов и континентов. Эти же два возрастных уровня фиксируются в океанах и преобразованиях базальтового субстрата.

Важной особенностью океанического литогенеза является интенсивное накопление калия новообразованными минералами осадочного слоя и измененных базальтах. Обсуждается концепция начальной континентализации океанической коры.

ZBIGNIEW KOTANSKI, Poland

#### RADIOCARBON AGES AND SPEED OF FORMATION OF ALLUVIAL TIN DEPOSITS ON THE JOS PLATEAU, NORTHERN NIGERIA

Alluvial tin deposits, widely exploited on the Jos Plateau, considered up to now as Pleistocene (on the base of Palaeolithic implements), in reality belong to Holocene. This conclusion is based on the radiocarbon data of fossil wood from Older Alluvium, closed between 8610-2590 y.B.P. These results mean that the main period of formation of tin deposits in Nigeria is contemporaneous with pre-dynastic and early dynastic history of Ancient Egypt. The time of aggradation of Older Alluvial deposits was relatively long from historical point of view (about 5000 years), but was rather short in the geological time scale. These Older Alluvial deposits sedimented on a very differentiated morphology, in river beds, forming progressively developing river system, independent from the recent river channels. Black clays, very typical of Older Alluvium, were deposited in lakes, filling the limited depressions in this "Egyptian" palaeorelief, which is being exhumed now by mining and erosion. There are no direct dates for fanlomeratic Younger Alluvial deposits, but their age should be placed somewhere between the end of deposition of Older Alluvium (ca 675 y.B.C.) and the time of formation of Youngest Alluvial terrace deposits with the radiocarbon age about 240 y.B.P., i.e. about 1735 y.A.D. Thus the time of formation of Younger Alluvium embraced about 1000 years only and should most probably correspond to the time of development of Nok culture. The speed of sedimentation was very fast, connected with torrential rains and fanlomeratic character of deposition.

Such surprisingly young age of deposition of alluvial tin deposits on the Jos Plateau results in the rejection of the formerly accepted views of their Pleistocene age as well as desactualisation of all previous correlation of Pleistocene events between Sudanese and Euro-



pean areas. The recent morphology of Jos Plateau has no relation with Pleistocene pluvial and interpluvial periods, and resulted rather from the vertical Neogene and neotectonic movements, accompanied by some climatic changes.

KOVACS, SANDOR, Hungarian Geological Survey, Budapest, Hungary

#### MAJOR EVENTS OF THE TECTONO-SEDIMENTARY DEVELOPMENT OF THE NORTH HUNGARIAN PALAEO-MESOZOIC

The oldest synsedimentary movements in the Bükkium are Lower-Middle Devonian volcanotectonic ones resulting in olistostromes with tuffitic matrix and limestone olistoliths. In the Upper Devonian a carbonate platform environment and a basinal one with continuing volcanism formed. The Bükkide domain did not consolidate during the Variscan tectogenesis, which caused only synsedimentary movements without stronger folding or metamorphism. During the Sudetic phase the former carbonate platform disrupted and a flysch basin came into existence. The Leonian phase was followed by the shallowing of the sea. The shallow marine sedimentation was probably broken by local uplift in the Lower Permian.

The Triassic rifting led to the formation of a central, open marine (partly oceanic?) basin, flanked both from the S and N by wide carbonate shelves. The (Eastern) Bükk was part of the Southern, mobile shelf, with significant volcanism, local uplifts and intraplateau basins. The Rudabánya Triassic and the Meliata Triassic in Slovakia belonged to the open marine basin, while the Silica nappe (Aggtelek-Slovak Karst) was part of the more stable, northern Carpathian, shelf. In these northern units the first sign of the rifting (or a pre-rift?) is the presence of basic and ultrabasic rocks in the Upper Permian - Lowermost Triassic evaporites. The main phase of the rifting began in the Middle Anisian, when the uniform carbonate platform broke down and pelagic sediments occurred. In the central basin deep water sediments deposited throughout the rest of the Triassic, partly below the CCD.

After the Triassic the outer shelf region of the Bükkium collapsed and an "eugeosynclinal" Jurassic followed, with a non-complete ophiolite suite. The Jurassic sedimentation in the Rudabánya Mts. was similar in many respects, but only with a rhyolitic volcanism. Lower Cretaceous is not yet known in N Hungary. Senonian conglomerates in the Bükkium followed the first phases of nappe building.

KRAPIVENTSEVA V.V., Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Science Centre, USSR Academy of Sciences, Khabarovsk, USSR  
KRASNOV E.V., Far East Institute of Geology of the Far East Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Vladivostok, USSR

#### FACIAL AND PALEOGEOGRAPHICAL CONDITIONS OF FORMATION OF FAR-EASTERN PHANEROZOIC CARBONACEOUS-SILICEOUS THICK SERIES

In Far-Eastern (Primor'ie, Sakhalin, Kamchatka) sedimentary deposits of different ages, beginning from Cambrian to Neogene inclusive, carbonaceous-siliceous thick series mainly of biogenic nature are widely spread. Carbonates are represented by organogenic (algal, crinoidal, foraminiferal, coral, etc.) and organogenic-clastic limestones, here and there dolomitized and sometimes biochemical. Siliceous assemblages contain up to 90% of the shells of radiolariae remains, diatomaceous algae, etc. Lateral conjugation of carbonaceous-siliceous sediments indicates a successive change of facies - from shallow-water shelf to more deep-water, formed under conditions of continental slope. On the basis of the study of radiolariae from the siliceous thick series containing limestones with the remains of reef-forming corals (Triassic - Upper Triassic of the Dalnegorsk region) there are distinguished facies characteristic of island arc basins, deep enough for vertical water and current circulation and also abundant in islands, banks, reefs, that created a great variety of ecological niches for fauna and flora development.

The presence of spilites, diabasic lavas and porphyrites, tuffs, tuffites in carbonaceous-siliceous thick series is indicative of their formation during intensive underwater and above-water sub-aerial volcanism. Lineal elongation of tufogenic-carbonaceous-siliceous sediments for tens and sometimes hundreds of kilometers, confined to them ore mineralization and thermal waters make it reasonable to suggest their close connection with deep faults. All this allows to regard carbonaceous-siliceous thick series as a specific formational type characteristic mainly of geosynclines at early stages of their development, and sometimes developed at the orogenic stage. Examples of the latter are tuffosilicites of the Utkholokskaya, Viventetskaya and Kuluvuenskaya suites of Lower Miocene, tuffodiatomites of the Ermanovskaya and Etolonskaya suites of Upper Miocene in West Kamchatka.

КРАПИВЕНЦЕВА В.В., Ин-т тектоники и геофизики ДВНЦ Академии наук СССР, г. Хабаровск; КРАСНОВ Е.В., Дальневосточный геологический ин-т ДВНЦ Академии наук СССР, г. Владивосток, СССР

#### ФАЦИАЛЬНЫЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАРБОНАТНО-КРЕМНИСТЫХ ТОЛЩ ФАНЕРОЗОЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В осадочных отложениях самого различного возраста начиная с кембрийских по неогеновые включительно на Дальнем Востоке (Приморье, Сахалин, Камчатка) широко распространены карбонатно-кремнистые толщи преимущественно биогенной природы. Карбонаты представлены органогенными (водорослевые, криноидные, фораминиферовые, коралловые и др.) и органогенно-обломочными известняками, местами доломитизированными, иногда биохемогенными. Кремнистые образования содержат до 90% раковин остатков радиолярий, диатомовых водорослей и др. Латеральная сопряженность карбонатных и кремнистых отложений друг с другом указывает на последовательную смену фаций – от мелководных шельфовых до более глубоководных, образующихся в условиях континентального склона. На основании изучения радиолярий из кремнистых толщ, вмещающих известняки с остатками рифообразующих кораллов (триас-верхний триас Дальнегорского района), выделяются фации, характерные для бассейнов островных дуг, достаточно глубоких для вертикальной циркуляции вод и течений, но изобилующих также островами, мелями, рифами, что создает большое разнообразие экологических ниш для развития фауны и флоры.

Наличие среди карбонатно-кремнистых толщ спилитов, лав, диабазов, диабазовых порфиров, туфов, туффитов указывает на формирование их в обстановке интенсивного подводного и надводного наземного вулканизма. Линейная вытянутость туфогенно-карбонатно-кремнистых отложений на многие десятки, порой сотни километров, приуроченность к ним выходов рудной минерализации, термальных вод дает основание говорить об их тесной связи с глубинными разломами. Все это позволяет видеть в карбонатно-кремнистых толщах особый формационный тип, присущий геосинклиналям на ранних этапах их развития, а иногда развитый и на орогенном этапе. Примером последнего являются туфосилициты утхолокской, вивентекской и кулувенской свит нижнего миоцена, туфодиатомиты эрмановской и этолонской свит верхнего миоцена Западной Камчатки.



## GENETIC TYPES; FACIES AND FORMATIONS OF SEDIMENTARY ROCKS

There are different points of view on the meaning of the discussed notions. In this report the opinion of the author is presented. Under genetic type we understand a complex of sedimentary rocks of a definite composition, formed in distinct paleogeographic environment under the effect of a specific geological process; often with specific geomorphology on land or sea floor. Under facies we understand deposits which differ in composition and origin from the adjacent coeval facies. Under formation we understand a paragenesis of genetic types, which are formed in the same paleogeographic and tectonic setting. These notions employed in the suggested meaning help to reconstruct paleogeographic conditions and consequently to prospect and estimate mineral resources. Several examples are considered. In a Late Paleozoic fore-deep on the western slope of the Urals in the Early Permian a reef formation was developed with corresponding genetic types and facies relationships. Knowledge of these relations helps to estimate oil and gas content of the deposits. On the territory of the Big Donets Basin in the tectonic setting of a Carboniferous fore-deep and on the southern slope of the Voronezh Arch, there are several coal-bearing formations. Each shows its own genetic types and specific facies relationships. Their knowledge helps to establish the distribution of coal seams and other features. The south-eastern slope of the Voronezh Arch shows bentonite (montmorillonite) clays of Eocene age. The genetic study of these deposits has shown that they are distributed among different littoral and neritic genetic types and that the clays are derived from volcanic ash. The facies interrelations show that the ash came from big ash clouds, but the source of the pyroclastics is yet unknown. Nevertheless the facies analysis gives us some indications for future prospecting works.

КРАШЕНИННИКОВ Г.Ф., Московский государственный университет,  
геологический факультет, г. Москва, СССР

## ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ, ФАЦИИ И ФОРМАЦИИ ОСАДОЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

По поводу содержания каждого из рассматриваемых понятий имеются разные точки зрения. В докладе представлено направление, развиваемое автором. Под генетическим типом понимается комплекс отложений определенного состава, образовавшихся в одной физико-

географической обстановке, преимущественно под действием одного ведущего геологического агента и часто имеющий характерное геоморфологическое выражение на суше или на морском дне. Под фацией понимаются отложения, различающиеся составом и условиями образования от соседних одновозрастных отложений. Под осадочной формацией понимается парагенезис генетических типов отложений, образовавшихся в общей палеогеографической обстановке и в условиях одного геотектонического режима.

Изложенное содержание рассмотренных понятий помогает их использованию при генетическом анализе, палеогеографических реконструкциях, поисках и оценке полезных ископаемых. Так, в условиях позднепалеозойского краевого прогиба на западном склоне Урала в ранней перми имело место развитие рифовой формации с соответствующим набором генетических типов и фациальными соотношениями. Знание их помогает точнее прогнозировать нефтегазоносность соответствующих отложений.

На территории Большого Донбасса в геотектонических условиях краевого прогиба и платформенного склона Воронежской антеклизы выявлено несколько угленосных формаций, характеризующихся своими наборами генетических типов и фациальными соотношениями между ними. Знание этих соотношений помогает правильнее выявлять закономерности распределения угленосности на этой обширной территории.

На юго-восточном склоне Воронежской антеклизы обнаружены и изучены бентонитовые глины эоценового возраста. Генетический анализ этих отложений, выполненный с изложенных позиций, позволил установить природу этих глин, образованных продуктами разложения мощного пеплопада, и дать практическую оценку залежей, а также наметить пути их поисков.

KROPACHEVA S.K., Institute of Mineral Resources, Ministry of Geology of the Ukr SSR, Simferopol, USSR

#### FOR THE PROBLEM OF FACIES ANALYSIS OF CALCIUM SULPHATE DEPOSITS

The classification of syngenetic and secondary structures of sedimentary sulphate rocks has been carried out on the results of petrographic study of deposits of Neogene halogenic formations of the Ukraine and Upper Jurassic of the Middle Asia. The main lithofacies of anhydrite-gypsums with due regard for data on recent and ancient facies conditions of halogenesis have been distinguished. Deep water conditions of sedimentation characterize even-bedded monosulphate rocks and clay-sulphate varves. The primary form of deposition is small idiomorph crystals of gypsum. Anhydritization

recrystallization, hypergene hydration of monosulphates stipulate secondary massive homogeneous structures. Gypsum with large crystals, oriented subvertically, is typical of a shallow water zone. The secondary structures of monomineral rocks are massive homogeneous ones, textures are fine-grained ones. Coarse-crystalline gypsum with impurities of clays, carbonates will acquire a secondary spotted habit owing to the pseudo-morphs of anhydrite on gypsum of various degree of survival. The carbonaceous-sulphate rocks of porphyraceous and nodular structures are formed subaerially in coastal paleosabkha of supratidal zone. The primary form of calcium sulphate is gypsum, crystals of which during the growth separate mechanically marine or lagoon carbonaceous sediments, deposited earlier, and replace them metasomatically. The secondary structures of these rocks are enterolithic, mosaic, loop-shaped ones. In the subtidal zone the wavy-bedded carbonate-sulphate deposits are accumulated. The sulphate rocks with the structure of columnar stromatoliths are characteristic also of paleosabkha. The clastic sulphate rocks (facies of submarine currents), evidence of erosion by water and slumping of sediments have been ascertained in studied formation. The genetic analysis of anhydrite-gypsums allows to detail the position of lithofacies zones in rock masses of evaporites. This analysis is a necessary element of a scientifically-founded forecast of many commercial minerals (sulphur, celestine, borates and others).

КРОПАЧЕВА С.К., Институт минеральных ресурсов, Министерство геологии УССР, г.Симферополь, СССР

#### К ПРОБЛЕМЕ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО АНАЛИЗА ОТЛОЖЕНИЙ СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ

Произведена классификация сингенетичных и вторичных текстур осадочных сульфатных пород по результатам петрографического изучения отложений неогеновых галогенных формаций Украины и верхнеюрской - Средней Азии. Выделены основные литогенетические типы гипсоангидритов с учетом данных по современным и древним фациальным обстановкам галогенеза. Глубоководные условия осадконакопления характеризуют горизонтально-слоистые моносulfатные породы и глинисто-сульфатные ритмиты. Первичная форма осаднения - мелкие идиоморфные кристаллы гипса. Ангидритизация, перекристаллизация, гипергенная гидратация моносulfатов обуславливают вторичные массивные однородные текстуры. Мелководной зоне свойственны гипсы с крупными кристаллами, ориентированными субвертикально. Вторичные текстуры мономинеральных пород - массивные однородные, структуры-мелкозернистые. Крупнокристаллические гипсы с примесью глин, карбонатов приобретают вторичный пятнистый облик за счет псевдоморфоз ангидрита по гипсу разной сте-



пени сохранности. В прибрежной палеосебке в надприливной зоне суб-аэралью формируются карбонатно-сульфатные породы порфировидной и нодулярной текстур. Первичной формой сульфата кальция является гипс, кристаллы которого при росте механически раздвигают ранее отложенные морские или лагунные карбонатные осадки и метасоматически их замещают. Вторичные текстуры этих пород - энтеролитовая, мозаичная, петельчатая. В подприливной зоне накапливаются волнистослоистые карбонатно-сульфатные отложения. Для палеосебки характерны также сульфатные породы с текстурой столбчатых строматолитов. В изученных формациях установлены обломочные сульфатные породы (фашия подводных течений), признаки внутриформационных размывов и оползания осадков. Генетический анализ гипсоангидритов позволяет детализировать положение литолого-фашиальных зон в толщах эвапоритов, что является необходимым элементом научно обоснованного прогноза многих полезных ископаемых (сера, целестин, бораты и другие).

YANG KUANG, Company of Coal Geology and Exploration of Shanxi Province, Taiyuan, China

#### EXPLANATION OF THE DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS BY THE USE OF WELL LOGGING IN COAL FIELD EXPLORATION

Coal is a kind of bedded solid mineral deposits. To study its depositional environment is very important for new coal fields prognosis and promoting coal field prospection.

At present well logging is extensively used in the coal geological prospection. But the log was primarily used to explain the problems dealing with geology and geological structures, such as to explain coal beds, lithological characters, faults and columnar depressions, coal quality and the physical properties of rocks, and so on. To explain the depositional environment by the use of well logging studies have only begun in recent years. Taiyuan Xishan coal field of Shanxi Province is the location of type sections of Permo-Carboniferous system of North China. On the basis of extensive information on Xishan coal field logs the article suggests that the lithological characters can be effectively determined by the well log curves and provides important information on the physical conditions of depositional environments.

On the other hand, the Permo-Carboniferous strata consist mainly of clastic rocks, argillites, carbonatites and coal beds. Clearly seen between them there are stable key horizons, such as sandstones, limestones and coals, which provide favourable conditions for the depositional environment studies. The curves of sand body from different depositional environments are different, but the

change of curve forms has its regularities. For a certain depositional cycle, we can describe the deposition of sandstone and limestone qualitatively and quantitatively by the use of log curves. Taiyuan formation is an interbedded marine-continental coal measure the cyclic textures are obvious and limestones are the key horizons. Shanxi formation is a continental coal measure, its lithological character and lithofacies are changeable and sandstones are the main horizons, so it allows to explain the environment by the use of comprehensive marks of well log curves.

KUZNETSOV V.G., I.M. Gubkin Institute of Petrochemical and Gas Industry, Moscow, USSR

#### REEF FORMATION IN THE EARTH HISTORY

The interconnection and interdependency of bio-, morpho- and lithogenesis are distinctly seen in reefs. The predominance of biogenic and biotchemogenic mechanism of carbonic sedimentation results in mineralogical specific character of the reefs, high rate of the material sedimentation and growth of reef colonies, the formation of specific structures and textures that causes specifically reef facies zoning. Postsedimentation processes are characterized by extreme intensity and these processes drive to rapid formation of stable mineralogical forms, considerable recrystallization, dolomitization and matter redistribution. Before the Cambrian period the structures were characterized by a poor composition of reef-builders, containing calcite and dolomite, uniformity of structures, primitive morphology, small capacity and height; principal differences of platform and geosynclinal structures are not discovered. In Paleozoic all morphological genetic types of reefs were known, atolls and asymmetric systems including. Various kinds of reef biocoenosis are the most characteristic phenomena with mainly calcite composition of reefs and great capacity and height as well as essential differences of geosynclinal and platform structures. Paleogeographic types of reef forming basins are peculiar. Mezoanozoic reefs are built by limited in composition but trophically balanced and extremely productive biocoenosis, they are made up by aragonite and high magnesian calcite. Reef capacity and height, their morphological facies differences are at the maximum level. Main reef formation is connected with geosynclinals and at the second half of the stage with oceans. Relative maximum in the reef formation occurs at the Early Cambrian, Silurian, Devonian, Permian, Late Triassic, Eocene-Anthropogene; in other words they are moved relatively to the maximum of carbonate sedimentation and correspond to the moments of active tectonic movements.

## РИФООБРАЗОВАНИЕ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

В рифах отчетливо проявляются взаимосвязь и взаимообусловленность процессов био-, морфо- и литогенеза. Преобладание биогенного и биохомогенного механизма осадчения карбонатного материала ведет к минералогической специфике рифов, высокой скорости осадчения материала и роста сооружений, формированию особых структур и текстур и обуславливает специфически рифовую фациальную зональность. Характерна повышенная интенсивность постседиментационных процессов, ведущих к быстрому образованию стабильных минералогических форм, значительной перекристаллизации, доломитизации, перераспределению вещества.

Докембрийские постройки характеризовались бедным составом рифо-строителей, кальцитовым и доломитовым составом, однообразием структур, простой морфологией, малой мощностью и высотой; принципиальных различий платформенных и геосинклинальных построек не обнаружено. В палеозое известны все морфолого-генетические типы рифов, в том числе атоллы и асимметричные системы. Характерны разнообразные рифовый биоценоз и преимущественно кальцитовый состав рифов, их большая мощность и высота, существенные различия геосинклинальных и платформенных сооружений; своеобразны палеогеографические типы бассейнов рифообразования. Мезокайнозойские рифы построены ограниченным по составу, но трофически сбалансированным и чрезвычайно продуктивным биоценозом, сложены арагонитом и высокомагнезиальным кальцитом. Мощность и высота рифов, их морфолого-фациальная дифференциация достигли максимума. Основное рифообразование связано с геосинклиналями, а со второй половины этапа - с океанами. Относительные максимумы рифообразования приходятся на ранний кембрий, силур, девон, пермь, поздний триас, эоцен-антропоген, т.е. сдвинуты относительно максимумов карбонатакопления вообще и соответствуют моментам активизации тектонических движений.

LANGBEIN, ROLF, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, GDR

## MICROFACIES ANALYSIS OF SANDSTONES

Like the microfacies analysis of limestones also an analysis of microfacies of sandstones, i.e. an analysis of thin sections of sandstones, gives important references concerning the reconstruction of the sedimentary environment, the early diagenesis and the



paleogeographical interpretation. This method has a great importance in the investigation of terrestrial sedimentary sequences which are poor in fossils, especially if they occur as drilling profiles.

A lot of sedimentological and early diagenetical features, which have to be obtained from thin sections of sandstones can be used for an environmentally determined classification. They are features which occur in the microscopic and macroscopic dimension as well as features which can be only obtained in the microscope.

For example,

- a) Grain-size frequencies, grainshapes, microsorting
- b) Primary sedimentary structures, e.g. types of bedding
- c) Biogenical and abiogenical disturbances of bedding structures, intraformational lime- and clayclasts
- d) Clastic relics, especially feldspars, heavy minerals and metastable lithoclasts
- e) Matrix and early cements
- f) Autochthonous and allochthonous biogenes, carbonates, phosphorites and coal.

Some of these features are typomorph with regard to different environments, the other ones can be interpreted only in complex. In all the analyses of the microfacies of sandstones can be used with good results for the interpretation of the environment.

LEGGETT J.K., Department of Geology, Imperial College of Science and Technology, London, U.K.

PLATT J.P., Department of Geology and Mineralogy, University of Oxford Oxford, U.K.

#### SEDIMENTATION AND TECTONICS IN THE MAKRAK (BALUCHISTAN) FORE-ARC. DURING LATE MIOCENE-PLIOCENE

In the Makrak region of Pakistan, the widest known fore-arc of a currently subducting active margin, accretion has apparently been in progress above northward-underthrusting Gulf of Oman oceanic crust since Late Cretaceous times. In the Coastal Makrak Range, Upper Miocene-Pliocene strata of slope, shelf and paralic origin are preserved in broad (c. 20-30 km) open, assymetric, elliptical synclines. Older (Early-Middle Miocene) basinal deposits of the accretionary substrate were apparently being deformed, principally by thrust faulting and assymmetric folding, while the slope-shelf-paralic

strata accumulated above them. The latter, which locally reach 7 km in thickness, record a fascinating interplay between sedimentation and tectonics.

In the Pasni area of the Coastal Makran Range the Kulanch syncline predominantly preserves interbedded sandstones and mudstones deposited on a storm wave-dominated shelf. Associated deposits are of littoral and paralic facies; local conglomerates are of fandelta origin. The shelf deposits are strongly cyclic, comprising coarsening-upward sequences averaging several tens of metres in thickness, themselves arranged in megacycles which record intervals of coastal advance and retreat. Along-strike facies variations indicate that the predominant control on sedimentation was sediment supply in the hinterland. The principal manifestation in the shelf deposits of tectonism in the accretionary substrate is the abundance of "jumbled beds" large scale ball-and-pillow and quick-bed features in the thicker sandstones.

S.LEGUEY, J.A.MEDIA, R.GARCIA GIMENEZ, Dpto. de Geologia y Geoquímica  
Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain

#### DIAGENETIC EVOLUTION OF ARCOSIC MATERIALS FROM THE SOUTH MARGIN OF DUERO BASIN (Segovia, Spain)

The evolution of Mesiniense-Pliocene arcose materials are studied. These materials come from the erosion of granites and gneisses which are the main source materials of the Central Massif in the Iberian Peninsula. They are currently forming alluvial fans that extend into the interior areas of the basin.

The sedimentological evolution and the multi-layers type of the percolated waters generate well defined geochemical conditions for the clay minerals formation.

Fabric and mineralogical investigations using MEB, and EDAX, IP, DRX, procedures have permitted to characterize primary minerals, authigenic minerals and their interrelationships.

In the upper fan areas a turbostratic fabric type is recognized. Mineralogical studies indicate that the solution processes are dominated with the feldspars and with less intensity in the quartzs. On the same time authigenesis of beidellite minerals are observed on altered feldspars. Besides the ~~biotites~~ are mainly transformed to vermiculites. In the zones with high permeability microaggregates porous of caolinite and - fibrous illite are developed. In the distal fan an orientated microaggregated fabric are observed. The mineralogical composition indicates

a general tendency to the autogenetic trioctahedral smectites with laminar structures. This smectites are associated with siliceous minerals of the opal-cristobalite type. In the swamp areas matrix fabric types are observed indicating confined waters where trioctahedral smectites are formed as well as carbonates with sepiolite or palygorskite.

LEMONE, DAVID V., Department of Geological Sciences, The University of Texas at El Paso, El Paso, Texas, USA

#### PALAEOSOIC CARBONATES OF THE FRANKLIN MOUNTAINS, TEXAS AND NEW MEXICO

The Palaeosoic of the Franklin Mountains is underlain by Riphean carbonite, clastic and volcanic strata (1,674m) which is intruded by an extrusive-intrusive ring dike complex (950 m.y.).

Palaeosoic strata (2,717m) are dominantly carbonates. The 23 formations of this sequence are divisible into 9 discrete sedimentological units: Early Ordovician Bliss Sandstone and El Paso group, Late Ordovician Montoya group, Early and Middle Silurian Fusselman Dolomite, Middle Devonian Canutillo Formation, Late Devonian Percha Shale, Late Mississippian basinal to shallow water carbonites, Early and Middle Pennsylvanian Magdalena group, Late Pennsylvanian Panther Seep Formation, and Early Permian (Wolfcamp) Hueco group. Exceptional carbonite features included in the sequence are *Pulchrilamina spinosa* mounds (El Paso group), phylloid algal mounds (Pennsylvanian-Permian), distal carbonite turbidites (Mississippian), palaeokarsting evaporites (Late Pennsylvanian) and colonial coral shoals (Late Ordovician and Early Permian). All nine of the sedimentological units, with the exception of the Percha Shale source rock, are productive reservoir rocks in the Permian basin.

The overlying Cretaceous (1,401) consists of carbonites and elastics of Aptian (?) Albian-Turonian age. These sediments are overlain by Cenozoic thick bolson fill clastic deposits and surface exposures of Late Blancan and Irvingtonian clastics.



LeMONE D.V., PINGITORE N.E., GOODELL PH.C., The University of Texas at El Paso, El Paso, Texas, USA; BRUCE STEGE, Sohio Oil, San Francisco, California, USA; MITCHELL S.M., Mobile Oil Corporation, Houston, Texas USA.

#### CRETACEOUS CARBONATES OF THE WESTERN MARGIN OF THE CHIHUAHUA TROUGH, CENTRAL CHIHUAHUA, MEXICO

The Albian-Cenomanian carbonates of the Sierra Pena Blanca and Sierra Gomez provide an excellent model for shelf edge, basinal, and off-shore bank deposits on the western margin of the Chihuahua trough. The western Aldama platform-Chihuahua trough sequence at Sierra Pena Blanca is typified by rapid west-to-east facies transitions: supratidal sabkha muds (west), backreef lagoonal calcarenites, core reefoid boundstones and stacked biostromes of primarily caprinid (up to 40 cm in length) and radiolitid (up to 10 cm in diameter) rudists with minor solitary scleractinid corals, forereef talus debris, fore-reef slope muds, and basinal deposits with planktonic forams. This Albian sequence is overlain by a transgressive basinal unit of argillaceous limestone and calcareous shale.

Sierra Gomez is 25 km east of the Aldama platform shelf edge within the Chihuahua trough. It is a sequence (500m) of shallow water carbonates representing an offshore bank or platform probably surrounded by basinal deposition. It is assigned to Albian age on the basis of forams. Sponges, corals, gastropods, bivalves (including radiolitid and requienid rudists), serpulids and echinoids. Algae, with the exception of blue-green stromatolites, are not recorded.

Sierra Gomez contains hexavalent uranium deposits in relatively impermeable limestone which are concentrated in faults, fractures, and palaeokarst features. The uranium was probably leached from overlying Cenozoic ash flow tuffs (37.5 m.y.) and transported in a low temperature groundwater environment. Precipitation was probably caused by reducing conditions provided by organics and/or sulfides. Reasonable analogs to these deposits are in the Madison Formation (Mississippian) in Montana and Wyoming and the Todilto Formation (Jurassic) in the San Juan Basin, New Mexico.

LIZALEK N.A., MADARAS A.I., Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGG&MS), Ministry of Geology of the USSR, Novosibirsk, USSR

#### FORM OF SILICON MIGRATION IN WEATHERED LAYER

Current data show that during the alumosilicate weathering silicon passes into solution as ions, which hydrolyze to form monomeric si-

lilic acid. Investigation of silicic acid composition in natural waters of weathered layer demonstrated that considerable and even prevailing part (50-100%) is, when sampling, in polymeric form. Maximum content of the latter is observed directly when natural ultrafresh waters interact with rocks, in time their depolymerization up to monomer (monomer-dimer) took place. Dissociation time varies depending on solution composition, pH and temperature from the first days to some months. Equilibrium concentration of polysilicic acids and monomer is 3,5-78%, the relative amount of the former being higher with decreasing total silica concentration. Long-term contact of solutions with rocks causes the increase of silicic acid content as well as the growth of monomer part. Composition of silicic acids in solutions, forming during mineral destruction, is tested experimentally. The amount of polymeric silicic acids, their complexity (in equal experiment conditions) are determined by the composition and crystalline structure of original aluminosilicates. High relative concentration of polymeric silicic acids with lower total concentration of silica in ultrafresh waters of hypergenesis zone is possible only on conditions of constant input of silicon due to aluminosilicate destruction. It enables to determine the landscape areas with maximum developed processes of modern rock weathering and to concretize the conditions of bauxite formation.

ЛИЗАЛЕК Н.А., МАДАРАС А.И., Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Мингео СССР, г. Новосибирск, СССР

#### ФОРМА МИГРАЦИИ КРЕМНИЯ В ЗОНЕ ВЫВЕТРИВАНИЯ

По современным представлениям при разрушении алумосиликатов кремний переходит в раствор в виде ионов, которые гидролизуются с образованием мономерной кремнекислоты. Изучение состава кремниевых кислот в природных водах зоны выветривания показало, что значительная и даже преобладающая часть их (50-100 %) находится в момент отбора проб в полимерной форме. Максимальное содержание последних наблюдается непосредственно при взаимодействии природных ультрапресных вод с породами. Со временем происходит их деполимеризация до мономера (мономер-димера). Время распада меняется в зависимости от состава растворов, pH и температуры от первых дней до нескольких месяцев. Равновесное с мономером содержание поликремниевых кислот составляет 3,5-78 %, причем относительное количество их увеличивается по мере снижения общей концентрации кремнезема. Длительный кон-

такт растворов с породами ведет не только к росту содержания кремнекислот, но и увеличению роли мономера.

Состав кремнекислот в растворах, образующихся при разрушении минералов, проверен экспериментально. Количество полимерных кремнекислот, их сложность определяются (при одинаковых условиях эксперимента) составом и кристаллической структурой исходных алюмосиликатов.

Высокое относительное содержание полимерных кремнекислот при низкой общей концентрации кремнезема в ультрапресных водах зоны гипергенеза возможно лишь при интенсивной фильтрации вод и постоянном поступлении в них кремния за счет разложения алюмосиликатов. Это дает возможность определять участки ландшафтов с максимально развитыми процессами современного выветривания пород и конкретизировать условия формирования бокситов.

LOGVINENKO N.V., Leningrad State University, Leningrad, USSR

#### STAGES AND ZONES OF POST-SEDIMENTATION ALTERATION SEDIMENTS OF THE CONTINENTS AND THE OCEANS

In sediments and sedimentary rocks of the continents the following stages and, correspondingly, zones are distinguished:

1. Zone of diagenesis, Quaternary, seldom Neogene sediments of the lakes and inner seas and land. Thickness of the zone is from 10m to several hundred m.
2. Zone of katagenesis - from Neogene to Eocambrian sediments. On the platform thickness of the zone is from several hundred m to several km. In the geosyncline and fore-deep it is 6-8 km.
3. Zone of metagenesis - from Cretaceous to Eocambrian sediments in the geosynclines and Precambrian sediments on the base of platforms. Thickness of the zone is from several km in eugeosynclines to 8-10 km in miogeosynclines and fore-deep. Zone metagenesis downwards develops into facies green schists.

In the sedimentary layer of the ocean - 1 layer of oceanic crust - nonconsolidated sediments the following zones are distinguished:

1. Zone of diagenesis - from Quaternary to Cretaceous terrigenous, carbonate and siliceous deep water ocean floor sediments, siliceous sediments near continent and outlying seas. Thickness of the zone is from 200-300 to 800-1000m. In Quaternary-Neogene sediments, all types near continent, in regions of high heat flow and deep water troughs are 100-200m thick.



2. Zone of katagenesis - in the lower part of layer I and upper part of layer II of oceanic crust in Cretaceous-Jurassic ocean floor sediments and near continent, regions of high heat flow and deep water troughs in sediments from Jurassic to Neogene. Thickness of the zone is from a hundred to 500 - 700 m.

3. Zone of metagenesis and green schists is determined by samples of dredging only. It is possible in the lower part of layer II of oceanic crust.

ЛОГВИНЕНКО Н.В., Ленинградский государственный университет, г. Ленинград, СССР

## СТАДИИ И ЗОНЫ ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИИ ОСАДОЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ КОНТИНЕНТОВ И ОКЕАНОВ

По изменению физических свойств и парагенезов аутигенных минералов в осадочных образованиях континентов выделяются стадии и соответствующие им зоны.

1. Зона диагенеза - осадки озер и внутренних морей и четвертичные, реже неогеновые наземные осадочные образования. Мощность зоны от десятков м до первых сотен м.

2. Зона катагенеза в отложениях от неогена до эокембрия. На платформах мощность зоны от нескольких сотен м до первых км, в геосинклиналях и передовых прогибах 6-8 км и больше.

3. Зона метагенеза в отложениях от мела до эокембрия в геосинклиналях, на платформах в докембрийском фундаменте платформ. Мощность зоны от первых км в эвгеосинклиналях до 8-10 км в миогеосинклиналях и передовых прогибах. Нижняя часть зоны коррелируется с мусковит-хлоритовой субфацией и книзу переходит в фацию зеленых сланцев регионального метаморфизма.

В океанах в I слое океанической коры - неконсолидированных осадков-выделяются:

1. Зона диагенеза в терригенных, карбонатных и кремнистых осадках ложа океана и в кремнистых осадках приконтинентальной области и окраинных морей в отложениях от четвертичных до меловых. Мощность зоны от 200-300 м до 800-1000 м. В приконтинентальной области в терригенных и карбонатных осадках, а также в районах высокого теплового потока и в глубоководных желобах во всех типах осадков мощность зоны 100-200 м и, как правило, она не выходит за пределы неогена. Низкотемпературные изменения базальтов и гиадокластиков аналогичны диагенетическим.

2. Зона катагенеза в низах I и верхах II слоя океанической коры в отложениях мела и юры ложа океанов, в приконтинентальной

области, районах высокого теплового потока и глубоководных жёлобах в отложениях от юры до неогена. Мощность зоны от первых сотен до 500-700 м.

3. Зона метазенеза в ряде скважин глубоководного бурения в низах I слоя вблизи интрузий; встречены мраморизованные известняки и ОВ антрацитового типа, свидетельствующие об изменениях, аналогичных метазенетическим. Зеленосланцевая зона намечается только по результатам драгирования. Она возможна в низах II слоя океанской коры.

LONG B.F., KARAKIEWICZ, B.B. et DRAPEAU, G., INRS-Océanologie, Rimouski, Canada

TRANSPORT SÉDIMENTAIRE DANS UN SYSTÈME DE BARRES D'AVANT-CÔTE : NORD DU GOLFE DU ST-LAURENT, CANADA

Durant les trois dernières années un modèle de transport sédimentaire d'un avant-côte en région micro et mésotidal a été développé en analysant le rôle des sources sédimentaires, des différents agents hydrodynamiques (houles de vent et courants de marées) et de la nature des sédiments. Le site expérimental choisi est situé au Nord du golfe de St-Laurent.

Le bilan sédimentaire a été calculé en tenant compte des arrivées de matériaux dérivant de l'érosion littorale et des apports fluviaux et des départs en direction des zones plus profondes (supérieures à 20 m). De manière générale, les sédiments arénitiques transitent jusqu'à une profondeur de -12 m par dessus une formation compacte, silto-argileuse postglaciaire. Ce transport s'effectue soit sous forme de rubanements sableux parallèles au littoral lorsque l'intensité du flux sédimentaire est faible, soit sous forme d'une couverture continue pourvue de barres d'avant-côte lorsqu'il est important. Dans les deux cas, les zones d'accumulations, ou de transport privilégié, correspondent à trois longueurs d'onde locale de la houle incidente (générée par le vent). Ces structures se déforment sous l'effet des courants de marée entre deux tempêtes en fonction du régime des houles.

Les sédiments se déplacent parallèlement aux structures sous l'effet des courants de marée en vive-eau (30 à 40 cm/s) et perpendiculairement à la ligne côtière, en direction de la plage sous l'effet des houles durant les tempêtes (50 à 60 cm/s). Des expériences de déplacement sédimentaire conduites pendant deux mois dans les zones d'inter-barres montrent que la résultante de ces deux phénomènes provoquent un rabattement général des sédiments en direction de la côte.

LOSHCHININ V.P., CHISTIYAKOV P.A., MANSUROV M.M., SURGUTANOVA D.M., Institute of Geology and Geophysics of the Uzbek SSR, Tashkent; MINKIN M.I., Metallurgical-Mining Plant, Navoi, USSR

METAMORPHIC TRANSFORMATIONS OF THE ORDOVICIAN-SILURIAN DEPOSITS OF THE MURUNTAU ORE FIELD

Rocks of the Besapan suite and "particoloured" and "green Besapan" suites of the Ordovician-Silurian have been studied. These rocks are represented by metasandstone, meta-aleurolite, quartz-micaceous schist, aleurite-argillaceous formations. The grade of metamorphism varies down the section from abyssal diagenesis up to biotite subfacies

of green schist of regional scale. The initial rock composition represents itself sandstones and aleurolite of greywacke, subgreywacke and arkoses. The argillaceous rocks of the primary hydromica are present in subordinate amount. At the early stage of metamorphism the argillaceous rocks (chlorite-sericite subfacies) have been crystallizing and changing into the schist structures. Hydromica has been replacing with chlorite and sericite. Most mineral-forming constituents are characterized by a variable migration. At the biotite stage (final) of the green schist facies (Besapan suite) chlorites and sericites are represented by biotites. Phyllite schists are remarkable for low Na and  $Fe^3$  content. The original arkoses and subgreywacke during the metamorphic processes changed into schists of various composition with lepidoblastic structures. Minor quantitative alterations of K, Na, Mg migration included into the feldspar, chlorite and mica composition show that the development of the low-temperature mineral associations (quartz-chlorite-sericite, albite-sericite-biotite-chlorite) which are characteristic of the deposits mentioned above occurred by sedimentogenetic matter of the original rocks. During the metamorphic processes a significant amount of crystallizing water (tens of billion  $m^3$ ) had been separating from the water-bearing minerals. This water appears to be an active solvent for the silica and ore constituents. Solutions of this kind were responsible for the quartz rocks and, probably, for the development of quartz veins.

ЛОЩИННИН В.П., ЧИСТЯКОВ П.А., МАНСУРОВ М.М., СУРГУТАНОВА Д.М.,  
Институт геологии и геофизики Академии наук УзССР, Ташкент;  
МИНЬКИН М.И., Навоийский горно-металлургический комбинат, г.Навои,  
СССР

#### МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОРОД ОРДОВИК-СИЛУРИЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МУРУНТАУСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Изучены породы бесапанской свиты и свит "пестрого" и "зеленого бесапана" ордовик-силурийского возраста. Это метапесчаники, метаалевролиты, слюдисто-кварцевые сланцы и глинисто-алевритистые образования, степень изменения которых меняется вниз по разрезу от стадии глубинного диагенеза до биотитовой субфации фации зеленых сланцев регионального метаморфизма. Исходный состав пород - песчаники и алевролиты грауваккового, субграуваккового и аркозового состава; в подчиненном количестве глинистые породы, первичный материал которых слагался гидрослюдами.



На начальной стадии метаморфизации глинистые породы (хлорит-серицитовая субфация) раскристаллизуются с образованием сланцеватых текстур). Гидрослюда замещается хлоритом и серицитом, появляется альбит. Формируются глинисто-слюдистые сланцы. Большинство минералообразующих компонентов характеризуется переменным знаком миграции. На биотитовой (конечной) стадии фации зеленых сланцев (беспанская свита) хлорит и серицит замещаются биотитом. Образовавшиеся филлитовидные сланцы отличаются небольшим выносом натрия и трехвалентного железа. Первичные аркозы и субграувакки при метаморфизации преобразуются в сланцы разнообразного состава с лепидобластовыми структурами.

Незначительные количественные изменения знака миграции K, Na, Mg, входящих в состав полевых шпатов, хлоритов и слюд свидетельствуют, что формирование низкотемпературных минеральных ассоциаций (кварц-хлорит-серицит, альбит-серицит-биотит-хлорит), характерных для рассматриваемых отложений, происходило за счет седиментогенного вещества исходных пород.

При метаморфизации пород из водосодержащих минералов выделялось значительное (десятки млрд.м<sup>3</sup>) количество кристаллизационной воды, являвшейся активным растворителем кремнезема и рудных компонентов. Эти растворы обусловили окварцевание пород и, возможно, формирование рудоносных кварцевых жил.

LUKJANOVA V.T., Ministry of Geology of the USSR, Moscow, USSR

#### POSTSEDIMENTARY CHANGES OF ROCKS IN THE OROGEN REGIONS

Postsedimentary changes in rocks of the Alpine, Mesozoic and Paleozoic orogens in Central Asia and of Mesozoic orogen of the Ural-Kazakhstanian region were studied. The comparison of the results reveals the peculiarities and factors of lithogenesis in the orogenic regions. Vertical and lateral zonation of regional transformations develop in sedimentary sequences. Distinct zones of initial, moderate and late catagenesis and metagenesis can be revealed, each corresponding to different stages of evolution of mineral composition, clay and coal substances, microstructures and physical properties of sedimentary rocks. The zone boundaries do not coincide with stratigraphic and formation ones. The degree of rock transformation depends upon the structure types of taphrogenes and folds rather than upon their subsidence depth and age. It is determined by the intensity of tectonic movements and heat flux. In slightly deformed series these transformations are not intensive, and zonation is extended over large thickness. In zones of intensive tectonic deformation the catagenic zonation is much more compressed. At the same

depth and in the same stratigraphic complexes the transformation of rocks is significantly increased. Sedimentary rocks transformation develops under increased P and T. In tectonic flow zones the syntectonic transformations grow into low-rank metamorphism. Over vast areas the character of zonation and intensity of catagenesis are in good correlation with the state of the whole orogenic structural transformation of the region and with the specific temperature field. Such local changes as kaolinization, carbonatization and stress-transformation (stress-metamorphism) are imprinted over the transformed rocks. First two are caused by the activity of underground water (oftenly thermal). Stress-caused transformations happen in plastic flow conditions. Specific oriented microstructures originate in rock at any stage of catagenesis and metagenesis. Stress-caused mineral associations correspond to PT-conditions of deformation. They appear either simultaneously with general rock transformation, or after them, but they always are dated to the period of deformation. Spatial distribution of background catagenetic and stress-caused newly-formed mineral inclusions gives the evidence of the age the latter ones.

ЛУКЬЯНОВА В.Т., Министерство геологии СССР, г. Москва, СССР

#### ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОРОД В ОРОГЕННЫХ ОБЛАСТЯХ

Исследованы изменения пород в альпийском, мезозойском и палеозойском орогенах Средней Азии и в мезозойском орогене Урало-Казахстанского региона. Сопоставление результатов позволяет выявить особенности и факторы литогенеза в орогенных областях. Региональные изменения развиваются зонально как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении. Четко выделяются зоны начального, среднего, глубокого катагенеза и метагенеза, соответствующие стадиям изменения минерального состава, глинистого и углистого вещества, микроструктуры и физических свойств пород. Границы зон не совпадают со стратиграфическими и формационными границами. Степень преобразования пород зависит от типа строения тафrogenных и складчатых структур значительно больше, чем от глубины погружения и возраста толщ. Она определяется интенсивностью тектонических движений и теплового потока. В слабо деформированных толщах преобразования невелики, зональность растянута на большие мощности. В областях интенсивных движений зональность сжимается. На тех же глубинах или в тех же стратиграфических комплексах степень катагенеза значительно возрастает. Изменения развиваются при повышенных P и T. В зонах тектонического течения пород синтетектоническое преобразование возрастает вплоть до метаморфизма низких ступеней. На крупных площадях характер зональности и интенсивность катагенеза хорошо коррелируются со степенью общей оро-

генной переработки тектонической структуры и с особенностями теплового поля. На этот региональный фон наложены локальные изменения пород: каолинизация, карбонатизация и стрессовые преобразования (стресс-метаморфизм). Два первых вида преобразований вызваны тектонической активизацией подземных вод (часто термальных). Стрессовые изменения возникают при пластической деформации. При этом характерные ориентированные микроструктуры формируются в породах, находящихся на любой стадии катагенеза и метагенеза. Минеральные ассоциации в стрессовых микроструктурах соответствуют РТ-условиям деформации. Они развиваются либо одновременно с общим преобразованием пород, либо после него, но всегда соответствуют времени деформации. По соотношению катагенетических (фоновых) и стрессовых минеральных новообразований можно судить о возрасте последних.

MAKHNACH A.S., LEVYCH N.N., Institute of Geochemistry and Geophysics of the Academy of Sciences of the Byelorussian SSR, Minsk, USSR

#### OLD CRUST OF WEATHERING IN THE BYELORUSSIA

Non-metamorphic products of weathering developed on crystalline basement rocks (Pre-Riphean, Riphean, Pre-Vendian, Vendian, Mesozoic, Pre-Cenozoic) and on some sedimentary mantle horizons (Lower Cambrian, Carboniferous, Cenozoic) are widely spread on the Byelorussian territory. The Mesozoic and Pre-Cenozoic crusts of weathering, which are developed on gneisses, schists and basement granites, are most representative ones. They are characterized by hydromica-kaolinite and rarely by kaolinite weathering profiles. The laterite crust of weathering is found in the west of the republic. It has a manifestation of gibbsite and boehmite mineralization. The existence of considerable quantities of amphiboles and pyroxenes in initial rocks (gabbro, amphibolites, gneisses) conditions the predominance of montmorillonite group minerals in their weathering products. Metasomatic transformations of initial rocks resulted in wide spreading of mixed layered minerals having different relationship of illite and montmorillonite packets. The most intensive weathering processes took place in the fracture zones areas, which have been favourable for inverse weathering profiles forming. The Precambrian crust weathering was found to be less developed. Among them the Pre-Riphean weathering crusts of kaolinite-illite-montmorillonite and kaolinite-montmorillonite-illite are characterized by greater thickness (up to 34 m). Thickness of Pre-Vendian crusts of weathering, with similar mineralogic compositions, is in the limits of some meters. Vendian crusts of weathering were formed on effusive rocks of trachydacitic and ba-



saltic compositions of kaolinite and kaolinite-montmorillonite types correspondingly. The weathering crusts of sedimentary rocks are less distinct both in thickness and in mineral composition. They are distinguished by existence of neogenic kaolinite and phenomenon of feruginous minerals oxidation.

МАХНАЧ А.С., ЛЕВЫХ Н.Н., Институт геохимии и геофизики АН БССР, г.Минск, СССР

#### ДРЕВНИЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ БЕЛОРУССИИ

На территории Белоруссии распространены неметаморфизованные продукты выветривания, развитые на породах кристаллического фундамента (предрифейские, рифейские, предвендские, вендские, мезозойские, предкайнозойские) и отдельных горизонтах осадочного чехла (нижнекембрийские, карбоновые, кайнозойские). Наиболее представительны коры выветривания мезозойского и предкайнозойского возраста, развитые на гнейсах, сланцах, гранитах фундамента. Они характеризуются гидрослюдисто-каолинитовым, реже каолинитовым профилями выветривания. На западе республики установлены латеритные коры выветривания с проявлением гиббситовой и бёмитовой минерализации. Присутствие в исходных породах (габбро, амфиболиты, гнейсы) значительных количеств амфиболов и пироксенов обусловило преобладание в их продуктах выветривания минералов монтмориллонитовой группы. Метасоматические преобразования исходных пород привели к широкому распространению в корях выветривания **смешанослойных** минералов с разным соотношением гидрослюдистых и монтмориллонитовых пакетов. Наиболее интенсивно процессы выветривания протекали на участках трещинных зон, способствующих формированию инверсионных профилей выветривания. Менее развитыми оказались докембрийские коры выветривания. Среди них большей мощностью (до 34 м) характеризуются предрифейские коры выветривания каолинит-гидрослюдисто-монтмориллонитового и каолинит-монтмориллонит-гидрослюдистого типов. Мощность предвендских кор примерно того же минерального состава в пределах первых метров. В вендское время сформировались коры выветривания на эффузивах трахидиатитового и базальтового составов соответственно каолинитового и каолинит-монтмориллонитового типов. Коры выветривания осадочных пород отличаются слабой представительностью как по мощности, так и минеральному составу. Они выделяются по появлению новообразованного каолинита и явлениям окисления железосодержащих минералов.

DIAGENETIC EVOLUTION OF OPAQUE AND TRANSPARENT HEAVY MINERALS  
REFLECTING COLOUR GENESIS IN THE BUNTSANDSTEIN (LOWER TRIASSIC)  
OF THE BIFFEL FRG

The continental Lower Triassic Buntsandstein sequence at the Western margin of the Mid-European Basin is mainly composed of fluvial and aeolian deposits. Diagenetic alterations gave rise to numerous post-sedimentary neoformations that are everywhere accompanied by corrosion of detrital grains thus pointing to idiochemical diagenesis. Authigenesis of various transparent heavy minerals and complex diagenetic evolution of opaque accessories reflect pigment origin in the Buntsandstein red beds. Hematite red pellicles surrounding sedimentary grains are predominantly of detrital provenance. After deposition, the primary grain envelopes as well as heavy minerals are subjected to diagenetic alterations, beginning already syngenetically-eodiagenetically and persisting via phases of syndiagenesis, anadiagenesis and epidiagenesis to recent times. Authigenic neoformation of stable accessories emphasizes the compositional range of diagenesis, whereas post-sedimentary evolution of opaque heavy minerals reflects the temporary range of diagenetic processes. Neoformed finely-dispersed iron oxides only subordinately originate by mobilization of iron oxides from mica and opaque heavy minerals. In micas, liberated iron oxides are predominantly reprecipitated between cleavage cracks forming pseudomorphs of hematite after biotite. Opaque heavy minerals are mainly transformed in situ into other iron and titanium oxides. Primary pigment origin is sedimentologically implicated especially by differences of colour nuances between aeolian and fluvial deposits. Quantitative dominance of diagenetic iron oxide compared with the similarly mobile authigenic titanium oxide, predominantly in situ reprecipitation of iron oxides in micas and opaque accessories, associations between violet colour and decolouration *schlieren* in palaeosols and relations between iron concentration layers and bleaching zones lead to the conclusion that the predominant amount of diagenetic iron oxides has been mobilized from primary grain pellicles. Dispersed or concentrated reprecipitation of liberated iron oxides takes place throughout all stages of diagenesis. The terrestrial deposits are mainly primary red beds, and pigment distribution has been secondarily overprinted during diagenesis.

DEPOSITIONAL HISTORY AND EVOLUTION OF THE BUNTSANDSTEIN  
(LOWER TRIASSIC) IN THE MID-EUROPEAN BASIN FRG

The Lower Triassic continental Buntsandstein red beds were deposited in the Mid-European Basin which extends from Great Britain and France in the west to Poland and Byelorussia in the east and from Switzerland in the south to Scandinavia and the North Sea in the north. The thickness of the Buntsandstein sequence reaches from less than 100 m in some marginal regions to over 1000 m in the central part of the basin. The paleocurrent directions indicate bidirectional fluvial transport of clastics into the basin both from the south and from the north. The paleowind directions reflect accumulation of aeolian dune sands under unimodal southerly trade winds. The continental Buntsandstein red beds are predominantly of fluvial origin. Minor amounts of the sequence were deposited in aeolian, alluvial-fan, lacustrine, pedogenic, deltaic, tidal, marine and evaporitic environment. The sedimentary history of the Buntsandstein mainly is characterized by two mechanisms: vertical evolution of depositional environment during course of sedimentary succession, and lateral and longitudinal zoning and regional diversification of depositional milieu throughout the sedimentary basin within individual formations. The depositional history is governed by tectonics, and epirogenetic, diastrogenetic and partially also halokinetic movements are the origin of overregional markers in the sedimentary history. The vertical evolution of depositional environment in the Buntsandstein generally passes from highly-braided river-systems with narrowly-spaced, straight to slightly sinuous channels by increasing spacing and sinuosity of watercourses and decreasing braiding of river systems via moderately-braided stream systems, weakly-braided river systems to meandering stream systems, deltaic and/or tidal milieu or even terminal fans, or other marginal-marine to marginal-lacustrine environments to shallow marine or lacustrine milieu. The lateral and longitudinal zoning of depositional environment is best reconstructed from the distribution of aeolian dune sands in the upper part of Middle Buntsandstein. The basin is divided into 4 zones: proximal zone, medial zone I, medial zone II and distal zone. In the proximal zone the pre-Triassic basement at the margin of the sedimentation area is sealed by a chain of local alluvial fans. Distally, the fans pass either into a dune belt or an almost entirely alluvial fringe of proximal braided river systems. The medial zone I is characterized by an intertonguing of aeolian dunes and braided streams. The large sand sea is intersected by river systems, or thin aeolian sands are blown into emerged floodplains of an exten-



sive alluvial plain. The medial zone II is a nearly entirely alluvial plain consisting of braided to meandering rivers. Rarely, some aeolian sands were blown into emerged overbank areas. The distal zone is built up by playa or lacustrine to marine environment in the central depression of the basin. Emergence of the shallow water depositional milieu leads to intercalation of thin aeolian sands into the fine-grained succession. The depositional history of the Buntsandstein in the Mid-European Basin leads from the end of the saline Zechstein period via predominantly silty-clayey and oolitic shallow water lacustrine playa sedimentation to a mainly fluvial series which is characterized by the intercalation of aeolian dune sands in its upper part, before by another fluvial succession in the marginal areas and precipitation of thick halite layers in the basin centre the marine terminal stage is reached which passes into the carbonate Muschelkalk sequence setting an end to Buntsandstein continental deposition.

MAKAROV Yu.V., BEBESHEV I.I., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### FACIES COMPOSITION AND CONDITIONS OF FORMATION OF JURASSIC CARBONATE SERIES IN THE SOUTH-EAST PAMIRS

Jurassic deposits in the South-East Pamirs are represented by wide age range from the Lias up to Kimmeridgian inclusively. They progressively through basal conglomerates overlie Permian-Triassic complexly dislocated deposits. Here predominate diversified carbonate sediments forming complex facies-genetic combination both in vertical and lateral. A similar complex is very typical for Jurassic deposits throughout the Mediterranean belt.

In the considered region of sedimentation the studies identified the following facies environments with different hydrodynamic regimes: facies of conglomerate-pebble sediments of islands and near-island shelves; facies of carbonate sediments of the open sea shoals; facies of carbonate sediments in the sea bottom depressions; facies of carbonate sediments on uplifted parts (positive) of sea bottom; facies of carbonate sediments in relatively deep parts of shallow sea. Formation of Jurassic carbonate series took place in shallow-water zone rather far remoted from the continent. Terrigenous material from the continent did not practically reach this area of sedimentation which went mainly by biochemical way. Terrigenous material delivered at the expense of destruction of islands, periodically form-

ed after elevation of some sea bottom parts, was accumulated only during few stages of Jurassic carbonate series formation. The studies of facies composition of Jurassic carbonate series in the South-East Pamirs permitted to trace evolution of Mesozoic Paleotethys and to establish its role in development of the Mediterranean folded belt.

МАКАРОВ Ю.В., БЕБЕШЕВ И.И., Геологический институт АН СССР, Москва, СССР

#### ФАЦИАЛЬНЫЙ СОСТАВ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЮРСКОЙ КАРБОНАТНОЙ ФОРМАЦИИ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПАМИРА

Юрские отложения юго-восточного Памира охватывают широкий возрастной диапазон от лэйаса до кимериджа включительно. Они трансгрессивно с базальными конгломератами залегают на сложно дислоцированных отложениях перми-триаса. Преимущественным распространением здесь пользуются разнообразные карбонатные осадки, образующие сложные фациально-генетические сочетания как по вертикали, так и по латерали. Сходный комплекс отложений чрезвычайно характерен для юрских образований всего средиземноморского пояса.

В рассматриваемой области седиментации выделены фациальные обстановки различного гидродинамического режима: фация конгломерато-гравийных осадков островов и приостровных шельфов; фация карбонатных осадков отмелей открытого моря; фация карбонатных осадков депрессионных форм рельефа морского дна; фация карбонатных осадков приподнятых (положительных) участков морского дна; фация карбонатных осадков относительно глубоководных участков мелкого моря.

Установлено, что формирование юрской карбонатной формации происходило в зоне мелководья, но достаточно удаленной от материковой суши. Эта была область седиментации, куда практически не поступал терригенный материал с континента и осадконакопление осуществлялось в основном биохимическим путем. Только в отдельные этапы образования юрской карбонатной формации накапливался терригенный материал, поступавший за счет разрушения островов, периодически возникавших при поднятии отдельных участков морского дна.

Изучение фациального состава юрской карбонатной формации юго-восточного Памира позволило проследить эволюцию мезозойского мезотетиса и установить его роль в развитии средиземноморского складчатого пояса.

## SEDIMENTATION AND GEOTECTONIC REGIME DURING THE PHANEROZOIC

The relationship between sedimentation and geotectonic regime of the planet is determined by an interaction between tectonosphere and biosphere (geographic mantle) and by a reaction of the latter to the tectonic effects. The total effect of tectonic movements is reflected on the compiled curve of fluctuations of Ocean level while the sedimentary useful minerals and rocks reflect the results of reaction of biosphere to the tectonical effects - products on the system exit. The data on stratigraphic distribution of world reserves of useful minerals show that the epochs of their maximum accumulation are grouped in the assemblages near definite stratigraphic levels (V - C, O<sub>2</sub> - S, D, C<sub>2</sub> - P, I - K<sub>I</sub>, F - N), which consist of two groups of epochs, separated by maxima of carbonate accumulation. The groups in the beginning of the assemblages almost do not contain salts and have poor oil and gas contents compared to the following ones. Their ore deposits are associated with arid paleolatitudes, while the ore deposits terminating the assemblages occupy marginal parts of paleo-arid zones. Six assemblages were identified in the Phanerozoic. They are associated with transgressive and regressive parts of Caledonian, Hercynian and Alpine cycles of fluctuations in the level of World Ocean and avoid the highest and lowest positions of its level. The non-linear reaction of phytoplankton of the Ocean to the annual change in light intensity can serve as a model of such process. Such models - fluctuations of geochemical properties of the whole medium of sedimentation are determined by a complex reaction of life matter of biosphere to the cyclic tectonic effects. The relationship between sedimentation and tectonical regime of the planet has a complex non-linear nature.

МАЛИНОВСКИЙ Ю.М., Институт литосферы Академии наук СССР,  
г.Москва, СССР

## ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ И ГЕОТЕКТЕНИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ФАНЕРОЗОЯ

Связь осадконакопления с геотектоническим режимом планеты определяется взаимодействием тектоносферы и биосферы (географической оболочки) и реакцией последней на тектонические воздействия. Суммарный эффект тектонических движений отражает составленная кривая колебаний уровня Океана, а результат реакции биосферы на тектонические воздействия - продукты на выходе системы - осадочные полезные ископаемые и горные породы.



Данные о стратиграфическом размещении мировых запасов полезных ископаемых показывают, что эпохи их максимального накопления группируются в ансамбли вблизи определенных стратиграфических уровней ( $V - \epsilon$ ,  $O_2 - S$ ,  $D$ ,  $C_2 - P$ ,  $I - K_1$ ,  $P - N$ ), которые состоят из двух групп эпох, разделенных максимумами карбоната накопления. Начальные группы ансамблей почти не содержат солей и характеризуются скромными запасами нефти и газа в отличие от последующих. Их месторождения тяготеют к аридным палеоширотам, а месторождения эпох, завершающих ансамбли, располагаются по окраинам палеоаридных зон. В фанерозое выделяется 6 ансамблей. Они приурочены к трансгрессивным и регрессивным частям каледонского, герцинского и альпийского циклов колебаний уровня Океана и избегают самых высоких и самых низких положений его уровня. Моделью такого процесса может служить нелинейная реакция фитопланктона Океана на годовое изменение освещенности. Подобно модели, колебания геохимических свойств всей среды осадконакопления обусловлены сложной реакцией живого вещества биосферы на циклические тектонические воздействия. Связь осадконакопления с тектоническим режимом планеты имеет сложный нелинейный характер.

ADACHI, MAMORU, KOSHI YAMAMOTO and RYUICHI SUGISAKI, Dept. Earth Sci., Nagoya University, Nagoya, Japan

#### DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS OF BEDDED CHERTS IN THE JAPANESE ISLANDS

In Japan bedded radiolarian cherts occur extensively in the Paleozoic and Mesozoic sedimentary sequences and less commonly in the Cenozoic sediments. More than 500 samples of chert and associated shale and acidic tuff from the Mino terrane (Permian, Triassic, Jurassic), the Chichibu-Sambosan terrane (Permian, Triassic), the Shimanto terrane (Cretaceous), and the Setogawa terrane (Paleogene, Miocene) were analyzed by X-ray fluorescence and their origin and depositional environments are discussed. The bedded cherts have a low  $MnO/TiO_2$  ratio relative to normal pelagic sediments, and their chemical features are much different from those of some DSDP cherts (Site 303/304) and Franciscan cherts, which are characterized by significantly higher values of  $MnO/TiO_2$  and total  $Fe_2O_3/TiO_2$  and are geochemically similar to active ridge metalliferous sediments. Our geochemical and geological data compared with those of recent marine sediments from various environments clearly demonstrate that most of the Japanese bedded cherts are not pelagic in origin but were deposited in a marginal sea or offshore environment not far from land. This conclusion is not compatible with the simple model that the chert-bearing sedimentary sequences in the Japanese Islands are made up largely of accreted deep pelagic sediments.

## MOLASSIC FORMATIONS IN THE GEOLOGICAL HISTORY OF THE EARTH

1. Molasses, or molassic formations, are regarded as polyfacies aggregates of chiefly clastic rocks of considerable thickness formed as a result of the erosion of a tectonocally active mountain massif and buried in the adjacent consedimentary troughs. Molasses mark contrastive tectonic movements in the history of various regions of the Earth and are used to reconstruct the boundaries of geotectonic stages.
2. Tectonically contrastive, i.e., mountainous, relief becomes prominent: (1) at intermediate stages of the geosynclinal development to the growth of individual geosynclinal uplifts (relatively rare and confined to small areas); (2) as a result of the closing of a geosyncline and principal folding (occurs frequently on a large scale); (3) during tectonic activization of middle and marginal massifs (frequent, pronounced on large areas at the pre-platform stage of region development); (4) as a result of graben-formation (rifting) at early stages of a platform complex, and (5) at the stage of neotectonic activization of ancient and young platforms (pronounced on vast areas).
3. Hence, all these cases display conditions of mountain erosion and molassic formations accumulated in the orogenic or rifting (tafrogenic) regimes. Thus, molassic formations (*s.lato*) distinguish molasses (*s. stricto*) originated under different geotectonic conditions.
4. Corresponding to these conditions are: (1) intra-geosynclinal ("intermediate", geo-anticlinal) molasses; (2) epi-geosynclinal (proto-orogenic) molasses of the Alpine type; (3) post-geosynclinal (deutero-orogenic) molasses of activization (the Devonian of western Central Kazakhstan and Southern Siberia); (4) cata-platform (tafrogenic) molasses (Riphean aulacogens of ancient platforms and graben molasses of the "Chelyabinsk" type); (5) epi-platform orogenic and tafrogenic molasses of neotectonic activization (molasses of the Central Asia and Transbaikal types).

МАЗАРОВИЧ О.А., Московский государственный университет, геолфак,  
г.Москва, СССР

## МОЛАССОВЫЕ ФОРМАЦИИ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

1. Молассы, или молассовая формация, определяется как полифациальная совокупность существенно обломочных горных пород значительной мощ-

ности, образовавшихся в результате размытия тектонически активного горного массива и захоронившихся в смежных конседиментационных прогибах. Молассами фиксируются контрастные тектонические движения в истории развития отдельных регионов Земли и по ним восстанавливаются рубежи геотектонических этапов (стадий).

2. Тектонически контрастный, т.е. горный, рельеф проявляется: 1) на промежуточных стадиях развития геосинклинали в связи с ростом частных геосинклинальных поднятий (проявляется сравнительно редко и захватывает небольшие площади); 2) в результате замыкания геосинклинали и развития главной складчатости (проявляется часто, на обширных площадях); 3) в ходе тектонической активизации срединных и краевых массивов (проявляется часто, на обширных площадях в доплатформенную стадию развития отдельных регионов); 4) в результате грабенообразования (рифтогенеза) на ранних стадиях образования платформенного комплекса и 5) в стадии неотектонической активизации древних и молодых платформ (проявляется на обширных площадях).

3. Следовательно, во всех этих случаях возникают условия размытия горных сооружений и накопления молассовых формаций в условиях орогенного или рифтового (тафrogenного) режимов. Таким образом, среди молассовых формаций обособляются молассы, возникавшие в различных геотектонических условиях.

4. Этим условиям соответствуют: 1) интрагеосинклинальные ("промежуточные", геосинклинальные) молассы; 2) эпигеосинклинальные (протоорогенные) молассы "альпийского типа"; 3) постгеосинклинальные (дейтероорогенные) молассы активизации (девон западной части Центрального Казахстана и Южной Сибири); 4) катаплатформенные (тафrogenные) молассы (рифейские авлакогенны древних платформ и молассы грабенов "челябинского типа"); 5) эпиплатформенные орогенные и тафrogenные молассы неотектонической активизации (молассы "среднеазиатского" и "забайкальского" типов).

MIALL A.D., Geology Department, University of Toronto, Toronto, Canada

#### THE INFLUENCE OF TECTONICS ON ALLUVIAN SEDIMENTARY STYLE AND BASIN ARCHITECTURE

Most major alluvial sequences are deposited in tectonically active basins. Tectonism affects the deposits in three main ways: it controls or modifies the development of cycle sequences, it generates intraformational folds, faults and unconformities and, by the establishment of a regional tectonic grain, it controls drainage patterns and lithofacies geometry.



Fining-upward cycles result from several within-basin mechanisms, including channel and bar migration and floods. Superimposed on these may be similar, but generally thicker, cycles resulting from tectonic quiescence and source area degradation. Pulses of tectonic uplift produce coarsening-upward cycles. These are particularly common in graben and wrench-fault basins.

Drainage patterns can be defined as transverse (perpendicular to tectonic grain) or longitudinal (parallel to grain). Nine basin-fill models are defined based on this directional criterion and on the type of coastal environment (delta, barrier, playa, etc.). Transverse alluvial fan-braidplain or fan delta systems are characteristic of graben or wrench fault basins. Coastal plains of forearc, backarc, retroarc and divergent margin basins are typically transverse river-delta or river-barrier systems. Longitudinal systems include all the world's largest rivers, and are characteristic of retroarc basins, aulacogens, major rift valleys and basins within or parallel to sutures.

MIHALLESCU N., ROGOJINA C., Institut de Géologie et Géophysique,  
Bucarest, Roumanie

#### UN MODÈLE DE SÉDIMENTATION FLUVIALE - DELTA DU DANUBE

L'évolution du Delta du Danube est le résultat de l'interaction du Danube et de la zone NW de la Mer Noir, au début du Holocène. Les cordons littoraux qui ont barré initialement la zone nordique du golfe du Danube n'ont pas fermé aussi les golfes dans lesquels se jetaient les rivières de la Dobrogea, c'est à dire l'actuelle zone lacustre du sud du Delta du Danube (les lacs Razelm-Sinoe).

L'évolution du golfe du Danube et l'évolution des golfes des rivières de la Dobrogea ont été parallèles au commencement, la seconde aire d'évolution étant influencée par le Danube qui fournit de son début solide, la majorité des matériaux détritiques de cette aire.

Le plus grand rôle a été joué initialement par le bras Sf.Gheorghe, suivi de paléo-bras Sulina et après de bras Chilia.

La configuration actuelle des différentes zones dépressionnaires du Delta du Danube sont l'effet des:

- cordons littoraux fossiles et actuels;
- zones de la divagation des paléo-bras principaux et secondaires du Delta.

Dans cette note sont exposés les résultats de l'étude des sédiments du fond (marins, fluviaux et lacustres) des principales aires du Delta du Danube.

TAKASHI MIKI, Kyushu University, Kyushu, Japan

#### FLUCTUATION OF LITHOLOGY OF THE COAL-BEARING SEQUENCES IN KYUSHU, JAPAN

The workable coal-bearing formations in Kyushu, Japan, ranging from Eocene to Miocene in age are areally scattered in the northwestern half of the island. Two properties can be pointed out as the characteristics of the formations; one is the areal isolation and limited stratigraphic distribution, and the other is the vertical and lateral discontinuities of lithology and thickness of seams. These peculiarities are responsible for the decline of the coal mining industry in Japan. However, they are suitable for a detailed study of the depositional environments of the age.

TAKASHI MIKI, Kyushu University, Kyushu, Japan

#### STRATIGRAPHY AND DIAGENESIS OF THE COAL-BEARING FORMATIONS IN SOME TERTIARY BASINS IN KYUSHU, JAPAN

The Tertiary coal-bearing formations distributed in more than ten separated basins in Kyushu, particularly in northern Kyushu, Japan, are altered under diagenetic conditions, although the degrees are different from place to place. Such variations of degrees may reflect those of syn- and post-depositional geological circumstances. Diagenesis not only of coal - coalification- but also of sediments containing dispersed coaly materials has been investigated. Variations of degrees of diagenetic alterations might have been resulted from differentiated geological circumstances, including tectonic movement during and after the sedimentation among the coal-fields.

MINSKI N.A., All-Union Geological Oil Prospecting Research Institute, Moscow, USSR

#### CALCITE BALANCE IN LITHOPHYSICAL ZONATION OF CONTINENT SEDIMENTARY COVER

Lithophysical zonation (from up to down) in the rocks containing calcite can be described as follows: I - zone of karst (rock uplifting), II - zone of compaction owing to gravitational compression (rock sinking) and cementation of rocks by calcite (both sinking and uplifting), III - zone of decompression caused by dissolution of calcite (rock sinking), IV - zone of compaction owing to

gravitational compression as well as generation of silicates and recrystallization of minerals. Zone III is mainly formed at depths of 1-2 km. Statistical evaluation of lithophysical parameters from 32 regions all over the world gave the following results. In zone III as compared to zone II the volume of cavities generated in carbonate rocks by solution of calcite increases by 8.7%, while in sandstones and aleurolites - by 3.0%. Accordingly, in zone III in formation waters the concentration of ions of calcium rises from 0.35% to 1.7% on the average, and in the stones from 3% to 10%. (The data on Middle Asia, West Siberia and the North-East of the Russian platform.) Taking into consideration the solution of dolomites and sulphates, the results of balance calculation are as follows. In zone II  $2.8 \times 10^6 \text{ km}^3$  of cementing calcite is concentrated; in zone III  $3.4 \times 10^6 \text{ km}^3$  of calcite is dissolved, i.e. 3.3% of the total volume of carbonaceous and terrigenous rocks. In general, the processes of rock cementation by calcite and its dissolution (zones III, IV) affects 2.8% of the total volume of the continent sedimentary cover, which volume is estimated by Ronov A.B. (1950-1980) as being equal to  $220 \times 10^6 \text{ km}^3$ .

МИНСКИЙ Н.А., Всесоюзный научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт, г.Москва, СССР

#### БАЛАНС КАЛЬЦИТА, УЧАСТВУЮЩЕГО В ЛИТОФИЗИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА КОНТИНЕНТОВ

Литофизическая зональность в породах, которые содержат кальцит, включает (сверху вниз): I-зону карста (при подъеме пород); II - зону уплотнения, которое связано с гравитационной компрессией (при погружении) и цементацией пород кальцитом (при погружении и подъеме); III - зону разуплотнения, вызванного растворением кальцита (при погружении пород); IV - зону уплотнения, связанного с гравитационной компрессией, а также с генерацией силикатов и перекристаллизацией минерального вещества.

По континентам в целом зона III формируется преимущественно на глубинах 1-2 км. Статистическая обработка литофизических параметров по 32 регионам мира дала следующие результаты. Объем пустотных пространств, возникающих при растворении кальцита в зоне III, возрастает в карбонатных породах на 8,7%, в песчаниках и алевролитах на 3%. Соответственно в зоне III по сравнению с зоной II повышается концентрация ионов кальция в пластовых водах в среднем от 0,35 г/л до 1,7 г/л в песчаниках и алевролитах и от 3 г/л до 10 г/л в известняках (данные по Средней Азии, Западной Сибири и Северо-Востоку Русской платформы).



Результаты расчета баланса с учетом растворения доломита и сульфатов следующие. В зоне II сосредоточено  $2,8 \cdot 10^6 \text{ км}^3$  цементирующего кальцита, в зоне III растворено  $3,4 \cdot 10^6 \text{ км}^3$  кальцита или 3,3% от объема карбонатных и терригенных пород. В целом в процесс цементации пород кальцитом и в процесс его растворения в зонах III, IV вовлечено 2,8% объема осадочного чехла континентов, который оценивается А.Б.Роновым (1950-1980) в  $220 \cdot 10^6 \text{ км}^3$ .

MISRA, KULA, Department of Geological Sciences, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee, U S A

#### ZINC-LEAD DEPOSITS IN CARBONATE ROCKS: THE EVAPORITE CONNECTION

A genetic link between evaporites and carbonate-hosted zinc-lead deposits is suggested by observable association between them in some deposits and evidence for former presence of evaporites in others, restriction of the Paleozoic deposits to the prevailing tropical belts, and an evaluation of the potential role of evaporites. Precipitation of evaporites can account for dolomitization of the host carbonate rocks. Dissolution of evaporites may cause dedolomitization, moldic porosity and brecciation. Generation of mineralizing fluids (brines) may be related to dissolution of evaporites and/or diagenetic conversion of gypsum to anhydrite, with the evaporites serving as a source of metals, or sulfur, or both.

Owing in their high solubility under hyposaline conditions, evaporites may not be preserved in ancient carbonate sequences. However, in some cases, indirect evidence for former presence of evaporites is provided by relict evaporite minerals, dolomite pseudomorphs after evaporite minerals, dolomitized anhydrite nodules, length-slow chalcedony, and a hypersaline depositional environment for the host carbonates.

The paucity of carbonate-hosted Zn-Pb deposits in the Precambrian may be related to lack of widespread evaporite deposition during the early evolution of the earth.

MOORE, GREGORY F., Dept. Geosciences, Univ. Tulsa, Tulsa, U S A  
SHIPLEY, THOMAS H., Inst. Geophysics, Univ. Texas, Austin, U S A

#### SEDIMENTARY AND TECTONIC PROCESSES IN THE MIDDLE AMERICA TRENCH OFF OAXACA, MEXICO

High resolution seismic reflection and SEABEAM bathymetric data provide insights into the relationship between trench depositional environments and subduction-related tectonic processes in the Middle America Trench off southern Mexico. Trench sediments are scraped off the oceanic plate and accreted to the lower trench slope. The decollement is generally at the base of the trench sediments, so the amount of shallow accretion is strongly influenced by the amount of sediment that accumulated in the trench.

Ometepec Canyon transports terrigenous sediments from the Mexican shelf to the trench. At the mouth of the canyon, a submarine fan has formed in the

trench axis. The fan is 7 km wide and has a surface dip of 2-3 degrees seaward away from the trench slope. Parallel to the trench axis the fan has a surface dip of less than 1 degree and is approximately 40 km wide. Sediments flow through meandering fan valleys that traverse the trench axis and turn laterally down the trench axis upon abutting against outer trench slope topography. These channels are continuous for 20-25 km. The maximum thickness of fan sediments is 350 m at the mouth of the canyon and decreases rapidly laterally along the trench axis away from the canyon. Trench sediments are ponded in sub-basins between major bathymetric highs that block transport of sediment down the trench axis. Sub-basins that are fed by submarine canyons have greater thicknesses of sediment than those areas isolated from canyon sedimentation.

Trench sediments are accreted as a series of fold and thrust packets. Anticlines developed at shallow levels in the trench sediments reflect thrust faults deeper in the section. The folds are arcuate and are continuous for 12-24 km. The maximum fold amplitudes are 225 m and half wavelengths are 1-2 km. Where trench sediments are thin or absent, accretion-related structures are less evident.

MORTON, JOHN P. and LONG, LEON E., Dept. of Geological Sciences, Univ. of Texas, Austin, U S A

#### DATING THE TIME OF ILLITE FORMATION BY THE Rb-Sr METHOD

Rb-Sr analysis of diagenetic and pedogenic illitic clays accurately records a wide range of low-temperature geologic events. Low-temperature illite is concentrated in the finest clay fraction. Precise Rb-Sr age measurement requires the removal of loosely-bound Rb and Sr by a cation exchange reagent before analysis. It has been found in all cases that clay diagenesis is not gradual, but instead occurs in a single episode of regional extent. The onset of clay diagenesis is probably controlled by a change in pore-water chemistry rather than temperature. Glauconite recrystallizes when the original marine pore fluid is replaced by meteoric water. Illitic clays from paleosols record the age of subaerial weathering. Diagenetic illite from the finest clay fraction of an Upper Devonian black shale in West Texas records the 300 Ma age of the Ouachita orogeny when deep basinal fluids were driven updip out of the collision zone. Fine-grained illite/smectite in Upper Oligocene shales on the Texas Gulf Coast records a burial diagenetic episode at 23 Ma. Once formed, diagenetic illite remains a closed chemical system to burial depths of at least 7 km and temperatures as high as 170°C. Diagenetic ages from shale may be used to time petroleum migration, stratabound mineralization, and formation of diagenetic cements.

MOSKOVSKY G.A., Scientific Research Institute of Geology; Saratov State University, Saratov, USSR; SIROTIN K.M., Saratov State University, Geological Department, Saratov, USSR; KOVALSKY F.I., IGC "Nizhnevolzhskgeologia", Saratov, USSR

#### PHYSICO-CHEMICAL CONDITIONS OF HALOGENIC SEDIMENTATION IN THE WESTERN PART OF THE PRICASPIAN SYNECLISE; FROM EXAMINATION OF SALT INCLUSIONS IN MINERALS

Examination of salt inclusions in minerals provides much information for revealing the conditions of salt sedimentation, diagenesis and catagenesis. The present composition analysis of the inclusions in sedimentary halite from Kungur halogenic deposit sections in the

western part of the Pricaspian syncline shows that in most cases this halite was deposited from partially metamorphosed sulphate brine which contained respectively 5.22 and 12 g/l of potassium, magnesium and sulphate ions in the initial stage of deposition. During this period the composition of the brine was greatly influenced by the interstitial solutions of carbonate and argillaceous rocks that controlled the decrease of sulphate ion concentration.

The temperature of salt accumulation (from inclusion homogenization) during this stage did not exceed 30-35°C at basin depths (from gas saturation of the inclusions) over 70-90 m. During potassium salt deposition the temperature of the brine reached 50-70°C; the depths of the salt-producing basin did not exceed 20 m. Halogenic sedimentation in the areas close to the coast belt of the salt-producing basin was characterised by the importance of salt redissolution and by increasing influence of the interstitial solutions of sulphate-carbonate and argillaceous rocks upon brine composition. In some cases this led to brine conversion into chlorine-calcium type, which is particularly characteristic of the upper parts of the halogenic section through the western and north-western syncline margins. The freshening stage was characterized by the lower temperature of the relative condensation stage and by the increased importance of the solutions leaching potassium-magnesium salts in brine composition.

МОСКОВСКИЙ Г.А., НИИ геологии при Саратовском государственном университете; СИРОТИН К.М., Саратовский государственный университет, геол. фак; КОВАЛЬСКИЙ Ф.И., ПГО "Нижеволжскгеология", г.Саратов, СССР

#### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГАЛОГЕННОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ В МИНЕРАЛАХ СОЛЕЙ

Изучение включений в минералах солей, как известно, дает большую информацию для выяснения условий седиментации, диагенеза и катагенеза солей. Проведенный анализ состава включений в седиментационном галите из разрезов кунгурских галогенных отложений западной части Прикаспийской синеклизы показал, что в большинстве случаев галит отлагался из частично метаморфизованной рапы сульфатного состава с содержаниями ионов калия, магния и сульфата в начальную фазу садки 5, 22 и 12 г/л соответственно. В это время на состав рапы существенное влияние оказывали поровые растворы карбонатных и глинистых пород, определявших снижение концентрации ионов сульфата.

Температуры соленакопления (по результатам гомогенизации включений) на этом этапе не превышали 30-35°C при глубинах бассейна (по определению газонасыщенности включений) не менее 70-90 м. На стадии сад-



ки калийных солей температура рапы достигала 50-70°C, а глубины серодного бассейна не были больше 20 м. Галогенная седиментация в районах, располагавшихся вблизи береговой полосы серодного бассейна, отличалась значительной ролью процесса перерастворения солей и возрастанием влияния на состав рапы поровых вод сульфатно-карбонатных и глинистых пород. Это приводило в ряде случаев к переходу рапы в хлоркальциевый тип, что особенно характерно для верхних частей галогенного разреза западного и северо-западного обрамления синеклизы. Стадия опреснения характеризовалась пониженной температурой относительно стадии сгущения и большей ролью растворов выщелачивания калийно-магниевых солей в составе рапы.

MPTANED A., Université de Teheran, Fac. des Sciences, Teheran, Iran;  
GHORBANLI M., École Normale Supérieure, Fac. des Sciences, Teheran, Iran

#### PROCESSUS SÉDIMENTOLOGIQUES DANS LE PLAYA "HOUSÉ-SULTAN"

Le playa, situé à 85 km S de Teheran, est large de 17 km. Il résulte de l'effondrement de type Graben, qui évolue sous un climat semi-aride et où nous assistons aux phénomènes suivants:

- 1) une séquence annuelle dépôt de sablé-argile, évaporites plus accusé au centre;
- 2) une authigenisation de gypse, à l'intérieur même des dépôts argilo-sableux, sous forme des lentilles, des macles lanceolés, et les cristaux monoclinaux, dont la grandeur augmente à l'approche de la zone de battement de nappe;
- 3) une augmentation de taux d'argile de nature smectite, illite et trace de kaolinite et Beidellite;
- 4) une augmentation des ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  et une diminution de  $\text{Ca}^{++}$   $\text{CO}_3^{--}$  avec une constance relative de taux de  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mn}^{++}$ ;
- 5) une augmentation de propriété ionique: PH de 7/7 à 8/7 et conductivité m.u. de 1600 à 13000 et T.N.V. de 8/5 à 19./;
- 6) l'épaisseur de la croûte saline augmente à l'intérieur du playa prenant des formes morphologiques variées; craquement, boursofflure, vacuolaire, allongées dans la direction du vent; en fin saison humid, on assiste à une recristallisation de  $\text{ClNa}$ ;
- 7) la nappe phréatique oscille de 25 à 1m de profondeur;
- 8) en profondeur la conductivité électrique diminue et l'apparition d'une rich faune d'Hydrobia et Chara à 75-50 montre l'existence d'une condition subrecent humide.

# THE GLAUCONITE ALTERATION UNDER THE CONTACT WITH SEA WATER

The interaction between the sea water and glauconite extracted from the contemporary ocean silt, which is rich in organic substance, has been investigated. The extremely rapid (during the weeks) oxidation of the half of the general glauconite  $Fe^{2+}$  content affected by the sea water which was saturated with the air oxygen has been determined by means of the Mössbauer spectroscopy. The spheroidal glauconite treatment with the ultrasound accelerates this process considerably. The iron oxidation is accompanied by the loss of interlayer cations in a quantity dose to the equivalent one. Visible structure dehydroxilation is not revealed. The grinding of the spheroidal glauconite in the sea water leads to the exchange reactions and to the substitution of a part of the interlayer Na for K. Up to 15 % of the initial K are lost. This process is not followed by the loss of radiogenic argon. The major part of K is lost under the contact with the sea water of the medium composition. The K loss is also observed in the contact with the sea water containing the doubled amount of KCl. It is only with the four times increase of the K content in the sea water that the glauconite K loss is found to be commensurable with the K losses for samples treated with distilled water. The tendencies of the glauconite composition modifications determined makes it possible to assume that the frequent overestimations of ages for cenozoic glauconites are due to the exchange reactions and to the partial oxidation of the glauconite  $Fe^{2+}$  caused by the pore waters. The K losses arising under this conditions are able to distort the potassium-argon ratio, the amount of argon being constant in the glauconites in question.

МУРАВЬЕВ В.И., ДАЙНЯК Л.Г., ГОЛОВИН Д.И., Геологический институт Академии наук СССР, г. Москва, СССР

## ИЗМЕНЕНИЕ ГЛАУКОНИТА В КОНТАКТЕ С МОРСКОЙ ВОДОЙ

Экспериментально исследовались процессы взаимодействия морской воды и глауконита, извлеченного из современного океанического ила, богатого органическим веществом. Методами мессбауэровской спектроскопии установлено крайне быстрое (недели) окисление половины  $Fe^{2+}$  в глауконите в контакте с морской водой, насыщенной кислородом воздуха. Обработка глобулярного глауконита ультразвуком резко интенсифицирует этот процесс. При окислении железа происходит близкая к

эквивалентной потери глауконитом межслоевых катионов. Дегидроксизация структуры в уловимых количествах не отмечается. Измельчение глобулярного глауконита в морской воде приводит к обменным реакциям и замене части межслоевого калия на натрий. Теряется до 15% исходного калия. Этот процесс не сопровождается потерей радиогенного аргона. В максимальных количествах теряется калий в контакте с морской водой среднего состава. Потеря калия наблюдается и в контакте с морской водой, содержащей удвоенное количество KCl. Лишь при четырехкратном увеличении содержания калия в морской воде потери калия глауконитом оказываются сопоставимыми с потерями при обработке проб дистиллированной водой. Установленные тенденции изменения состава глауконита позволяют допускать, что причины часто отмечающихся завышенных возрастов кайнозойских глауконитов связаны с обменными реакциями и окислением части  $Fe^{2+}$  в глауконите в контакте с пластовыми водами. Возникающие при этом потери калия при сохранении аргона могут исказить калий-аргоновые отношения в анализируемых глауконитах.

NACHEV I.K., Geological Institute of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria; NACHEVA L.G., Niproruda, Sofia, Bulgaria

#### SEDIMENTOLOGY AND PALEOGEODYNAMIC RECONSTRUCTIONS

Using the detailed studies of flysch an attempt is made to show the significance of the sedimentology for the paleogeodynamics. The textural term flysch is replaced by three substantial types of flysch. 1/ The graywacke-siltstone flysch is formed by phone and imposed extraclastic sediment processes in epicontinental troughs, rises of inner and marginal seas as well as in continental rises in passive Atlantic type oceans. 2/ The clastic-limestone flysch is deposited by phone carbonate and imposed extra- or intraclastic sedimentation in epicontinental troughs and sea rises. 3/ Tephroidal flysch is bound to phone carbonate and imposed tephro-turbidite sedimentation caused by submarine explosive volcanism in intra-arc troughs of island arc systems. The flysch is formed by different sediment processes in different environments during oceanic, transitional or continental stages of the lithosphere evolution. The concept about "flysch geosynclines" and "flysch stages" of development is groundless.

The main aim of the paleogeodynamics is to identify the paleogeodynamic environments based on geological (including paleoclimatic) and paleomagnetic data. The geocomplexes - intrusive, effusive and sedimentary are indicators for the boundaries of the lithosphere plates. The study of the features of the sediment geocomplexes com-



position, texture, structure and thickness is the base for genetic and geodynamic interpretations and typifications. The sedimentology plays an important role and is an effective tool for the paleogeodynamic reconstructions in regional and global aspects.

NACHEV I.K., Geological Institute of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

#### ORIGIN OF FLYSCH AND SUBMARINE VOLCANISM

The Coniacian-Campanian tephroidal flysch in the Srednogorie region of Bulgaria consists of rhythms up to 1 m with limestones and tephroidal rocks, with graded bedding, cross-stratification, lamination, convolution, flute casts, tool marks, bioglyphs and thickness up to 1000 m. Proximal and distal tephroidal flysch can be distinguished. Paleotransport directions are radial. The tephroidal rocks are composed of lithoclasts, andesine, labradorite, augite, hypersthene, amphibole and calcite cement. They have litho-, crystallo- or vitroclastic and block to silty texture. They contain (%) 39-52  $\text{SiO}_2$ , 11-18  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 2-6  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 2-4  $\text{FeO}$ , 2-5  $\text{MgO}$ , 5-19  $\text{CaO}$ , 2-5  $\text{Na}_2\text{O}$ , 1-2  $\text{K}_2\text{O}$ , 2-10  $\text{CO}_2$ , 3-6  $\text{H}_2\text{O}^+$  and are similar to synchronous andesites to basalts. Tephro-olistostromes, tephro-fluxoturbidites, tephro-turbidites and tephro-congurites can be distinguished. The limestones are micritic to pelitic with planctonic Globotruncans and Inoceramus.

The hemipelagic clay-carbonate phase sedimentation took place at the same time with imposed turbidite processes of sedimentation with mechanism of submarine slumpings, grain flows, turbidite currents and bottom currents. The tephra is reworked by synchronous volcanic centres and redeposited with high speed along the rises of volcanoes and in depressions among volcanoes. The flysch is a result of submarine, explosive, andesite-basalt and Ca-K-alkaline volcanism in the Srednogorie trough. The trough had continental basement over 700 km length, 300 km width, up to 3 km depth and seismic activity. It was localized between the Macedonian-Rhodope and the Balkan arcs. It was formed during the Coniacian by extension under the influence of anomalous mantle under the island arc system. Pre-Maastrichtian orogeny transformed the trough in paleovolcanic arc.

The tephroidal (tephro-turbidite) flysch is a result of a submarine and explosive island-arc volcanism, with manifestations in the Apuseni mountains, Vardar zone, Srednogorie zone, Great Caucasus (Bajossian), Small Caucasus (Jurassic-Paleogene), Ural etc.

NAIR N.G.K., Centre for Earth Science Studies, Trivandrum, India;  
JAIN A.K., Department of Earth Sciences, University of Roorkee,  
India

#### DEPOSITIONAL AND DIAGENETIC FEATURES IN THE PHOSPHORITES OF MALDEOTA, GARHWAL HIMALAYA

The bedded phosphorite deposits of Maldeota, Garhwal Himalaya form part of the Chert member of the Lower Tal Formation (Permo-Triassic?). These phosphorites contain bedded and lenticular intercalations and other forms of carbonaceous shales, chert, carbonate, pyrite and exhibit intertonguing relationship. On the basis of megascopic and microscopic studies of phosphorites of Maldeota, the following depositional and diagenetic stages and features have been identified.

##### Depositional stage:

- 1) deposition of chert, carbonate, phosphorite, carbonaceous shale and iron sulphide, some rhythmically, giving bedded character under quiet conditions;
- 2) formation of primary cut and fill channels and slumps under unstable conditions;
- 3) formation of intraclasts of various lithounites through mechanical erosion during unstable conditions and their deposition; development of flame structures, slump structures, minor unconformities-concordant and discordant;
- 4) biogenic processes.

##### Early to intermediate diagenetic stage:

- 1) cementation by carbonate, chert and pyrite on the interstitial spaces of intraclasts, various replacement processes;
- 2) formation of drusy carbonate and the bordering rim of colloform pyrite;
- 3) formation of framboidal pyrite and development of pyrite crystals;
- 4) development of contorted laminations, load casts and other geopetal features, intraformational microthrust faults and fractures; flowage of pyritic shale, intraformational brecciation and folding.

##### Late diagenetic stage:

- 1) pyrite replacing carbonate and phosphorite, including stromatolites and pellets;
- 2) formation of drusy chalcedonic silica;
- 3) veins of pyrite and carbonate.

GRAVITATIONAL PROCESSES IN TECTONIC DEVELOPMENT OF PACIFIC COASTAL ZONE OF SOUTHWESTERN JAPAN SINCE JURASSIC

The Jurassic and younger sedimentary rocks in the Pacific coastal zone of southwestern Japan range from terrestrial to pelagic facies. A suit of the sedimentary facies of the same age represents a single tectonic unit. The major units are of Jurassic and Lowest Cretaceous, Cretaceous, Paleogene and Lower Miocene, and Neogene and Quaternary, though their ages vary locally. In local lithostratigraphy they are organized into groups, subgroups, or supergroups, including Jurassic to Cretaceous Motobu, Nago, and Amami Groups in the Ryukyu Islands, Jurassic Sanbosan Group, Uppermost Jurassic to Cretaceous Torinosu Group, Cretaceous and Paleogene Shimanto Group in Shikoku, Eocene to Lower Miocene Nichinan Group in Kyushu, and Lower to Middle Miocene Hota Group in the Boso Peninsula. Gravitational processes are recognized in their depositional and structural features in various scales.

Terrestrial and neritic sediments overlies the deformed older rocks, and include allochthonous of various rocks, ages, and sizes, but the sediments in large slide sheets are not much older than the containing sediments. The allochthonous were transported by slide and rock fall. The autochthonous part was deformed by slide towards the ocean. The open sea sediments much or less far from the land include large slide sheets and small blocks of the slightly older sediments. The sheets are included in the bottom of the slide sheets of autochthonous sediments, and the blocks in various parts. The movement of slide occurred towards the ocean. Pelagic to hemipelagic sediments of some groups include slide sheets of intensely folded chert. The fold was due to slide, which occurred, at least in parts, towards the ocean.

The layers having complicated structures developed during and immediately after deposition were deformed together with their basements by slump and slide of large scale, which were accompanied by serpentinite and other intrusions. The mass movement occurred again towards the ocean into trench or trough. Upheaval of the trench fills was resulted from subduction of oceanic plate under continental plate, which was due to gravitational slide of the oceanic plate itself in global scale.

NAUMOV E.M., TURISINA T.V., V.V. Dokuchaev Soil Institute, Moscow, USSR;  
TOMIRDIARO S.V., North-Eastern Complex Institute of the Far East  
Branch of the USSR Academy of Sciences, Magadan, USSR

ON GENESIS OF ICY-LOESS STRATA (EDOMA) AND SYNGENETIC PALEO-SOILS  
IN THE NORTH-EAST OF EURASIA

In the paper, thick strata of icy-loess complexes (edomas) are considered as permafrost-bound paleo-cryopedolites and the large Kolyma-Indigirskaya plains as a peculiar natural museum of frosted paleo-soils. Paleolandscapes are suggested to study on the basis of interpretation of paleo-soils as well as paleo-soil processes. Analytical data obtained for some icy-loess strata profiles made it possible to



establish specific features of eolian genesis such as: homogeneity, aggregation of eolian type, absence of clay accumulations, peculiar distribution of carbonates and plant residues. Soil-genetic features (pH, exchange absorption capacity, content and composition of the organic matter, total and granulometric composition, microfabric, etc.) indicate that the main mineral part of these strata has been developed according to the type of arid soil formation (steppe, meadow-tundra-steppe) under arid (cryo-arid) continental and dry landscapes. As distinct analogs for paleo-soils are evidently considered soils of steppized massifs which are situated on areas of the modern north cold pole (Oymyakon, Verkhoyansk, partly Kolyma, Chukotka) and adjoining arid regions /Naumov, 1963; Volkovtzer, 1978, Sokolov, Naumov, 1982/.

It may be concluded that the structure of icy-loess strata (edoma) on the territory under consideration is very complicated (polygenetic) and connected with repeated changes of climate conditions as well as the periodic replacement of dry landscapes by humid ones. The dry periods were obviously prolonged and conditioned the development of the thick icy-loess strata of paleo-cryopedolites with specific features of eolian accumulation and arid solid formation.

The study of the modern soil mantle with the help of the method of actualism makes it possible to suppose that in the past tundra and steppe paleo-landscapes and paleo-soils occurred all together. Such paleo-pedologic approach to the interpretation of paleo-landscapes and icy-loess complexes (edoma) is first applied. In this respect, paleo-soil processes and paleo-soils await more detailed studies using a great number of modern investigation methods.

НАУМОВ Е.М., ТУРСИНА Т.В., Почвенный институт им.В.В.Докучаева, г.Москва; ТОМИРДИАРОВ С.В., Северо-Восточный комплексный институт ДВНЦ АН СССР, г.Магадан, СССР

#### К ВОПРОСУ ГЕНЕЗИСА ЛЕДОВО-ЛЕССОВЫХ ЕДОМ И СИНГЕНЕТИЧНЫХ ИМ ПАЛЕОПОЧВ СЕВЕРО-ВОСТОКА ЕВРАЗИИ

Ледово-лессовые едомы (ЛЛЕ) Северо-Востока рассматриваются авторами как извечно скыванные мерзлотой палеокриопедолиты, а обширные приледоморские равнины — как своеобразный естественный музей замороженных палеопочв. Расшифровка едомных палеопочв и палеопочвообразования представляется наиболее надежным ключом реконструкции палеоландшафтов. Излагается точка зрения авторов по проблеме генезиса ЛЛЕ и сингенетичных им палеопочв Северо-Востока. Анализ результатов изучения опорных разрезов ЛЛЕ обнаружил следующие признаки эолового их генезиса: однородность, агрегированность эолового типа, отсутствие глинистых обособлений и аккумуляций, особое распределение карбо-

натов и растительных остатков. Почвенно-генетические показатели (рН, насыщенность поглощающего комплекса, содержание и состав органического вещества, валовой и гранулометрический состав, микростроение и другие) позволяют считать, что подавляющая часть минеральной толщи сингенетичных ЛЛЕ палеопочв Северо-Востока формировалась по типу аридного почвообразования (степного, лугово-тундрово-степного) в условиях аридных (криоаридных) континентальных и сухих ландшафтов. Отдаленными аналогами этих палеопочв, по-видимому, являются криоаридные (степные, лугово-тундрово-степные) почвы остепненных массивов современного полюса холода (Оймякон, Верхоянск, частично Колыма (Наумов, 1963; Волковинцер, 1978 и др.) и континентальных тундр Чукотки (Соколов, Наумов, 1982). Анализ современного почвенного покрова с привлечением метода актуализма позволяет предположить возможность сосуществования в прошлом на Северо-Востоке тундровых и степных палеоландшафтов и палеопочв, что согласуется с палеоклиматическими, палеоботаническими и палеофаунистическими материалами. В качестве общего вывода можно говорить не о простом, а о сложном (полигенетичном) строении ЛЛЕ С.-В., связанном с эпохальными (возможно, неоднократными) изменениями климата и периодической сменой сухих ландшафтов более влажными, что обусловило смену типов осадконакопления с преобладанием эолово-лёссового и аридного почвообразования.

NAZAREVICH B.P., NAZAREVICH I.A., Moscow State University, Department of Geology, Moscow, USSR

#### BIOHERMAL AND EVAPORITE SEDIMENTATION DURING MESOZOIC WITHIN THE YOUNG PLATFORM IN THE SOUTH OF THE USSR

The Early Triassic and Late Jurassic epochs of bioherm formation and the Late Jurassic epoch of evaporite accumulation may be distinguished in the Mesozoic history of the young platform in the south of the USSR. The Early Triassic bioherm formation proceeded within the intraplatform areas in the east of the Scythian and in the west of the Turanian platforms. The carbonate biohermal formation occurring in the base of the Lower Triassic quasiplatform structural-formational complex includes the proper biohermal limestone and dolomite subformation and argillaceous limestone subformation infilling the irregularities of reef relief. The biohermal subformation consists of complex biohermal massifs, seldom of reefogenic accumulative complexes, separated by sediments of reef talus, intra- and inter-reef lagoons, depressions and horizons of ashes and pyroclasts. Sedimentation occurred in the environment of a "shelf plateau" the margins of which were controlled by deep faults. The Late Jurassic bioherm formation was restricted to the south margin of the Scythi-

an and Turanian plates and the adjoining geosynclinal area. A lateral series of bioherm formations developed in the area from the Crimea mountains to the Tajik depression. These formations are of Callovian-Oxfordian age in the Central Asian and of Oxfordian-Early Kimmeridgian age in the Crimea-Caucasian parts of this belt and are characterised by a diversity of organogenic buildups and associated sediments. Formation of organogenic buildups was accompanied by development of starved basins - the East Cubanian, Tersco-Caspian, Bukhara-Khivian and others - at the platform margin. Since the termination of the growth of organogenic buildups till the end of Jurassic they had been expressed in the relief of sea bottom providing isolation of marginal platform depressions during Kimmeridgian and Tithonian time. Due to this isolation and the aridity of climate these depressions became saline basins where halogenic formations accumulated.

НАЗАРОВИЧ Б.П., НАЗАРОВИЧ И.А., Московский государственный университет, геолфак, г. Москва, СССР

#### БИОТЕРМНАЯ И ЭВАПОРИТОВАЯ СЕДИМЕНТАЦИЯ В МЕЗОЗОЕ НА МОЛОДОЙ ПЛАТФОРМЕ ЮГА СССР

В мезозойской истории молодой платформы юга СССР намечаются раннетриасовая и позднерурская эпохи биогермообразования и позднерурская эпоха накопления эвапоритов. Раннетриасовое биогермообразование локализовалось во внутриплатформенных областях на востоке Скифской и западе Туранской плит. Карбонатная биогермная формация слагает основание нижнетриасового квазиплатформенного структурно-формационного комплекса и включает собственно биогермную известняково-доломитовую подформацию и глинисто-известняковую подформацию - толщу выполнения рифового рельефа. Биогермная подформация представляет совокупность сложных биогермных массивов, изредка рифогенно-аккумулятивных комплексов, разделенных образованиями рифового шлейфа, внутри- и межрифовых лагун, западных участков, горизонтами пеллов и пирокластов. Осадконакопление происходило в обстановке "шельфового плато", края которого контролировались глубинными разломами. Позднерурское биогермообразование было приурочено к южному краю Скифской и Туранской плит и примыкающей окраине геосинклинальной области. На участке от Горного Крыма до Таджикской депрессии оформился латеральный ряд биогермных формаций (келловей-окофордских в среднеазиатской и окофордраннекимериджских в крымско-кавказской части этой полосы), характеризующихся многообразием органогенных построек и сопутствующих отложений. Формирование органогенных построек сопровождалось заложением на окраине платформы некомпенсированных впадин: Восточно-Кубанской, Терско-Каспийской, Бухаро-Хивинской и др. По окончании роста органо-



генных построек до конца при они имели морфологическое выражение в рельефе дна, обеспечивая изоляцию окраинно-платформенных впадин в киммеридже-титоне. В сочетании с аридностью климата это обусловило превращение указанных впадин в солеродные бассейны и образование в них галогенных формаций.

NAZAROV V.I., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

ALEKSEEV V.P., Sverdlovsk Mining Institute, Sverdlovsk, USSR

#### LITHOLOGY AND PALEOGEOGRAPHY OF THE ALDAN-CHULMAN COAL-BEARING REGION (SOUTHERN YAKUT REGION)

Economically potential, the South Yakut coal-bearing formation, however, remains inadequately studied from the genetic point of view. Detailed paleogeography, which is essential for setting field work aims, has not been completed.

Following results of litho-facies analysis, we have singled out 38 genetic types of deposits which characterise macrofacies of proluvium, channel fill, continental lakes, swarms, semi-isolated bays and lagoons, submerged parts of the delta, shallow and open parts of the basin.

Facies profiles and paleogeographical maps reconstructed for the transgressive and regressive phases of sedimentation show the evolution of paleolandscapes from the early Jurassic to the early Cretaceous, with the source area in the Paleostanovoy Upland.

Typical of the early-middle Jurassic is successive evolution of depositional environments from submontane-alluvial and alluvial-deltaic to shallow-basin. The middle Jurassic is associated with a continuous series of peat bogs formed in the transgressive phase of sedimentation in a coastal lowland (facies of bays, lagoons and low-energy shallow zones). Upper Jurassic-Lower Cretaceous sediments accumulated chiefly in shallow-basin and alluvial-deltaic environments. The peak peat accumulation of that time was associated with the regressive phase of sedimentation and restricted to inter-delta areas of alluvial-deltaic plains (facies of marshy lakes and floodplains).

НАЗАРОВ В.И., Геологический институт Академии наук СССР, г.Москва;

АЛЕКСЕЕВ В.П., Свердловский горный институт, г.Свердловск, СССР

## ЛИТОЛОГИЯ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ АДЦАНО-ЧУЛЪМАНСКОГО УГЛЕННОГО РАЙОНА (ЮЖНАЯ ЯКУТИЯ)

Весьма перспективная в промышленном отношении Южно-Якутская угленосная формация до настоящего времени является недостаточно изученной в генетическом аспекте. До сих пор остаются открытыми вопросы детальной палеогеографии, являющиеся необходимой базой для постановки поисковых работ.

На основании литолого-фациальных исследований нами выделены 38 генетических типов отложений, характеризующих макрофазии пролювия, руслового аллювия, континентальных озер, болот, полуизолированных заливов и лагун, подводной части дельты, бассейнового мелководья и открытой части бассейна.

Фациальные профили и палеогеографические карты, построенные для трансгрессивных и регрессивных фаз процесса седиментации позволили проследить эволюцию палеоландшафтов от раннеюрского до раннемелового времени. Областью сноса являлось Палеостановое поднятие.

Для ранне-среднеюрского времени характерна последовательная эволюция обстановок осадконакопления от предгорно-аллювиальных и аллювиально-дельтовых до мелководно-бассейновых. К среднеюрскому времени приурочена серия выдержанных торфяников, формировавшихся в трансгрессивную фазу седиментации в условиях прибассейновой низменности (фазии заливов, лагун и малоподвижного мелководья). Основная часть верхнеюрских-нижнемеловых отложений накапливалась в мелководно-бассейновых и аллювиально-дельтовых обстановках. Максимальное торфонакопление в это время происходило в регрессивную фазу седиментации и было связано с междельтовыми пространствами аллювиально-дельтовых равнин (фазии заболачивавшихся озер и пойм).

NGIN LE THI, Institute of Earth Sciences, Hanoi, Vietnam

## LITHOLOGY OF RED UPPER CRETACEOUS DEPOSITS OF VIETNAM

As a result of litho-facies analysis with detailed mineralogic study, the thick (up to 1,800 m) terrigenous red Ien Chau sequence (C) has been subdivided into 5 litho-facies rock series grouped into two mesocycles. The first mesocycle begins with proluvial-alluvial, alluvial deposits ( $C_1$ ) and ends up with lacustrine deposits ( $C_2$ ). The second mesocycle includes deluvial-proluvial ( $C_3$ ), proluvial-alluvial and alluvial ( $C_4$ ) and proluvial-lacustrine ( $C_5$ ) deposits. First mesocycle rocks have an oligomikt composition, rarely polymikt one,

while the second mesocycle is entirely of greywacke composition. Difference in the material composition of both cycles is reflected in types of quartz, feldspar, as well as in density of sand fractions, composition of heavy minerals and clay components. Sediments of the first mesocycle were supplied mostly by ancient sedimentary and metamorphic rocks of Shongmas paleo-upland and from more remote areas. The source of the second mesocycle terrigenous clastics was limestones, basic effusives, metamorphosed sedimentary rocks close to the area of sedimentation, as well as acid effusives from the north-eastern slope of the depression. Fragments of broken acid effusives (the absolute age of the bedrock is 108-80 mln.y.) found in rocks of the second mesocycle suggest its Lower Paleogene age. Accumulation of the first mesocycle sediments took place in the environments of a broad intermontane depression. By the time of the second mesocycle sediments accumulation, the tectonics of both the depressions and its framing had been exposed to considerable restructuring. As a result, the sediments were accommodated in an uplifted, relatively narrow, intermontane basin. Sediments were accumulated in the conditions of semi-arid climate, with some rather short periods of more humid climate.

NIEC M., Academia Górniczo Hutnicza, Kraków, Poland.

#### SECONDARY PROCESSES IN THE GENESIS OF BIOGENIC NATIVE SULPHUR DEPOSITS

Gypsum reduction by hydrocarbons as a result of bacterial activity is the generally accepted model of sulphurbearing limestones genesis. Within the Polish, Iraqi and Mexican sulphur deposits secondary processes were recognized, substantially transforming the original shape of ore bodies and sulphur content of the ore. Small range of Ph-Eh variations within the sulphurbearing limestone aquifer results in sulphur leaching as  $SO_4^{2-}$  or  $HS^-$  ions and further reprecipitation after the change of acidity or redox conditions. The barren limestones and recrystallized ones enriched in sulphur are the final products respectively as well as the sulphur fracture filling. In the case of hydrocarbons influx to the deposit exceeding the velocity of sulphate reduction, barren limestone soaked by bitumens originates as a result of previously formed sulphur leaching by hydrocarbons or by sulphoorganic compounds formation. Secondary processes operate actively during or after the tectonic movements and produce the ore texture and sulphur content zoning in respect to the depth and to the faults density. In the Iraqi and Mexican sulphur deposits the following sequence of secondary processes was



established: recrystallization, sulphur leaching and fracture filling within the surrounding rocks, and replacement of sulphur by bitumens. They are partly accompanied by karstification and followed by weathering.

NICOLAYEVA I.V., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

#### CONDITIONS OF SEDIMENT- AND OREFORMATION ON THE DATA ON GLAUCONITE GROUP MINERALS

Chemical composition of glauconite group minerals (GGM) is formed under the influence of marine water and weathering products. GGM formation is connected with the stage of initial diagenesis, characterized by narrow fluctuation Eh (around zero mark) and pH (around neutral mark). Epochs of great mass of GGM formation coincide with epochs of intensive weathering processes on the lands, supplying element dissolution to marine sediments. With constant  $Mg/Fe^{2+}$  in the composition of GGM, absolute contents Mg and  $Fe^{2+}$ , as Li and F, are increased in accordance with the temperature and salinity of sea water. The thalassophile element distributions are distinguished for normal marine and evaporite basins: the former have sublatitude and sublongitude zonality, the latter have concentric zonality with maximum value of temperature in zone of evaporation. No increasing Mg-content (and paleotemperature) is observed in connection with the carbonate deposits increasing; no decreasing of Mg-content (and paleotemperature) is observed in connection with the flint sediments increasing; that confirms biogenic formation of carbonate and flint sediments. The same data one may receive for GGM of terrigenous deposits that are deprived of the biogenic remains. Al- and Fe- concentrations in GGM and zonality of their distribution are defined by weathering processes: Al-enrichment varieties of GGM fix the shore, oriented to the bauxite belts, whereas the  $Fe^{3+}$  ones - to the zones of ferrous sediments, mainly oolitic, ores. There is an oriented change in the composition of GGM from Riphean to the Tertiary, which is related to the general evolution of continental and marine relief patterns.

НИКОЛАЕВА И.В., Институт геологии и геофизики Сибирского  
отделения АН СССР, г.Новосибирск, СССР

## ОБСТАНОВКИ ОСАДКО- И РУДООБРАЗОВАНИЯ ПО ДАННЫМ ИЗУЧЕНИЯ МИНЕРАЛОВ ГРУППЫ ГЛАУКОНИТА

Химический состав минералов группы глауконита (МГТ) формируется под влиянием морской воды и продуктов выветривания. МГТ образуются в морских осадках на стадии раннего диагенеза в среде, характеризующейся небольшими колебаниями  $E_h$  относительно нулевых значений и pH относительно нейтральных. Эпохи образования больших масс МГТ совпадают с эпохами интенсивного развития процессов выветривания на континенте, оставляющих элементы в реакционноспособной форме в морские осадки. При постоянстве отношения  $Mg/Fe^{2+}$  в составе МГТ абсолютные величины возрастают пропорционально температуре и солености морской воды с Li и F. Распределение всех этих элементов существенно различается в бассейнах нормально-морского и эвапоритового типов: в первых отмечается зональность субширотная и субмеридиональная, во вторых – концентрическая с центром повышенных параметров в зоне эвапоритообразования. Не прослеживается повышения Mg (и палеотемператур) в связи с увеличением роли карбонатов или снижения Mg в связи с кремненакоплением, что подтверждает существенно биогенное происхождение карбонатных и кремнистых отложений. Сопоставимые данные МГТ дают по терригенным отложениям, лишенным органических остатков. Влияние процессов выветривания проявляется на содержании Al и Fe, зональности первичного химического состава МГТ, а также их вторичного изменения: обогащенные Al прибрежные разновидности тяготеют к поясам бокситообразования, а  $Fe^{3+}$  – к зонам образования осадочных железных руд, главным образом оолитовых. Наблюдается направленное изменение состава МГТ от докембрия к третичному времени, что связано с общей эволюцией континентальных и морских палеоландшафтов.

NISHIWAKI, NIICHI, Dept. Geol. Mineral., Fac. Sci., Kyoto Univ.,  
Kyoto, Japan, and KOJIRO NAKASEKO, Inst. Geol. Sci., Coll.  
Gener. Educ., Osaka Univ., Toyonaka, Japan

## TRACE FOSSILS IN THE PLEISTOCENE OSAKA GROUP OBSERVED BY MEANS OF SOFT X-RAY RADIOGRAPHY

Sixty five borings were drilled in the southern part of the Osaka Bay, Kinki district, southwest Japan, where the Kansai International Airport will be constructed. The cores are mainly composed of semi-consolidated clay and sand of the Pleistocene Osaka Group, and they record the climatic history of more than five hundred thousands years. Micropaleontological, sedimentological and geochronological studies

were performed on the cores, of which total length is about ten thousands meters. The soft X-ray radiography was adopted to detect sedimentary structures and molluscan fossils. The shape of core specimens analyzed is semi-cylindrical of 10 cm long, 5 cm wide and less than 2 cm thick. Besides the primary objects, three kinds of trace fossils were recognized by means of the stereo radiography. Those are thick cylindrical one of more than 3 mm thick, irregularly branched one of 1 to 2 mm thick, and needle-like one of 0.2 mm thick, and their biological meanings are now under investigation. Trace fossils were common in several stratigraphic horizons, which corresponds with transition zones from marine to non-marine, or *vice versa*, based on microfossil assemblages of nannoplankton and diatom. The soft X-ray radiography is a useful techniques for sedimentological and paleontological study of semi-consolidated sediments.

SRI NIWAS, SINGHAL D.C., SINGHAL B.B.S., University of Roorkee,  
India

#### TIROHAN DOLOMITE: PROBABLE DEEP AQUIFER IN SEMI-ARID AREAS OF BANDA DISTRICT (INDIA) AS REVEALED BY RESISTIVITY SOUNDINGS

Due to general lack of surface and erratic rainfall the south-eastern parts of Banda District, Uttar Pradesh, India have been facing acute shortage of water. Geologically the area is comprised of sub-horizontal compact sandstone belonging to Kaimur group (1400 - 600 million years) occurring at or near the ground surface. The sandstones with a generally low intergranular porosity are characterised at places by profuse jointing in 3 to 4 sets. These rocks are underlain by Tirohan Dolomite belonging to Semri group of the Lower Vindhya which are exposed in discontinuous narrow band. Indications are that the dolomites have solution opening which are at places interconnected by fissures and joints. With a view of targetting dolomite for its subsurface extention electrical soundings, well distributed throughout the area were taken. An automatic interpretation technique was developed using ridge regression estimator for getting stable inverse solution and all the resistivity data were then interpreted after testing the computer program using resistivity data obtained near the wells of known lithology. A careful examination of the interpreted data reveals that Kaimur Sandstones do not comprise prolific aquifers in the area. However, these rocks are underlain by horizons having relatively low resistivity (50-150 ohm-m) which probably pertains to the Cavernous Tirohan Dolomites. These zones may be water-bearing and are continued, up to ENE trending structural lineament known as Manikpur shear zone. The thickness of this aquifer is indicated to be 20-100 m. The occurrence of Dolomite aquifer is also corroborated by the large depressions in the sandstone terrain formed due to collapse of the upper roof whereby the cavernous Tirohan Limestones are exposed.



LATERAL VARIABILITY OF DEPOSITS ON TECTONIC STRUCTURES AND ITS EXPRESSION IN GEOPHYSICAL FIELDS

The study of lateral variations of composition, structural-textural character, and physical-chemical properties of deposits within the limits of a single tectonic structure is necessary both for the understanding of the structure evolution and for forecasting and exploration of mineral resources. Several types of lateral variation of deposits of different genesis on tectonic structures of different origin and morphology are distinguished. This variation is controlled both by sedimentary and postsedimentary processes. Individual structures and their elements are considered to be the most probable locations of deposits of certain genetic types.

The variations of sediment composition and properties are distinctly expressed in natural and artificial geophysical fields. Neglecting certain regularities, established at present, leads to the non-confirmation (by drilling) of the structures identified from geophysical data and brings up great errors in predicted values of capacity and filtration properties of rocks of the productive horizons. It also leads to erroneous evaluation of reserves and planning of pool development.

The regularities in lateral variations of deposits are observed in major and minor structures (from several kilometres to a few hundred metres in size). In the overwhelming majority of cases on platform territories the lateral variation in the composition and properties of deposits is more important than the thickness changes within local structures.

On small-amplitude structures and in zones where stratigraphic traps are present the lateral zonation of physical parameters affects the local geophysical fields much stronger than the boundaries of series of beds and formations and/or their fluid saturation.

НОВОСЕЛИЦКИЙ В.М., КАЛЕДА Г.А., Всесоюзный научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт, г.Москва, СССР

ЛАТЕРАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕКТЕНИЧЕСКИХ СТРУКТУРАХ И ЕЕ ОТРАЖЕНИЕ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

Изучение латеральной изменчивости состава, строения и свойств отложений на тектонических структурах необходимо как для познания развития самих структур, так и для прогнозирования поисков и развед-

ки залежей полезных ископаемых. Выделяются типы латеральной изменчивости отложений разного генезиса на тектонических структурах различного происхождения и морфологии. Эта изменчивость обусловлена как седиментационными, так и постседиментационными процессами. Отдельные структуры и их элементы рассматриваются как наиболее вероятные места появления определенных генетических типов отложений с характерными для них свойствами.

Изменчивость состава и свойств отложений четко отражается на естественных и искусственных геофизических полях. Игнорирование установленных в настоящее время ее закономерностей приводит к неподтверждаемости структур, подготовленных к бурению геофизическими методами, к ошибкам в прогнозировании емкостных и фильтрационных свойств пород продуктивных горизонтов, в подсчете запасов и проектировании разработок залежей.

Закономерности латеральной изменчивости отложений наблюдаются как на крупных, так и на небольших структурах, в первые километры и даже первые сотни метров в поперечнике. В подавляющем большинстве случаев на платформенных территориях латеральная изменчивость состава и свойств отложений в количественных показателях значительно превышает изменчивость мощности в пределах локальных структур.

На малоамплитудных структурах и в зонах существования неструктурных ловушек латеральная зональность физических параметров самих горных пород превалирует в формировании локальных геофизических полей над фактором границ флюидов разного состава, содержащихся в пластах.

PETER ADWOK NYABA, College of Natural Resources and Environmental Studies University of Juba, Sudan

#### THE LATERITIC SOIL COVER OF THE SOUTHERN SUDAN: ASPECT OF CONTINENTAL SEDIMENTATION

The southern Sudan enjoys a tropical humid climatic conditions and for quite a while in the geological past. The laterites form a variegated depth cover all over the region, on the precambrian basement formation and delimited in the North by the Um Rawaba sedimentary basin. There is no correlation between the laterites and the underlying gneisses, in terms of weathering profiles, trace element contents / Pt, Ni, Co, Cr etc which are usually enriched in the basic/ultrabasic rocks / of the two. An alternative explanation to the usually held view that laterites are residual products of basic/ultrabasic rocks is being offered. The roles of Eh-Ph, the iron fixing bacteria and the alternating dry-wet seasons over a long period of time is being over emphasised.

## HYDRAULIC EQUIVALENCE IN RIVER SANDS

The concept of hydraulic equivalence as formulated by Rubey (1933), states that grains of heavy minerals and quartz should have the same settling velocities. Such interpretation is true of well sorted beach sands, but it isn't true of river sands because size distributions of heavy and light minerals in source rocks are inherited by the sediments.

The author offers a model of heavy mineral deposition in river sands based on the population concept. The particles, moving by saltation, in the suspended load or in the traction load, will be deposited in different ways. According to the model the concept of hydraulic equivalence as concerned river sands is the following: heavy and light minerals have equal average settling velocities in a population as a whole, deviations from hydraulic equivalence are due to the mineral distributions in source rocks.

This concept enables us to make several predictions such as differences in heavy mineral suites of sizes and facies. The compensation phenomenon (the heavy minerals, when compared to quartz, are larger or smaller than predicted from theory) and the inherited skewness phenomenon (a positive or a negative skewness of heavy mineral distributions) are due to the source influence. The heavy:light settling velocity ratio decreases with increasing distance of transport.

The modified equivalence concept can be applied to investigation of river sediments.

ОСОВЕТСКИЙ Б.М., Пермский государственный университет, геолфак, г.Пермь, СССР

## ПРИНЦИП ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ ДЛЯ РЕЧНЫХ ПЕСКОВ

Принцип гидравлической эквивалентности по Рубею (1933) предполагает равенство гидравлических крупностей зерен тяжелых минералов и кварца. Такая интерпретация справедлива для хорошо сортированных прибрежно-морских песков и неприемлема для речных вследствие их гетерогенности и унаследованности состава от питающих пород.

Автором разработана понятийная модель накопления тяжелых минералов в речных песках, учитывающая популяционную их структуру. Переносимые водным потоком частицы (взвешенные, сальтируемые и влекомые) сортируются по гидравлической крупности и выпадают в осадок при различных режимах падения. Исходя из данной модели, предложена формулировка принципа гидравлической эквивалентности для речных песков:



в каждой популяции средние гидравлические крупности частиц легкой и тяжелой фракций равны с отклонениями для отдельных минералов, обусловленными размерами их зерен в питающих породах.

Следствиями принципа гидравлической эквивалентности являются закономерные изменения содержаний минералов по классам частиц, литолого-фациальным типам осадков и др. Роль питающих пород учитывается при изучении явлений компенсации (присутствие минералов с повышенной и пониженной средней гидравлической крупностью) и унаследованной асимметрии ("избыток" крупных или мелких частиц минералов). Региональные исследования показали, что с удалением от источников питания гидравлические эквиваленты минералов, особенно неустойчивых, уменьшаются.

Анализ гидравлической эквивалентности минералов в сочетании с детальным изучением вещественного состава речных песков открывает широкие перспективы при литолого-фациальных и палеогеографических исследованиях.

PALIWAL B.S., Postgraduate Department of Geology, Government Bangur College, Didwana, India

#### EVOLUTION OF THE TRANS ARAVALLI VINDHYANS OF RAJASTHAN, INDIA

Red beds exposed within the Thar Desert, along the western fringe of the Aravalli Mountain Range unconformably overlie the Aravalli meta-sediments and the Malani Igneous Suite of rocks. A thick pile of these arenaceous and calcareous sediments have been deposited in an unstable tectonic basin associated with the Malani volcanism. The former being invariably associated with red colouration of iron, have intercalated red shales. The rocks reveal a continuous change in the depositional environment, indicating an interplay of the tectonism volcanic activity and sedimentation. Sedimentary sequence supports several depositional stages: (i) a volcanic phase passing into (ii) an early clastic phase and (iii) a peneplanation phase depositing the carbonates and lastly (iv) a late clastic phase. There are evidences which indicate a lateral variation in the environment of deposition from marine to fluvial.

These rocks have controversially been assigned different positions in the stratigraphical column. On one side as "Trans Aravalli Vindhyan" they have been equated with the Vindhyan rocks (Upper Proterozoic in age) of the central India and as "Marwar Supergroup" on the other side, they are being considered equivalent to the Cambrians of the Salt Range of Pakistan. However, recently discovered paleontological evidences suggest a younger age.

GEOCHEMISTRY AND MINERALOGY OF SITE 222 IN N.W. INDIAN OCEAN (ARABIAN SEA)  
Leg.23 DEEP SEA DRILLING PROJECT (D.E.D.P.)

Site 222, situated on the NW margin of the Indus cone in Arabian Sea was drilled at a depth of 3546m by the "GLOMAR CHALLENGER" within the framework of the research D.S.D.P., during Leg.23, Deep-sea cores recovered, were subjected to geochemical and mineralogical analysis and study.

The fourteen samples, offered by D.S.D.P. due to their origin from Indus river cone, and to their near-shore nature, dominated by terrigenous material. No basaltic basement was reached; the sediments ranging in age from Late Miocene to Late Pleistocene. The study proved that:

- i) Most of the major and trace elements are controlled by terrigenous minerals,
- ii) The average percentage contribution made to the total element content by the lattice held lithogenous fraction of the sediments is, for most of the studied elements, high (> 65%). Mn, Ca, Sr are exceptions; and
- iii) Authigenic Fe-Mn oxides are practically absent.

The sediments show the typical characteristics of non-pelagic anoxic sediments. The terrigenous material reaching Site 222 approached the usual composition of the world-ocean near-shore muds and is dominated by a fluvial mode (Indus River) of transportation.

Illite (mica) is the most prominent detrital clay mineral, together with mixed layers illite/smectite (I/Sm), Chlorite, Kaolinite and traces of palygorskite, Quartz, feldspars (mainly plagioclase), dolomite and several heavy minerals make up the detrital assemblage, whilst pyrite and calcite are the most significant authigenic minerals.

As a result of reducing conditions and rapid deposition, anoxic diagenesis took place. The products of this diagenesis are pyrite, traces of apatite, moderate quantities of methane and traces of ethane. There are strong indications that burial diagenesis of clay minerals took place as a result of the thick sedimentary sequence. (~1.3 Km). This burial diagenesis involves an increase of the non-expandable layers within illite/smectite mixed layers and formation of additional amounts of 17Å M.L.I. /Sm. This diagenetic change seems to have taken place at much shallower depths (~350-400m) and lower temperatures than is the usually accepted case.

PERYT TADEUSZ, Institut Geologiczny, Warsaw, Poland

#### MODEL OF THE DEVELOPMENT OF EVAPORITE BASINS DURING THE PRE-EVAPORITE STAGE

Considering the results of the author's studies on the Zechstein /Upper Permian/ of Poland and the literature data on the other evaporite basins /and especially the Silurian Michigan Basin and the Miocene Mediterranean Basin/, a general model of the glaciostatic cyclic deposition of the pre-evaporite deposits is proposed. It contains two end members: high sea-level stand relating to the melting of Gondwana glaciers and low sea-stand during the expansion of ice cover. During the low sea-level stand the sill zone was accentuated far more than during the high stand but not enough to result in quite different hydrological regime. There is no doubt that the further lowering of sea level or the growth of carbonate platform in the sill zone what, as can be supposed, occurred at the end of the pre-evaporite carbonate deposition, would change the hydrological regime. Such change would be accompanied by evaporative drawdown. This situation most probably existed, e.g., at the end of deposition of the third cycle of the Zechstein Limestone; it can be compared to the conditions characteristic of the Red Sea during the Pleistocene separations of that basin from the Indian Ocean.

The presented model stresses the importance both of sill and glaciostatic changes. Both factors had the critical importance for the transformation of pre-evaporite basin into the evaporite basin. During the deposition of evaporites the sea-level lowerings were mainly related to the evaporative drawdown and this led to the almost complete drying up of the basin.

PHAM THE HIEN, Institute of Earth Sciences, Vietnam

#### LITHOLOGY AND ACCUMULATION CONDITION OF THE UPPER TRIASSIC COAL-BEARING DEPOSITS IN VIETNAM

The Upper Triassic coal-bearing deposits are the most perspective for coal among the four main coal-bearing stages in Vietnam. From the point of genetic view they are multi-facial complex with complicated cycle structure, consisting the ruled intercalation of the alluvial, lacustrine, swamp-lacustrine nearshore and marine sediments. They were formed during two mesocycles. Each mesocycle is characterised by a complex of substantial compositions, genetic types, facies, layer structure.

The first mesocycle occupies the lower part of the section and was formed during the transgression period and the beginning of re-



gretion period. It consists mainly of the marine and nearshore sediments, with the simple and selected substantial compositions. Somewhere at the marginal part of the ancient solid uplift massives there can be seen even the continental sediments. The second mesocycle was formed during the regression period manifested mainly by the lacustrine, swamp-lacustrine and swamp deposits. Somewhere there could be observed nearshore sediments intercalated. In general, the substantial composition of this mesocycle is more complicated.

The distribution and development of the paleolandscape have been shown through the results of the paleogeographical study. The author has determined the different areas of good condition for the coal substances accumulation.

In general, perspective for coal belongs to the second mesocycle. In some parts due to the earlier development of continental formation coal perspective can be seen the latest-part of the first mesocycle.

POGÁCSÁS G., Geophysical Exploration Company, Budapest, Hungary

#### GEOLOGICAL INTERPRETATION OF THE SEISMIC MACRO-STRUCTURE OF NEOGENE-QUATERNARY SEDIMENTS IN THE DEEP DEPRESSIONS OF THE PANNONIAN BASIN

In the Pannonian Basin predominantly clastic formations of 0.5 to 7 km thickness were accumulated during the Neogene-Quaternary. The modern high coverage seismic profiles measured by the Geophysical Exploration Company provided the possibility to study the elements of 20 to 200 m network distance of the Neogene sequence from the point of view of its macro-structural built-up, which could not be investigated so far. Thus reflection profiles provided valuable information both on the stratification of primary sedimentary origin /bedding conditions/ and on the deformation structures of secondary character.

Based on their reflexion profile images the formation filling the Neogene deep depressions of Hungary can be divided into four strongly differing seismic sequences, i.e. into differing depositional and/or tectonic units:

1. Miocene formations with secondary deformation structure;
2. Miocene formations with a structure of primary sedimentary origin;
3. Pannonian formations /s.l./ with a structure of sedimentary origin;
4. /Upper Pannonian/-Pleistocene-Quaternary formations.

The four basic seismostratigraphic units represent different phases of Neogene basin subsidence being different in their intensity in space and time and probably in their geodynamic mechanism as well.

In different deep depressions of the Pannonian Basin five seismic facies groups could be unambiguously identified within the third and fourth units /B,C,D,E,F; Késmárky et al., 1981, Pogácsás-Völgyi 1982, Pogácsás et al., 1982, Berkes et al., 1983/. Transgression of the Lower Pannonian /s.l./ is represented by the units B and C, the unit D represents the subsequent progradational sediment filling, the unit E - the delta-back lagoonal facies, and the unconformably overlying unit F - the lacustrine, fluvatile and marshy formations.

The dissimilar seismostratigraphic feature of the deep depressions of Hungary /Little Plain, Zala Basin, Rába Basin, Great Plain, etc./ would provide the possibility to study the probably very dissimilar hydrocarbon perspectives of these areas.

POLYANSKY B.V., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### EVOLUTION OF EARLY MESOZOIC SEDIMENT AND PEAT ACCUMULATION IN CONTINENTAL MARGINS OF ASIAN TETHYS

Late Triassic - Jurassic sediment and peat accumulation within coal-bearing formations of the Caucasus-Pamirs zone of the Mediterranean belt involved southernmost parts of the Scythian and Turanian plates and Central Asian epiplatform, with coastal insular-peninsular land southwards, bounded on the south by an arc of Mezotethys open waters (the Zagros, South Afghanistan, Pakistan, the Pamirs). The litho-facies analysis and paleogeographical reconstructions have yielded the following types of sedimentary basins: submontane, intermontane and plain alluvial valleys with peat accumulation of a "valley" type (Central Asia); deltas and coastal marine plains with "deltaic" and coastal-continental types of peat accumulation (the Caucasus, Iran, North Afghanistan, southern Central Asia). The adjacent epicontinental seas covered - especially at times of transgressions - the Greater Caucasus, part of the Transcaucasus, major Iran, southern Central Asia and Afghanistan. The evolution of these basins is studied in its stages of time development, together with the associated peat accumulation processes.

The present-day, palinspastically based, paleotectonical reconstructions of late Triassic and Jurassic settings feature ancient deep-water oceanic basins singled out according to the oceanic crust relics (ophiolites); one of them is the Mezotethys ocean in the southern tip of the region. However, a detailed study of data obtained from the coal-bearing and adjacent formations proved that the hypothesis, which considered Mezotethys an ocean and the Central Caucasus "geosynclinal" basin a deep-water one, was ineffective. In the

late Triassic and Jurassic, even the farthest from the coast parts of marine basins (the Greater Caucasus, Dagestan, southern Iran, Afghanistan, the Pamirs) were dominated by shallow-marine carbonate and fine terrigenous sedimentation with a number of features typical of a shallow-water environment (inner washouts, fine oblique lamination of a coastal, shallow-water type in silt and sand material, interbeds of detrital and algal limestones, etc.). Many-kilometre thickness of these carbonate-clay sediments is incompatible with low rates of deep-water sedimentation.

ПОЛЯНСКИЙ Б.В., Геологический институт АН СССР, г.Москва, СССР

#### ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЦЕССОВ РАННЕМЕЗОЗОЙСКОГО ОСАДКО- И ТОРФОНАКОПЛЕНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОКРАИН АЗИАТСКОЙ ЧАСТИ ТЕТИСА

В позднем триасе-юре процессы осадко- и торфонакопления угленосных формаций Кавказско-Памирской зоны Средиземноморского пояса охватывали южные окраины Скифской и Туранской плит и Среднеазиатской эпиплатформы, южнее - прибрежную островную-полуостровную сушу, с юга дугообразно ограниченную открытой акваторией Мезотетиса (Загрос, Южный Афганистан, Пакистан, Памир). На основании литолого-фациального анализа и палеогеографических реконструкций выделены следующие типы седиментационных бассейнов: предгорных, межгорных и равнинных аллювиальных долин с "долинным" характером торфонакопления (Средняя Азия); дельт и прибрежно-морских равнин с "дельтовым" и "прибрежно-континентальным" характером торфонакопления (Кавказ, Иран, Сев.Афганистан, Юг Средней Азии). Смежные с ними эпиконтинентальные морские бассейны охватывали особенно во время трансгрессий Большой Кавказ, часть Закавказья, большую часть Ирана, Юг Средней Азии и Афганистан. Поэтапно прослежена эволюция этих бассейнов во времени и связанных с ними процессов торфонакопления.

Новейшие палеотектонические реконструкции тектонистов для позднего триаса и юры, основанные на палинспастических построениях, выделяют древние глубоководные океанические бассейны по реликтам океанической коры (офиолитам), в частности океан Мезотетис вдоль южной окраины региона. Однако детальный фактический материал разрезов угленосных и смежных с ними формаций позволил доказать несостоятельность выделения Мезотетиса как глубоководного океана, так и Центральнокавказского "геосинклинального" бассейна. В позднетриасовое и юрское время даже в наиболее удаленных от берега участках морских бассейнов (Большой Кавказ, Дагестан, Юг Ирана, Афганистана, Памир) преобладали процессы мелководно-морской карбонатной и тонкотерригенной седиментации с рядом характерных признаков мелководья (внутриформационные размывы, мелкая косая слоистость прибрежно-мелководного типа



в алевро-песчаном материале, прослой детритовых и водорослевых известняков и пр.). Многокилометровые мощности этих карбонатно-глинистых осадков несовместимы с незначительными скоростями глубоководного осадконакопления.

POPOV V.I., ZAPROMETOV V.Yu., Tashkent State University, Geologic Faculty, Tashkent, USSR

#### FACIAL PETROGENETIC CLASSIFICATION OF SEDIMENTARY FORMATIONS

Geological formation represents historic-geological unit of isogenetic mountain rocks.

Four petrogenetic rows of formations are being marked: alumosilicate siliceous, carbonate, halogen. They are divided into families (f.) conforming to orohydrographic facial complexes (highlands, plains, basin folds).

Alumosilicate row.

Continental stage: interstratified f. (surface raises), molasse f. (surface plains), central-lake f., schlier f. (pre-shore plains), distant neritic pelite f.

Precontinental stage: submarine-interchanging (slopes) f., bathyalglyshoid f. and abyssal flyshoid f.

Oceanic stage: submarine interchanging oceanic f., red-clay oceanic f.

Analogous families, with some exclusions, can be also defined in siliceous, carbonate and galogen petrogenetic rows. Complexes (of the genus) conform tectonic regimes or types of the basins. Families and complexes are subdivided for the basic units - species of formations (in fact formations themselves) are distinguished by paleoclimate affiliation, specific composition, etc., Subtypes of formations coincide with the stages of development of crust, subformations - by polydynamic facial belts (for example pre-mountain fan, plain, wave-built, bottom-current, depth chanal deposits, etc.). Formations are subdivided into petrographic, mineralogic, geochemical. 88 species of deposits are described according to this classification.

ПОПОВ В.И., ЗАПРОМЕТОВ В.Ю., Ташкентский государственный университет, геолфак, г.Ташкент, СССР

#### ФАЦИАЛЬНО-ПЕТРОГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОСАДОЧНЫХ ФОРМАЦИЙ

Геологическая формация представляет историко-геологическое сообщество изогенетических горных пород.

Выделяются три петрогенетических ряда формаций: алумосиликат-

ный, силицитовый, галогенный. Они делятся на семейства (с.), отвечающие орогидрографическим фациальным комплексам (поднятиям, равнинам, бассейнам).

#### Алюмосиликатный ряд.

Континентальная ступень: с.перерывных (наземные поднятия), с.молассовых (наземные равнины), с. центральноозерных, с.шиловых (прибрежные равнины), с. удаленных неритовых пелитовых.

Предконтинентальная ступень: с.подводно-перерывных(склоны), с. батинальных флишеидных и с.абиссальных флишеидных.

Океаническая ступень: с.океанических подводно-перерывных, с.океанических красноглинных.

Аналогичные семейства выделяются в силицитовом, карбонатном, галогенном рядах (в последнем выпадают глубоководные океанические). Комплексы (рода) отвечают оротектоническим режимам или типам бассейнов. Виды формаций делятся по палеоклиматам, подвиды соответствуют стадиям развития коры, субформации - полидинамическим фациальным поясам (например, подгорно-верному, равнинно-долинному, волноприбойному, доннотечениевому, глубинно-дельтовому и др.). Различаются петрографические, минералогические, геохимические разновидности формаций.

По этой классификации описаны 88 видов осадочных формаций.

PROSHLYAKOV B.K., GALYANOVA T.I., PIMENOV Yu.G., I.M. Gubkin Moscow Institute of Petrochemical and Gas Industry, Moscow, USSR

#### KATAGENESIS OF DEEPLY BURIED SEDIMENTARY BASIN ROCKS

Caspian depression is one of the largest Phanerozoic basins of sedimentation. Thickness of sedimentary rocks in the most buried areas exceeds 20 km. Three complexes are distinguished in geological section - subsalt, salt and supersalt. The two latter have thickness up to several kilometres but sometimes are completely absent. Inter-growth textures of fragmental grains (quartz and other minerals), and also regular alteration of calcite content in terrigenous rocks with depth are determined within supersalt complex. Clay minerals associations also change with depth - montmorillonite and kaolinite groups gradually disappear, role of hydromica and chlorite increases. Salt complex is represented, mainly, by rock salt, and also clay, anhydrite, dolomite beds. Main alterations during katagenesis stage include chemogenic minerals recrystallization, crystal arrangement regulation and textures reconstruction. Subsalt complex rocks (low Permian deposits and lower) are consolidated less than supersalt ones at the same depths. Calcite content in terrigenous rocks

start growing directly after salt series and increases, mainly, with slowing-up, down along the section. Clay minerals are represented, mainly, by hydromica and chlorite. A regularity was noticed: the more thickness of salt bearing series, the less consolidated are subsalt rocks, the less content of carbonate share in clay mineral and more their absolute porosity. Thus, differences: in lithological composition, depth of bedding, thickness of sedimentary complexes define direction and manifestation forms of sedimentary rocks katabenetic alterations.

ПРОШЛЯКОВ Б.К., ГАЛЪЯНОВА Т.И., ПИМЕНОВ Ю.Г., Московский институт нефтехимической и газовой промышленности им. И.М.Губкина, г.Москва, СССР

### КАТАГЕНЕЗ ПОРОД ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫХ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Прикаспийская впадина является одним из крупнейших фанерозойских бассейнов осадконакопления. Мощность осадочной толщи в наиболее погруженных участках превышает 20 км. В геологическом разрезе выделяются 3 комплекса: подсоловой, солевой, надсоловой, — причем 2 последних имеют мощность до нескольких километров, но иногда полностью отсутствуют. В надсоловом комплексе пород (кайнозойские, мезозойские и верхнепермские отложения) установлены структуры растворения обломочных зерен (кварца и других минералов), закономерное изменение содержания кальцита в терригенных породах с увеличением глубины залегания. Ассоциации глинистых минералов также меняются с глубиной: постепенно исчезают группы монтмориллонита и каолинита, возрастает роль гидрослюда и хлорита. Солевой комплекс представлен в основном каменной солью, а также пластами глин, ангидритов, доломитов. Основные изменения на стадии катагенеза заключаются в перекристаллизации хемогенных минералов, упорядочении расположения кристаллов и преобразовании текстур. Породы подсолового комплекса (нижнепермские отложения и ниже) менее уплотнены, чем надсоловые на равных глубинах. Содержание кальцита в терригенных породах начинает возрастать непосредственно под солевой толщей и с замедлением увеличивается вниз по разрезу. Глинистые минералы представлены преимущественно гидрослюдами и хлоритом. Намечается такая закономерность: чем больше мощность соленосной толщи, тем менее уплотнены подсоловые породы, тем ниже содержание карбонатной части в глинистых породах и выше их абсолютная пористость. Таким образом, различия в литологическом составе, глубине залегания, мощности осадочных комплексов предопределяют направленность и формы проявления катagenетических изменений осадочных пород.



RAHA P.K., RAJENDRAN C.P., Centre for Earth Science Studies, Trivandrum, India

#### CENOZOIC SEDIMENTARY FACIES - THEIR IMPLICATIONS ON CONTEMPORARY COASTAL ENVIRONMENTS OF SOUTHERN KERALA, INDIA

The development of the coastal planes of Kerala (SW India) has direct bearing on the tectonics and sedimentation history of the passive continental margin of western India. Based on sedimentation pattern and basin characteristics, the phenomenon of coastal erosion affecting central littoral areas of Southern Kerala, India, has been related to the evolution and behaviour of the coastline through the Cenozoic area. Analysis of various lithofacies of the Cenozoic sediments reveals marine transgressions during Oligo-Miocene and Quaternary times. A wedge of calcareous Quilon Formation (Oligo-Miocene) within terrigenous sediments of Warkalli Group (Raha et al., J.Geol.Soc. Ind., 24(7), 1983) is an evidence of a major transgression. A laterite horizon 60 m below the Quaternary sediments of South Kerala near Ambalapuzha ( $9^{\circ}23'50''$ :  $76^{\circ}21'50''$ ) indicates that this part formed landmass exposed to weathering in Pre-Quaternary times and subsequently subsided slowly to allow a marine transgression. Continuance of this subsidence is evidenced by vast areas west to Vembanad Lake lying below the present sea-level. The lagoons characterizing the coastal areas of Kerala are relicts of embayments formed by this transgression and separated from the open sea by sand-bars. Blocking of the river-mouth and estuaries, cutting off sediment supply, increased the free energy of sea-waves and long-shore currents that are causing coastal erosions - a prelude to a marine transgression.

RAJENDRAM C.P., RAHA P.K., Centre for Earth Science Studies, Trivandrum, India

#### SEDIMENT CHARACTERISTICS OF THE CENOZOIC BASIN OF KERALA WITH REFERENCE TO TECTONISM RELATED TO THE WESTERN CONTINENTAL MARGIN OF INDIA

The evolution of Cenozoic basin of Kerala bordering the south-western margin of the Indian sub-continent is closely related to the development of the Passive continental margin and uplift of the Western Ghats. On-shore sedimentary sequence reflects periodic uplifts and subsidences of the depositional basin since Eocene times. A basal unit of ferruginous sandstones and conglomerates overlying bauxitic cappings of Precambrian gneisses exposed along the fringes of the sedimentary basin. These are succeeded by graded- and

cross-bedded sandstones and alternating in cycle sequence and occasionally associated with lignitic bands. This cyclic nature of sediments indicates phases of uplifts and rejuvenations of the provenance, the Western Ghats. A platformal carbonate sequence sandwiched in between the terrigenous sequences, characterises an extensional passive continental margin. Carbonate sedimentation was arrested due to progradation of clastic deposition caused by upheaval in the source area and subsidence of the basin, as indicated by the sequence of very coarse, angular and poorly sorted sediments characterising a high energy medium. A period of quiescence and emergence of landmass is marked by a laterite horizon below the Quaternary deposits of sand, silt, clays and lime-shells.

REKSHINSKAYA L.G., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, USSR

#### EFFECT OF CLAY ROCKS GENESIS ON THEIR CATAGENIC - EARLY METAGENIC ALTERATION

The present research has had as its aim to trace the effect of original genetic features of clay rocks on the evolution of their material content in cata-metagenesis as it may be seen in contemporaneous hard coal deposits of the Donets Coal Basin. These deposits are a unique object for the study of cata-metagenesis, since they contain a complete set of rocks differing in the degree of catagenic alteration and controlled by temperature markers - coals of different ranks, from a long-flame coal to anthracites. A detailed stratigraphic scheme, together with the studied genetic peculiarities, allows us to consider strictly contemporaneous clay rocks of the same genesis and to attribute major changes in the rocks to secondary catagenic processes. We have studied: (1) purely sedimentary clay rocks of marine and transitional environments; (2) continental deposits - ancient soils of the Carboniferous age; (3) ash from interbeds in marine clay deposits; and (4) ash interbeds in coal (the so called tonsteins). It has been proved, as a result of the research, that clay minerals transformations have an aggrading tendency, with three-storey layers in cata-metagenesis, as contrasted to degradation, with kaolinite destroyed at later stages of catagenesis and early metagenesis. The rate and specific character of transformation are directly related to the genesis of the rocks. The difference in clay minerals alteration in genetically different rocks is especially vivid at an early stage of catagenesis, growing less with the increasing catagenic effect though still discernible even at the stage of deep catagenesis and initial metagenesis.

РЕКИШНСКАЯ Л.Г., Московский государственный университет, геолфак,  
г. Москва, СССР

## ВЛИЯНИЕ ГЕНЕЗИСА ГЛИНИСТЫХ ПОРОД НА ИХ ИЗМЕНЕНИЕ В КАТАГЕНЕЗЕ - НАЧАЛЬНОМ МЕТАГЕНЕЗЕ

Задача настоящего исследования - проследить влияние первичных генетических особенностей глинистых пород на эволюцию их вещественного состава в ката-метагенезе на примере разновозрастных каменноугольных отложений Донецкого бассейна. Эти отложения - уникальный объект для изучения ката-метагенеза, т.к. здесь имеется вся гамма пород по степени катагенетического изменения, контролируемая температурными "реперами" - углями различных марок от длиннопламенных до антрацитов. Детально разработанная стратиграфическая схема отложений и хорошо изученные генетические особенности позволяют рассматривать строго разновозрастные глинистые породы одного генезиса и относить большую часть изменений пород за счет вторичных катагенетических процессов. Были исследованы: 1) нормально-осадочные глинистые породы морских и переходных обстановок; 2) континентальные образования - древние почвы каменноугольного возраста; 3) пепловый материал, слагающий прослойки в морских глинистых отложениях и 4) пепловые прослойки в угле (так называемые тонштейны). Изучение показало общую аградационную направленность трансформационных преобразований глинистых минералов с трехэтажными слоями в ката-метагенезе и деградацию с разрушением структуры у каолинита на поздних стадиях катагенеза и в начальном метагенезе, причем скорость и особенности преобразования непосредственно связаны с генезисом пород. Различия в изменении глинистых минералов в породах разного генезиса особенно велики в начальном катагенезе и сглаживаются с увеличением катагенетического воздействия, хотя остаются заметными даже на стадии глубинного катагенеза и начального метагенеза.

RETALLACK, GREGORY J., Department of Geology, University of Oregon, Eugene, Oregon, U S A

## FOSSIL SOILS AS GROUNDS FOR INTERPRETING LONG TERM CONTROLS ON ANCIENT RIVERS

Sequences of fossil soils capping flood deposits are not only evidence of episodes of sedimentation, but of conditions between and leading up to times of sedimentation. Numerous environmental factors, such as rainfall and vegetation are known to control modern soil formation, and can be interpreted from features of fossil soils. Such features of fossil soils in alluvial sequences can be used to quantify the following factors controlling ancient fluvial systems: time, geology, climate, vegetation, water table, downstream deliveries, channel behavior and pattern of deposition. When allowances are made for time scales and completeness of sequences of fossil soils, they can be used as indicators of changes in former environment, biota and fluvial regimen.

From detailed studies of a sequence of Late Eocene and Oligocene fossil soils in Badlands National Park (South Dakota, U S A), long term paleoenvironmental



changes and four episodes of erosional downcutting could be recognized. Changes in selected features of the fossil soils provided evidence that all four occasions of landscape instability and erosion were times of drier climate and sparser vegetation than usual. Some correspond to global changes in climate, as interpreted from isotopic and paleobotanical data. Local uplift and increased supply of volcanic ash were contributing factors in some episodes of erosion. Short term episodicity of sedimentation and filtering for sedimentation events of a particular magnitude was apparent from the pattern of superposition of fossil soils, but temporal resolution of the sequence is not sufficient to permit detailed analysis of the ultimate causes of each event deposit.

RIPUN M.B., SIVAN T.P., Institute of Geology and Geochemistry of  
Fuel Minerals of the Academy of Sciences of the Ukr SSR, Lvov, USSR

EXPERIMENTAL STUDY OF INTERSTITIAL WATERS IN CONNECTION WITH THE  
PROCESSES OF LITHOGENESIS (IN EXAMPLE OF CLAY ROCKS  
OF PRECARPATHIANS AND CRIMEA)

Existing criteria for isolation of stages of lithogenesis are based on mineral new formation (the indicators) and textural-structural changes, fixing certain thermodynamical and geochemical conditions of transformation of sediment rocks. Spatial and genetic connection of interstitial waters with lithologic and facial conditions predetermined organisation of experimental investigations of clay rocks of Tertiary deposits of oil-gas (Crimea) and sulphuric (Precarpathians) fields in process of detaching of interstitial waters with increasing temperatures (50-200°C) and pressures (5-480 MPa). Structural-textural and petrographical properties of rocks, hydrochemical peculiarities of interstitial waters and of compressing with them organic substance, with microscopic, roentgenogram, thermal, analitic and spectrometric (paramagnetic resonance, infrared and ultraviolet rays) methods were complexly studied. Only structural-textural of transformations of clays and migration ability of organic substance were determined. Direct connection of degree of crystallization and optical orientation of minerals of clays with granulometric composition and dispersion of rocks were determined. Mineral composition and physical properties of last ones essentially did not changed. Lithogenesis transformations of rocks result in process of increasing temperatures and pressures of detaching with active participation of interstitial waters and mobile organic substance. Stability of physical and mineral signs of clays before and after detaching showed essential part in lithogenesis of rocks with interstitial waters. Their detaching prevented transition of clays into argillites. Emigration of scattered organic substance with the interstitial waters, detaching in process of condensation of rocks are precisely outlined.

РИПН М.Б., СИВАН Т.П., Институт геологии и геохимии горючих ископаемых Академии наук УССР, г.Львов, СССР

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПОРОВЫХ РАСТВОРОВ В СВЯЗИ С ПРОЦЕССАМИ ЛИТОГЕНЕЗА (НА ПРИМЕРЕ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ПРЕДКАРПАТЬЯ И КРЫМА)

Существующие критерии выделения стадий литогенеза основываются на минеральных новообразованиях (индикаторах) и текстурно-структурных изменениях, фиксирующих определенные термобарические и геохимические условия преобразования осадочных пород. Пространственная и генетическая связь поровых растворов с литолого-фациальными условиями предопределила постановку экспериментальных исследований глинистых пород третиных отложений нефтегазовых (Крым) и серных (Предкарпатье) месторождений в процессе отжатия поровых растворов при возрастающих температурах (50–200°C) и давлениях (5–480 МПа). Комплексно изучены структурно-текстурные и петрофизические свойства пород, гидрохимические особенности поровых растворов и отжимающегося с ними органического вещества микроскопическими, рентгеновскими, термическими, аналитическими и спектрометрическими (ПМР, ИКС, УФС) методами. Установлены только структурно-текстурные преобразования глин и миграционная способность органического вещества. Прослежена прямая связь степени окристаллизованности и оптической ориентировки минералов глин с гранулометрическим составом и дисперсностью пород. Минеральный состав и физические свойства последних существенно не изменились. Литогенетические преобразования пород происходят в процессе возрастающих температур и давлений отжатия при активном участии поровых растворов и подвижного органического вещества. Стабильность физических и минеральных признаков глин до и после отпрессовывания указывает на существенную роль в литогенезе пород поровых растворов, отжатие которых препятствует переходу глин в аргиллиты. Четко намечается связь эмиграции рассеянного органического вещества с поровыми водами, отжимающимися в процессе уплотнения пород.

HARRY H. ROBERTS

## CARBONATE PLATFORM DEVELOPMENT IN AN EMBRYONIC SEA: GULF OF SUEZ (NORTHERN RED SEA)

The Ashrafi reef complex represents two small (~ 8–10 km x ~ 2 km) carbonate platforms and associated shoals located along the western side of the Jubal Strait at the Gulf of Suez's southern end. These features are developing in an active marine environment that is operating within the geologic constraints of a tectonic trough characterized by mountainous fault-controlled margins. Origin of the platforms is uncertain, but the present morphology appears to be a product of the dynamic marine setting in which they are developing. Tidal flow between the Red Sea and the Gulf results in strong rectilinear currents (commonly > 50 cm/sec). Of the current velocities, 5–10 cm/sec can be attributed to surface currents driven by a regional, unidirectional wind that blows from north to south down the axis of the Gulf throughout

the year. This dynamic setting favors a net flow and thus net sediment transport to the south.

Side-scan sonar data, coupled with echo-sounder profiles, direct observations via SCUBA, and bottom sampling indicate that the Ashrafi platforms are actively building northward by windward reef accretion and extending to the south by sediment transport and accumulation. The drumstick shape is a product of wave-induced reef development along the northern margin and sediment distribution forced by strong tidal currents coupled, with unidirectional wind drift favors net transport to the south. Small reefs and hardgrounds along the downdrift platform flanks assume a linearity consistent with the long axis of the platform. The intensely mounded sediment of the platform flanks suggests that bioejection of particles in the mound-building process, together with a strong flow field, is a downdrift sediment transport agent.

Although the ambient salinity of surrounding Gulf water is 41 ‰, platform top water masses were measured at  $> 47$  ‰. A lack of significant coral growth on the shallow platform top and the almost total exclusion of sediment-producing calcareous green algae may be related to these hypersaline conditions. Sediments for the platform flanks are largely provided by the breakdown of platform margin reef communities and in situ organisms (largely foraminifera).

RONG-ZHONG, Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

#### A DELTAIC SEDIMENTARY MODEL IN COAL-BEARING FORMATION

Based on the analysis of the deltaic sedimentary models established for the Lower-Middle Shanxi Group in Hulustai coal mine district of northern Helan Mt., the Lower-Middle Shanxi Group in the Yuxian coal field of Henan, and the Upper Tayuan formation in Xishan Mt. coal field west of Tayuan, the author tries to propose some new ideas about the fundamental concepts of deltaic sedimentary systems. The traditional concept holds that the deltaic sediments must have the complete "three components" in the vertical section. It is held by the author that the paleogeographical and paleotectonic characteristics of coal-bearing formations determine the process of deltaic sedimentation always not to be a simple one of the regression. The deltaic sedimentary facies in the sequence of coal-bearing formation is mainly represented by the plain part of delta. As a result of the lateral migration of the deltaic branched channels, usually the complete "three components" of delta is not seen in the vertical sequence and the prodeltaic sediments are often absent.

This paper emphatically points out: the regularities of the thickness variations of the Coal Seam III in this district had been predicted according to deltaic sedimentary model established by the author for the Lower-Middle Shanxi Group in Hulustai coal mine district of northern Helan Mt. The results of the drilling basically justifies the prediction and explains that the sedimentary model established by author is in accordance with the actual situation in this district.



RONOV A.B., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, KHAIN V.E., Moscow State University, Department of Geology, Moscow, SESLAVINSKY K.B., V.I.Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

REGULARITIES IN PALEOGEOGRAPHIC DEVELOPMENT OF THE CONTINENTS IN THE LATE PRECAMBRIAN AND PALEOZOIC ACCORDING TO THE "ATLAS OF LITHOLOGIC-PALEOGEOGRAPHICAL MAPS OF THE WORLD"

Data are given on distribution and thickness of the main lithologic types of sediments in the Early-Middle Riphean, Late Riphean, Vendian and the whole epochs of the Paleozoic, as well as on paleogeographic and paleotectonic environments of their formation within present-day continents. Areas of platformal, geosynclinal and orogenic tectonic regimes are distinguished. In geosynclinal seas zones of shelf, continental slope and bathial are shown. Rock complexes are subdivided into marine and continental and, by composition, into carbonate, terrigenous, flysch, coalbearing, glacial, evaporitic, siliceous and volcanogenic (basic, intermediate, acid).

Analysis of the maps brought out the main boundaries in the reworking of the structural pattern of the continents in the course of 1,300 m.y. It was found out that till Mid-Ordovician, destruction prevailed, accretion and consolidation predominating in the Middle and Late Paleozoic. Geosynclinal area considerably reduced in the Late Paleozoic, as a result of development of belts of orogenic regime. Global development of transgression with maximums in  $O_2-S_1$ ,  $D_2-D_3$  and regressions with minimums in  $S_2-D_1$  and  $P_2$ . Relatively low rates of sedimentation and predominance of terrigenous series in the Upper Proterozoic contrast in the Paleozoic with quicker sedimentation, lesser content of sand-argillaceous material and considerable increase of biotectogenic rocks (carbonates and evaporites). Throughout the Late Precambrian and Paleozoic three epochs of glaciation are recorded: in V,  $O_3$  and  $C_3$ , the last one being the greatest in the time under review. Regularities have been observed in the succession of lithologic complexes in the course of the development of the tectonic cycles.

РОНОВ А.Б., Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва; ХАИН В.Е., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва; СЕСЛАВИНСКИЙ К.Б., Институт геохимии и аналитической химии им.В.И.Вернадского АН СССР, г.Москва, СССР

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ КОНТИНЕНТОВ В ПОЗДНЕМ ДОКЕМБРИИ И ПАЛЕОЗОЕ ПО ДАННЫМ "АТЛАСА ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ МИРА"

Для раннего-среднего рифея, позднего рифея, венда и всех эпох палеозоя приведены данные о распространенности и мощностях основных литологических типов отложений и о палеогеографических и палеотектонических условиях их образования в пределах современных материков. Выделены области с платформенным, геосинклинальным и орогенным тектоническими режимами. В геосинклинальных морях показаны зоны шельфов, континентальных склонов и батиалей. Комплексы пород подразделены на морские и континентальные, а по составу на карбонатные, терригенные, флишевые, угленосные, ледниковые, эвапоритовые, кремнистые и вулканогенные (основные, средние и кислые).

Анализ карт выявил главные рубежи в перестройке структурного плана континентов за период времени в 1,3 млрд.лет и показал, что до середины ордовика преобладали процессы деструкции, а в среднем и позднем палеозое — процессы аккреции и консолидации. Площадь геосинклиналей сильно сократилась в позднем палеозое в связи с преобладанием в это время поясов с орогенным режимом. Подтвержден глобальный ход развития трансгрессий с максимумами в  $O_2 - S_1$ ,  $D_2 - D_3$  и регрессий с минимумами в  $S_2 - D_1$  и  $P_2$ . Относительно малым скоростям седиментации и преобладанию терригенных комплексов в позднем протерозое противостоит в палеозое более быстрый темп осадконакопления, значительно меньший вклад песчано-глинистых комплексов и резкое увеличение роли биохемогенных пород (карбонатов и эвапоритов). В течение позднего докембрия и палеозоя отмечаются три эпохи оледенений — в  $V$ ,  $O_3$  и  $S_3$ , причем последняя была максимальной для рассматриваемого интервала времени. Прослежены закономерности смены литологических комплексов в ходе развития тектонических циклов.

RONOV A.B., BALUCHOVSKY A.N., Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, KHAIL V.E. Moscow State University, Department of Geology, Moscow, USSR.

#### QUANTITATIVE GLOBAL SEDIMENTATION BALANCE ON THE CONTINENTS AND OCEANS FOR THE LAST 150 MILLION YEARS OF EARTH HISTORY

The maps of lithological associations of continents, shelves, continental slopes and ocean floors were compiled for all geological epochs beginning from the Late Jurassic till Pliocene. By means of these maps the areas of erosion and of accumulation and of regions covered by seas were estimated as well as the volumes and absolute masses of main types of sedimentary and volcanic associations, their abundances and rates of accumulation were calculated. For the first time the changes of these parameters in time in different global structures were compared. It was established that the area of ocean floor accumulation increased in time obeying a linear law ( from  $16 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  in  $J_3$  to  $364 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  in  $N_2$  ); the growth of shelf sedimentation area was insignificant ( from 35 to  $45 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  ) and the area of continental sedimentation was reduced ( from 65 to  $32 \cdot 10^6 \text{ km}^2$  ). The zones of maximal thicknesses displaced in time from continents to the shelves. During last 150 million years in the sedimentary envelope of the Earth  $462 \cdot 10^6 \text{ km}^3$  of sediments and volcanics were accumulated. Nearly the equal volumes were deposited on the continents ( $187 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ ) and shelves ( $177 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ ) but only half accumulated on the ocean floor ( $99 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ ). The distribution of sediments volumes on continental block and ocean floor is irregular in time but strictly correlate (maximum in Cretaceous and Miocene). A mutual correlation is seen in the distribution of the average rates of sedimentation; they are nearly similar on the continents (24 m for  $10^6$  years) and shelves (28 m for  $10^6$  years) and only one sixth of it in oceans (4,4 m for  $10^6$  years). The rates grew twice beginning from Late Jurassic till Pliocene. The estimation of abundance of the major types of lithological associations establish individual differences in the ranks of global structures side by side with common regularities of their development. Supposing by some geologists disappearance of part of oceanic sediments and volcanics by means of subduction was not taken into account in this investigation.



РОНОВ А.Б., БАЛУХОВСКИЙ А.Н., Ин-т геохимии и аналитической химии Академии наук СССР, г.Москва; ХАИН В.Е., Московский государственный университет, геолфак, г.Москва, СССР

## ГЛОБАЛЬНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ БАЛАНС СЕДИМЕНТАЦИИ НА КОНТИНЕНТАХ И В ОКЕАНАХ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 150 МЛН. ЛЕТ

Составлены карты литологических формаций для континентов, шельфов, материковых склонов и Мирового океана с охватом всех эпох от верхней юры до плиоцена. По картам измерены площади областей размыва, накопления и морей и объемы осадочных и вулканогенных формаций. Подсчитаны их абсолютные массы, распространенность и скорости седиментации. Впервые сопоставлены изменения этих параметров в ряду глобальных структур. Установлено, что площади областей накопления океанов росли во времени по линейному закону ( $16 \cdot 10^6 \text{ км}^2$  в верхней юре до  $364 \cdot 10^6 \text{ км}^2$  в плиоцене); на шельфах их рост был незначительным (с  $35$  до  $45 \cdot 10^6 \text{ км}^2$ ), а на континентах происходило их сокращение (с  $65$  до  $32 \cdot 10^6 \text{ км}^2$ ). Зоны наибольших мощностей смещались с континентов на шельфы. За 150 млн. лет в осадочной оболочке Земли накопилось  $462 \cdot 10^6 \text{ км}^3$  осадков и вулканитов. Примерно равные объемы отложились на континентах ( $187 \cdot 10^6 \text{ км}^3$ ) и шельфах ( $177 \cdot 10^6 \text{ км}^3$ ), а в океанах — вдвое меньше ( $99 \cdot 10^6 \text{ км}^3$ ). Распределение во времени объемов отложений на континентальном блоке и в океанах неравномерно, но строго согласовано (максимумы в мелу и миоцене). Взаимосвязано и распределение скоростей седиментации, близких на континентах (24 м за  $10^6$  лет) и шельфах (28 м за  $10^6$  лет) и вшестеро меньших в океанах (4,4 м за  $10^6$  лет). Скорости возросли вдвое от поздней юры к плиоцену. Оценки распространенности важнейших типов литологических формаций устанавливают индивидуальные различия в ряду глобальных структур при общих закономерностях их развития. Предполагаемое некоторыми учеными уничтожение части осадков и вулканитов благодаря субдукции нами не учитывалось.

ROUCHY J.M., Lab. Géologie (GRECO 52), Muséum National Histoire Naturelle, Paris, France ; BERNET-ROLLANDE M.C., and MAURIN A.F., Compagnie Française des Pétroles, Paris, France

## CARBONATES-EVAPORITES RELATIONSHIPS FROM SOME EXAMPLES OF MEDITERRANEAN MESSINIAN AND OF THE MIDDLE MIOCENE OF THE RED SEA COAST

Most of evaporitic basins are characterized by thick evaporitic sections in their central part (halite, K and Mg salts, gypsum-anhydrite) grading shoreward into massive reefal carbonates associated with stromatolites. Some examples selected in Middle Miocene from the Egyptian Red Sea coast (Abu Shaar el Qibli near the Esh el Mellaha Range) and in the Messinian of the Western Mediterranean (Santa Pola,

south-eastern Spain; Djebel Murdjadjo, northern Algeria) allow for a reconstruction of geometric and genetic relations between these three kinds of sediments and to draw some geodynamic implications. In the Abu Shaar el Qibli location as for the Messinian examples, massive coral build-ups produced by poorly differentiated populations of coral communities predates the beginning of the evaporitic precipitation. Microbial accretion begins during a transitional stage between open marine (preevaporitic) and restricted conditions when increasing salinity and confinement lead to the death of corals and other marine organisms. During evaporite deposition, penecontemporaneous stromatolites invades the top and the flanks of the preexisting reefal morphology submitted to prior karstification (during episodic emersions). By the same time, microbial stromatolites or mounds may appear in the central parts of basins between periods of massive evaporitic precipitation.

RUHINA E.V., Leningrad State University, Institute of the Earth's Crust, Leningrad, USSR

#### THE LITHOLOGY OF THE GLACIAL DEPOSITS

The specifics of the glacial deposits depend on the glacial erosion, glacial transport and deposition of the debris. This well-known concept is more detailed now on the basis of modern glacial investigations. The glacial erosion provides glaciers with debris which include not only glacial but glaciofluvial as well. Their contents depend on the bedrocks of the source area, the bedrocks topography and the glaciodynamic processes. The distance of the glacial transportation and the position of the debris on the glacier or within it have an influence on the granulometry and mineral composition of the glacial deposits. The main deposition of debris as it is well known begins during the glacier stagnation but in the lower part of glacier even when it is active it also takes place sometimes. During the time of stagnation the role of melting water becomes greater and greater. The lithology of glacial deposits also depends on the repositioning of the older morains.

The above mentioned shows that the data are very important and will help us to learn the structure of glaciers, the direction of their movements and the condition of their stagnation.

РУХИНА Е.В., Ленинградский государственный университет, Институт земной коры, г. Ленинград, СССР

#### ЛИТОЛОГИЯ ЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Специфика ледниковых отложений до недавнего времени определялась тем, что они возникали в результате экзарационной работы ледника, переносе обломочного материала и отложении его при оттаивании ледника.

В настоящее время эти общие положения остаются в силе, но вводится ряд уточнений, на основе изучения современных ледников. Экзарационная деятельность ледника обеспечивает его обломочным материалом и служит основой собственно ледниковых и ледниково-водных отложений. Их состав зависит от состава питающих провинций, рельефа доледникового ложа и гляциодинамических процессов.

Некоторые уточнения внесены в представления о переносе и отложении обломочного материала. При транспортировке в зависимости от положения обломков в теле ледника или на его поверхности происходит измельчение обломков, которое влияет на гранулометрию и минеральный состав ледниковых отложений. Отложение обломков в придонных слоях начинается еще и в активную фазу.

Массовое отложение обломочного материала, переносимого ледником, происходит при его деградации. При этом в его транспортировке и отложении все большую роль начинают играть талые воды.

На литологию ледниковых отложений влияет также неоднократное перетолжение обломочного материала.

При изучении собственно ледниковых, водно-ледниковых и ледниково-водных отложений необходимо уделять внимание рельефу как доледниковому ложу. Все эти наблюдения имеют большое значение. Они позволяют уточнить структуру ледниковых покровов и условия их деградации.

RUCHNOLZ K. Sektion Geologische Wissenschaften Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, DDR

#### DIE ENTWICKLUNG UND GERICHTE TRANSFORMATION DER OBERDEVONISCH-UNTERKARBONISCHEN FLYSCHSEDIMENTATION UND DER OLISTHOSTROME IM ÖSTLICHEN RHENOHERZYNIKUM ( HARZ )

Die Entwicklung der Flyschtröge im östlichen Rhenoharzynikum ging im Oberdevon von der Südharz- und Selke-Mulde aus und wurde im Zeitraum bis Namur zum Oberharz geführt. Dabei bestanden sowohl in der Anlage, als auch in der sedimentären Füllung der Tröge wesentliche Unterschiede. Das trifft nicht für die, der Grauwackensedimentation vorausseilende, Kieselschiefer- und Alaunschiefersedimentation zu. Die Entwicklung in der Flysch-Phase zeigt spezifische Beziehungen zu den Sedimentliefergebieten, speziell zur Mitteldeutschen Kristallinschwelle. Für die Olisthostrome gilt das nur bedingt. Der Einfluß strukturbildender Prozesse auf die Sedimentation von Flysch, Olisthostromen und die im Unterharz postulierten Gleitdecken wird analysiert und im Zusammenhang mit bretonischen Bewegungen gewertet. Harzynisch streichende Tiefenstörungen besitzen eine größere Bedeutung in der Geosynklinalphase, als das bisher erkannt



wurde. Auch im Saxothuringikum können die olisthostromatischen Bildungen auf Prozesse im Einflußbereich von Tiefenstörungen bezogen werden.

Für den Leistenschollenbau der Sächsisch-Thüringischen Großscholle ergeben sich neue Hinweise. Es werden die Möglichkeiten der Identifizierung und Definition in den verschiedenen Stockwerken erläutert. Ausgehend von Beispielen aus dem variszischen Grundgebirge wird die Problematik der Identifizierung im Übergangs- und Deckgebirgsstockwerk und im prävariszischen Grundgebirge aufgezeigt.

Es ergeben sich neue Aspekte zum stationären Bruchnetz und der Mobilität des Schollenbaues, die Erkenntnissen in der ČSSR (Böhmen) vergleichbar sind.

SARGI MARIO, Dipartimento Scienze della Terra, Firenze, Italia

#### BASIN-PLAIN AND DEEP-SEA FAN TURBIDITES IN THE SAN REMO FLYSCH (UPPER CRETACEOUS, WESTERN ALPS)

The San Remo Flysch (Upper Cretaceous) belongs to the helminthoid flysch nappe of the Western Alps. It is a typical basin-plain sequence, mainly composed by thick calcareous turbidite beds, deposited in an elongate trench below the CCD, probably connected with a subduction zone.

On the basis of mean bed thickness, bulk sand content, sand/shale ratio and frequency of megaturbidites the San Remo Flysch can be subdivided into proximal and distal portions. Thinning upward sequences (10-20 m thick) predominate in the proximal area and thickening upward cycles (5-10 m thick) prevail in the distal area. Both sequences can be related to depositional processes (progradation, aggradation and channels infilling).

A thick lens of massive sandstones and conglomerates (Bordighera Sandstones) occurs at the base of the San Remo Flysch and represents a small deep-sea fan prograded into the basin. The inner portion of the fan is composed by channelized coarse sediments passing downcurrent into progradational sandy lobes. The Bordighera deep-sea fan represents a poorly efficient depositional system, characterized by braided suprafan channels and reduced lobes and fanfringe, developed at the base of an active continental margin.

SALIM D., RAJAN P.K., SASEENDRAN K., RAMACHANDRAN K.K., Centre for Earth Science Studies, Trivandrum, India

#### SEDIMENTOLOGICAL STUDIES OF PERIYAR RIVER, A "MAN ALTERED NATURAL SYSTEM", CENTRAL KERALA, INDIA

A Dam across a river divides the fluvial system into two - upstream and downstream which in turn regulates the feed back system of the basin, causing imbalances in the system which is often irreversible. Construction of Dams within the last sixty years has considerably affected the sediment flow of the Periyar river. Three types of bed

load samples were collected and analysed to determine the relation between nature of the sediments and behaviour of size fraction with transport and deposition in the regulated river system. This pattern was designed for finding out the chronological variation in the sedimentological parameters within the fluvial regime from the time of deposition of the point bar/terrace through one metre deep sediment to most recent ones. Empirical relation between recent stream sediments and low level terrace sediments elucidates the pre and post dam conditions. Drastic reduction in river discharge in the downstream has helped the formation of point bars and channel bars. It assumes a vertical sequence consisting of upward decrease in mean particle size and a characteristic array of primary sedimentary structures. The paper also deals with the changes in riverine morphology resulting from constructions of dams.

SEDLITSKY V.I., BAIKOV A.A., BOIKO N.I., Rostov State University, Department of Geology, Rostov-on-Don, USSR.

#### THE PECULIARITIES OF STRUCTURE AND THE ORIGINATION OF EVAPORITE FORMATIONS

In the world geological science there are two concepts of evaporite formation - of normally sedimentary accumulation of thick layers of salt-bearing and sulphatic rocks and in relation with endogenous salt source due to mantle substance. The structure, composition and other characteristics of fossil and recent halogenous formations can't be explained from the point of view of only one of the two concepts.

Evaporite formations, from the most ancient to the recent ones, belong to two major structural-tectonic types - platform flexure (caving, syncline, oth.) and rift zones. Rift formations are characterized by big length and thickness of halogenous deposits with comparatively small width, by transgressive overlap (in upward direction: red terrigenous rocks - salt-bearing layer - marine carbonaceous deposits), by low potassium-bearing; by the absence of cyclic structure of salt-bearing portion of the section, by higher content of terrigenous and volcanogenous material, metals, by the absence of reef structures which influence the development of halogenesis processes and of carbonate and sulphate deposits underlying the salts. The mechanism of salt accumulation is related with endogenous factors. Hot hydrothermal salt brines penetrating through marine bottom rocks in rift zones raise sharply the concentration of the easily soluble salts and provide conditions for their sedimentation without the prior condensation of sea water with its slight evaporation. Salt deposits accumulation takes place at great depth.

Evaporate formations of the platform flexures are characterized by isometric contours, great size, regressive overlap, the development of underlying carbonate deposits, cyclic structure of section, small content of terrigenous material, absence of volcanic substance, complex salt composition, high potassium-bearing, development of reef structures. Salt accumulation took place at much less depth than in rifts. The dominating factor in their formation is the climatic one.

The established regularities make possible to treat many theoretical problems of halogenesis from the new point of view and to carry out more purposeful survey of mineral deposits related genetically or spatially with evaporate formations.

СЕДЛЕЦКИЙ В.И., БАЙКОВ А.А., БОЙКО Н.И., Ростовский государственный университет, геолфак, г.Ростов-на-Дону, СССР

### ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ОБРАЗОВАНИЕ ЭВАПОРИТОВЫХ ФОРМАЦИЙ

В мировой геологической науке существуют две концепции эвапоритообразования: нормально-осадочного накопления мощных толщ соляных и сульфатных пород и в связи с эндогенным источником солей за счет мантийного вещества. Строение, состав и другие признаки ископаемых и современных галогенных формаций не могут быть объяснены с позиций только одной из этих концепций.

Эвапоритовые формации от наиболее древних до современных принадлежат к двум главным структурно-тектоническим типам: платформенных прогибов (впадин, синеклиз и др.) и рифтовых зон. Рифтовые формации отличаются большой протяженностью и мощностью галогенных отложений при сравнительно небольшой ширине, трансгрессивным типом разреза (снизу вверх: красноцветные терригенные породы - соленосная толща - морские карбонатные отложения), невысокой калиеносностью, отсутствием циклического строения соленосной части разреза, повышенным содержанием терригенного и вулканогенного материала, металлов, отсутствием рифовых построек, влияющих на развитие процессов галогенеза и подстилающих соли карбонатов и сульфатов. Механизм соленакопления связан с эндогенными факторами. Горячие гидротермальные рассолы, поступающие через породы морского дна в рифтовых зонах, резко повышают концентрацию легкорастворимых солей и создают условия для их осаждения без предварительного стужения морской воды при самом небольшом ее испарении. Накопление соляных отложений происходит на значительных глубинах.

Эвапоритовые формации платформенных прогибов характеризуются изометричными очертаниями, большими размерами, регрессивным типом разреза, развитием подстилающих карбонатных отложений, циклическим строением разреза, небольшим содержанием терригенного материала, отсутствием вулканического вещества, сложным составом солей, высокой



калиеносность, развитием рифовых построек. Накопление солей происходило на значительно меньших глубинах, чем в рифтах. Ведущим фактором в их образовании является климатический.

Установленные закономерности позволяют с новых позиций рассматривать многие теоретические проблемы галогенеза и более целенаправленно проводить поиски месторождений полезных ископаемых, генетически или пространственно связанных с эвапоритовыми формациями.

SCHWAB G., JUBITZ K.-B., TESCHKE H.-J., Central Institute Physics of the Earth, GDR Acad.Sci., Berlin, GDR

#### RELATIONS BETWEEN TECTONIC BASIN DEVELOPMENT AND INTRAPLATE TECTONICS DEMONSTRATED BY EXAMPLE OF CENTRAL EUROPEAN DEPRESSION

Tectonic structure and geological evolution of the Post-Variscan Central European depression are represented in their relation to influence to diastrophism in the areas surrounding this broad zone of permanent subsidence in central and western Europe. The well known differences of paleotectonics and of tectonic patterns in the subdepressions of the zone (North Sea depression, North German-Polish depression, Central Polish trough) are caused by effects of tectonic fault systems, especially by deep seated fault zones of supra-regional extent and by plate movements, bounded to the plate margins of North-Atlantic realm and of Mediterranean zone of plate collision, controlling both the dynamics of the subsiding processes and the tectonic transformation of subdepressions into the recent tectonic structures.

The tectonic influence caused by global reconstructions of plate configuration and continental drift, releasing installation and desintegration of the successive paleotectonic stress fields, are reflecting in the corresponding features of sedimentation, forming in the course of different stages of tectonic history of the subdepressions.

SELIVERSTOV Yu.P., Institut de Géographie, Université de Léninegrad, Léninegrad, USSR

#### LES CONDITIONS DES PAYSAGES-GEOMORPHOLOGIQUES DE LA CROUTE ALTEREE LATERTIQUES

L'influence des particularités paysages-géomorphologiques sur la naissance et le cours générale de formation de la croute altérée a beaucoup d'aspects, déterminés des dimensions des phénomènes et leurs liaisons. C'est la caractère du relict et de la face concrète

de la surface terrestre elle-même, où l'altération commence et la croûte altérée se forme peu à peu. C'est le niveau plus haut d'organisation des corrélations qui est déterminé des variations de la position géomorphologique de l'objet en vue. Ce sont les dépendances semi-globales qui déterminent les régions de la formation de la croûte altérée favorable par les particularité spécifique des processus d'ablation. Dans les conditions climatiques favorables pour la formation de la croûte altérée sur de grandes surfaces (avec la quantité suffisante de l'énergie et des porteurs d'énergie dans les roches) les altitudes absolues n'exercent pratiquement aucune influence sur les croûtes altérées et leur gisements en formation. Les élévations ont une assez grande valeur et se réalisent en deux aspects: 1) par les hauteurs relatives du relief où se forme le manteau, c'est à dire par le relief concret de la certaine surface terrestre, 2) par les élévations de gradins et des étages géologiques du relief où se forme les croûtes altérées. La situation géomorphologique et la dimension a une grande importance. Les lignes de partage des eaux on le surface des interfeuilles du relief nimelé d'une façon les plus favorables pour l'altération latéritique avec la formation éluvial-metasomatique (des latérites et des cuirasses). Les niveaux de piédestal ne sont pas favorables. Les dépendances générales des fonctions et les conditions de réalisations des processus de latéritisations peuvent être exprimées ainsi:  $H > Mmd < h_1$ ,  $h_2 < Ml + Mk$ ,  $Mk + Ml < Md > Mmd > Mc$ , où H - l'altitude absolue,  $h_1$  et  $h_2$  - les altitudes relatives du relief et de leurs étages, M - la puissance du manteau de débris (md), des latérites (l), des cuirasses (k), des couvertures (c), du drainage (d). L'altération la plus intensive avec plusieurs étages avec les horizons rocheux latéritiques se produisent dans les conditions du relief élevé. Il se renouvelle avec les processus d'isostasie supergène.

СЕЛИВЕРСТОВ Ю.П., НИИ географии Ленинградского государственного университета, г. Ленинград, СССР

#### ЛАНДШАФТНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛАТЕРИТНОГО КООРДОБРАЗОВАНИЯ

Влияние ландшафтно-геоморфологических особенностей на возникновение и протекание процессов коордобразования проявляется в различных аспектах, обусловленных главным образом масштабностью явлений и их связей. Это и характер рельефа и конкретного облика земной поверхности, где начинается выветривание и постепенно формируется кора выветривания. Это и более высокий уровень организации взаимосвязей, определенный различиями геоморфологического положения изучаемого объекта. Это и полуглобальные зависимости, вытекающие из предопределенности областей благоприятного коордобразования специфическими особенностями протекания денудационно-геохимических процессов. В способствующих мощному

площадному корообразованию климатических условиях с достаточным количеством энергии и ее носителей в горных породах абсолютные высоты рельефа практически не оказывают влияния на формирующиеся коры выветривания и их месторождения. Влияние превышений существенно и проявляется двояко: 1) через относительные высоты рельефа, где происходит корообразование, т.е. конкретный рельеф определенной земной поверхности; 2) через превышение ступеней или ярусов рельефа, где формируются коры выветривания. Важное значение имеет геоморфологическое положение и размерность форм рельефа. Наиболее благоприятны для латеритного выветривания с формированием элювиально-метасоматических новообразований (латеритов и кирас) водораздельные или междуречные поверхности в разной степени выровненного рельефа и особенно его окраинные предбровковые участки. Пьедестальные уровни не благоприятны. Общие функциональные зависимости и условия осуществления процессов латеритизации могут быть выражены так:  $H > M_{kv} < h_a, h < M_l + M_k, M_k + M_l < M_d > M_{kv} > M_p$ , где  $H$  - абсолютная высота,  $h$  и  $h_0$  - относительные высоты рельефа и его ярусов,  $M$  - мощность коры выветривания (кв), латерита (л), кирас (к), покрова (п), дренирования (д). Наиболее интенсивное многозональное выветривание с каменистыми латеритными горизонтами происходит в условиях возвышенного рельефа, который подновляется процессами гипергенной изостазии, связанными со значительными потерями и перемещениями минеральных масс при выветривании горных пород, облегчении крупных массивов земной коры с последующим стремлением к установлению нового равновесия.

SEMENOV G.A., Rostov State University, Department of Geology,  
Rostov-on-Don, USSR

#### TRAVERTINE FORMATION AND ORE GENESIS

Travertines, widely spread in the regions of tectono-magmatic activity, have been treated by now without relating them to the endogenous and exogenous processes preceding to their origination which led to the formation of various ore mineral deposits. Traverines themselves are the concentrators of the commercial amounts of manganese and tungsten - deposits Unsia (Bolivia), Salin Valley (California), Mayer (Arizona), Golconda (Nevada); of mercury and tungsten - Kopevno region (Ural Mountains); of arsenic - Nalachevskoye (Kamchatka); they also serve as indicators of the unique deposits of lithium and tungsten - Lake Serles (California). Also, travertine formation, being the final phase of polycyclic chemical reactions of the major reagents: hydrothermal solution (water fluid) - matrix substance, is an evidence of ore concentrations down. This is supported by travertine spreading over the deposits and by the manifestation of various genesis, age



and type in the USSR, Bolivia, the USA and other countries. This fact allowed to recommend travertines as a new hunting evidence of endogenous mineralization (Baikov, Sedletsky, Semenov, 1982, 1983).

The spatial and genetic relationship is established between travertines and mineralization. For instance, the travertines and mineralization on fluorite deposits in the USA are related genetically. In the North Caucasus under definite structural-geological conditions travertines are related genetically with the infiltration-metasomatic sulphur ores and are the mineral body paragenous to sulphur. Travertines also exhibit the spatial relationship with the Cimmerian and Alpine ores of the fundamental crystalline formation. A part of travertines on the terrigenous deposits of lower-middle-Jurassic and lower-Cretaceous age could form together with the ores in the Alpine and Metallogenic epoch.

In the regions of tectono-magmatic activity great attention should be paid to travertines as an important source of information about the processes which took place sufficiently deep down from the Earth's surface. Using travertines as the hunting evidence will make it possible to reveal new mineral ore deposits, especially in the regions of the Alpine folding.

СЕМЕНОВ Г.А., Ростовский государственный университет, геолфак, г. Ростов-на-Дону, СССР

#### ТРАВЕРТИНООБРАЗОВАНИЕ И РУДОГЕНЕЗ

Широко распространенные в регионах тектоно-магматической активизации травертины до последнего времени рассматривались вне связи с предшествующими их образованию эндо- и экзогенными процессами, приводившими к формированию месторождений различных полезных ископаемых. Травертины сами являются концентраторами в промышленных масштабах марганца и вольфрама - месторождения Унсия (Боливия), Салин-Валли (Калифорния), Майер (Аризона), Голконда (Невада); ртути и вольфрама - район Копьево (Урал); мышьяка - Налачевское (Камчатка) и служат индикаторами уникальных скоплений лития и вольфрама - озеро Серпс (Калифорния). При этом травертинообразование, являясь заключительной фазой полициклических химических реакций между основными реагентами: гидротермальный раствор (водный флюид) - вмещающее вещество, - свидетельствует о рудных концентрациях на глубине. Это подтверждается распространением травертинов на месторождениях и проявлениях различного генезиса, возраста и типа в СССР, Боливии, США и других странах, что позволило рекомендовать травертины для использования в качестве нового поискового признака на эндогенное оруденение (Баиков, Седлецкий, Семенов, 1982, 1983).

Между травертинами и оруденением устанавливается пространственная и генетическая связь. Например, генетически связаны между собой минерализация и травертины на флюоритовых месторождениях США. На Северном Кавказе в определенных структурно-геологических условиях травертины генетически связаны с инфильтрационно-метасоматическими серными рудами и являются парагенным сере минеральным образованием. Травертины также обнаруживают пространственную связь с киммерийскими сульфидными телами, залегающими среди терригенных отложений, и пространственно-генетическую — с киммерийскими и альпийскими рудами фундамента. Часть травертинов на терригенных отложениях нижне-среднеюрского и нижнемелового возраста могла образоваться вместе с рудами в альпийскую металлогеническую эпоху.

В областях тектоно-магматической активности травертинам необходимо уделять самое пристальное внимание как важному источнику сведений о процессах, происходивших на значительной глубине от земной поверхности. Использование травертинов в качестве поискового признака позволит выявить новые месторождения полезных ископаемых, особенно в областях альпийской складчатости.

СЕНТДЁРДИ К., Научно-исследовательский институт углеводородной промышленности, г. Сазхаломбатта, ВНР

ФОРМАЦИИ СЕНОНСКОГО ВОЗРАСТА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПАННОНСКОГО БАССЕЙНА И ИХ ФАЦИАЛЬНАЯ СВЯЗЬ

Средневенгерская великоформационная полоса делит кайнозойский фундамент Паннонского бассейна на две различные части, учитывая в основном строение пластов, эволюцию и палеографическую связь; отличие обнаруживается и в сенонских формациях. Эти формации известны нам по результатам глубокого бурения. На территории юго-восточной части (Алфелд) сенон образует самостоятельный цикл осадконакопления. На мелком шельфе выше основного конгломерата следует пелитово-карбонатная формация и регрессионный известняк, которые образуют свиту пластов. Во вторичных формационных зонах между жесткими формационными единицами фундамента отложились только терригенные осадки. На склоне шельфа на открыто-водяной поверхности над трансгрессивными основными формациями образовалась монотонная толща ржаво-коричневого известняковистого мергеля, который на востоке фациально замещается песчаниками и алевроитами (Алфелдский флиш). Алфелдский сенон развивался в двух сравнительно параллельных полосах.

Мелководные шельфовые отложения южной полосы относятся к развитию типа "гошау" северо-западного фасада Трансильванских Средних гор (Muntilor Apuseni). Открытые морские фации северной полосы и фации Пиенинской зоны утесов, которые можно считать параллелизационными

формациями типа "пухойский мергель", присоединяются к внутримар-патскому сенону по палеографии и фацологии. Большая часть отложений северной полосы вдоль первичной великоформационной линии предполагается сдвинутой. В западном направлении связь алфёлдского сенона пока не известна из-за сложной неогеновой тектоники и эрозийного разрушения большого размера, во всяком случае их можно связать по палеографии с похожими формациями Хеллениды.

SERAFIMOVA E.K., VERGASOVA L.P., Institute of Volcanology of the Far East Science Center of the USSR Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, USSR

#### FORMATION OF CARBONATES IN POST-ERUPTIVE VOLCANIC PROCESS

Three years after the end of eruptive period of the large Tolbachik fissure eruption (Fedotov et al., 1977, 1978) magnesium and calcium carbonates were determined among the fumarolic minerals on lava flows and the third scoria cone of the North vent. Magnesium carbonate is determined at Kamchatka volcanoes for the first time.

Formation of carbonates in the regions of recent volcanism is extremely rare phenomenon because at **high temperatures with the presence of acid gases** carbonate equilibrium is shifted to the side of  $\text{CO}_2$  emanation.

Carbonate formation during the large Tolbachik fissure eruption was confined to fumarole fields, where pyroclastic material predominated in substratum. Solutions, impregnating this material, are rising through the pores to the day surface due to capillary forces. During their evaporation "sweatings" of salts are forming which are mineral load of solutions. The salt composition of solutions is forming in the process of decomposition of erupted material under **the influence of fumarolic gases enriched by carbon dioxide on the final stage of post-eruptive process.**

At low temperatures (20-50°C) monomineral aggregates of magnesium and calcium carbonates are formed. By the rise of temperature (100-200°C) calcium, magnesium and sodium chlorides appear in sublimates along with carbonates. In vertical section chlorides are always below the carbonates.



# ОБРАЗОВАНИЕ КАРБОНАТОВ В ПОСТЭРУПТИВНОМ ВУЛКАНИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Спустя три года после окончания эруптивного периода Большого трещинного Толбачинского извержения (БТИ) (Федотов и др., 1977, 1978) на лавовых потоках и III шлаковом конусе Северного прорыва среди фумарольных минералов были установлены карбонаты магния и кальция. Карбонат магния на Камчатских вулканах обнаружен впервые.

Образование карбонатов в районах современного вулканизма - явление чрезвычайно редкое. Это объясняется тем, что при повышенных температурах в присутствии кислых газов карбонатное равновесие целиком сдвинуто в сторону выделения  $CO_2$ .

На БТИ образование карбонатов было приурочено к фумарольным площадкам, где в субстрате преобладал пирокластический материал. Растворы, пропитывающие его, поднимаются сквозь поры, благодаря капиллярным силам, к дневной поверхности. При их испарении образуются "выпоты" солей, составляющие минеральную нагрузку растворов. Солевой состав растворов формируется в процессе разложения изверженного материала под действием фумарольных газов, обогащенных на конечном этапе постэруптивного процесса углекислым газом.

При низких температурах (20-50°C) образуются мономинеральные агрегаты карбонатов магния и кальция. При повышении температуры (100-200°C) в зонах наряду с карбонатами появляются хлориды кальция, магния и натрия. В вертикальном разрезе хлориды всегда находятся ниже карбонатов.

SHCHERBAKOV A.V., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

## ENERGETICS OF SEDIMENTO- AND LITHOGENESIS

Studying of natural processes of sedimento- and lithogenesis encounters a cardinal problem of the sources of energy and its transformation at different stages of formation of the Earth's sedimentary mantle. Any process is impossible without mass-energy exchange; goes in solid, liquid and gas media. All types of energy known in nature participate in sedimentary process: radiant (radiogenic decay, solar and cosmic radiation), mechanical (displacement in gravitational field and static stresses), chemical and thermal. The surplus of free energy is a reason of transiting the potential forms of mass

energy into kinetic one and back at different levels of lithosphere. Processes of sedimentation go with direct participation of solar energy, however their direction is opposite to hypergenesis as the process of transportation, precipitation and lithification of matter create specific conditions for generation of qualitatively new minerals at different energetic level. The hypergenesis is accompanied by mobilization of the matter under the effect of physico-chemical and biochemical decomposition of recent crust, while sedimentogenesis - by process. Only the last stage - metamorphism is accompanied by formation of minerals and rocks similar in their properties to the initial-magmatic ones. As the essential part of sedimentary process consists of mineral decomposition and mineral formation in gas-water solution the analysis of free energy in the mineral-solution reactions is a powerful general direction. The interactions in multi-complex three-phase medium (water-gas-mineral), composing the Earth's sedimentary mantle at all stages of sedimento-lithogenesis can be estimated only with application of thermodynamic methods of analysing the particular mineral systems, dominating in this or that process. Within homogeneous geochemical zones such systems can be approximately regarded as closed energetically. At present the problems of theory of sedimento- and lithogenesis and the role of thermal and chemical energies in their processes are main in lithology.

ЩЕРБАКОВ А.В., Геологический ин-т Академии наук СССР, г. Москва, СССР

#### ЭНЕРГЕТИКА ПРОЦЕССОВ СЕДИМЕНТО- И ЛИТОГЕНЕЗА

При изучении природных процессов седименто- и литогенеза встает кординальная проблема об источниках энергии и ее трансформации на различных стадиях развития осадочной оболочки Земли. Любой процесс немислим без обмена масс и энергии; такой обмен происходит в твердой, жидкой и газовой средах. В осадочном процессе участвуют все виды энергии, известные в природе: лучистая (радиогеенный распад, солнечная и космическая радиация), механическая (перемещение в гравитационном поле и статические нагрузки), химическая, тепловая. Избыток свободной энергии является причиной перехода потенциальной формы энергии масс в кинетическую и обратно в различных этапах литосферы. Процессы осадкообразования идут при непосредственном участии солнечной энергии, однако их направленность противоположна гипергенезу, так как в результате процессов переноса, осаждения и литификации вещества создаются специфические условия для возникновения качественно новых минералов на ином энергетическом уровне. При гипергенезе происходит мобилизация вещества под действием физико-химического и биохимического разрушения современной коры, на стадии седиментогенеза -

процесс осадкообразования, а на следующих стадиях литогенеза - формирование осадочной породы и завершение однажды начавшегося процесса. Только на самой последней стадии, при метаморфизме, формируются минералы и породы, сходные по своим свойствам с первичными - магматическими. Поскольку существенную часть осадочного процесса составляют минералоразрушение и минералообразование, происходящие в газоводных растворах, то анализ свободных энергий в реакциях минерал-раствор представляет собой мощное средство для интерпретации как отдельных этапов этого процесса, так и всей его направленности. Энергетическая оценка взаимодействий в многокомпонентной трехфазной среде (вода-газ-минерал), составляющей осадочный чехол Земли на всех стадиях седименто-литогенеза, возможна лишь с применением термодинамических методов анализа частных минеральных систем, доминирующих в том или ином процессе. В пределах однородных геохимических зон такие системы приближенно следует считать энергетически замкнутыми. Вопросы теории седименто- и литогенеза и роли тепловой и химической энергии в их процессах в настоящее время составляют одну из основных проблем литологии.

SHCHERBAKOV O.A., PAKHOMOV I.V., SHCHERBAKOVA M.V., DURNIKIN V.I., GOLOVIN P.V., PAKHOMOV V.I., SELETKOV V.P., Perm Polytechnical Institute, Mining Faculty, Perm, USSR

#### CARBONIFEROUS PALEOGEOGRAPHY OF THE WESTERN URALS AND FORE-URALS

In the Carboniferous the western Urals and Fore-Urals were the eastern part of a warm shallow epicontinental sea of the Russian Platform. Paleogeographic conditions of sedimentation depended on the Frasnian-Tournaisian structural plan with latitudinal trend of the major structural forms. The uneven relief of the sea floor became even at the end of the Tournaisian and beginning of the Visean. The new submeridional structural plan began to form starting from the Serpukhovian. It became most distinct since the end of the Moscovian and in the Late Carboniferous determining the sedimentation and distribution of facies complexes. In the marine basin, predominantly carbonate sediments were accumulated. The argillaceous and terrigenous material was supplied in the Early Carboniferous from the west and in the Middle and Late Carboniferous from the east. The freshening reached its highest in the early and middle Visean. At that time, the whole area was land with widely developed deltaic environments with extensive peatbogs where Kizelovskiy and Kamskiy coalfields were being formed. The organic structures existed throughout the Car-



boniferous on the shallowest parts of the sea: in the marginal zones of Kamsko-Kinelian trough in the Tournaisian, on the shoals in the Bashkirian and on the west edge of the foredeep in the late Carboniferous.

ЩЕРБАКОВ О.А., ПАХОМОВ И.В., ЩЕРБАКОВА М.В., ДУРНИКИН В.И.,  
ГОЛОВИН П.В., ПАХОМОВ В.И., СЕЛЕТКОВ В.П., Пермский политехни-  
ческий институт, горный факультет, г.Пермь, СССР

#### ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ КАРБОНА ЗАПАДНОГО УРАЛА И ПРИУРАЛЬЯ

В каменноугольном периоде территория Западного Урала и Приуралья была восточной окраиной мелкого теплого эпиконтинентального моря Русской платформы. Палеогеографические условия осадконакопления в начале карбона определялись особенностями франско-турнейского структурного плана, имевшего широтную ориентировку основных структурных элементов. Неровности рельефа морского дна были сnivelированы в конце турнейского и начале визейского веков. С серпуховского века началось формирование нового субмеридионального структурного плана. Наиболее отчетливо он начал проявляться с конца московского века и в позднем карбоне, определяя собой режим осадконакопления и пространственное положение фациальных комплексов.

В морском бассейне накапливались преимущественно карбонатные осадки. Поступление глинистого и терригенного материала в раннем карбоне шло с запада, в среднем и позднем карбоне - с востока.

Наибольшего развития опреснение достигало в ранне- и средневизейское время, когда на рассматриваемую территорию с запада выдвинулась суша и широкое развитие получили дельтовые обстановки с обширными торфяниками, в которых сформировались каменноугольные угли Кизеловского и Камского угольных бассейнов.

Органогенные постройки существовали в течение всего карбона на наиболее мелководных участках моря, особенно в бортовых зонах прогибов в турнейский век, на отмелях в башкирский век и по западному борту передового прогиба в позднекаменноугольную эпоху.

SHIANGHUA MENG, Changchun Geological Institute, Changchun, China

#### THE GENETIC RELATION OF SEDIMENTARY FORMATION WITH PLATE TECTONIC

Based on the author's proposal the criteria for classifying sedimentary formation according to their material source, environment and energy rate equilibrium, the relation of the development of formations to plate tectonic has been discussed in this paper. Plate tectonic controls the generation and development of sedimentary for-

mations as well as the type of them and the alternation. Stable formation is formed in craton basins. Suitable formations widely distributed in fault basin of continental crust, rifts and creack marginal basins (i.e. passive margin). Unstable formations occur in the basins in respect of the spreading and accretion of ocean ridge on active margin. The main criteria for recognations of sedimentary formations and their tectonic background include consangvineous associations of rock, Q-volve, matrix content, distributions of trace elements, deposition rate, shape of formation body and sedimentary rythim. The characteristics of stable formations are as follows: association of CQ+SQ+MQ+OQ, Q 90%, low matrix content, regular ME distribution, definite shape and lower deposition rate. Substable formations show different characteristics as CF+SF+MF+OF association, Q=90-65%, higher matrix content, gradual ME distribution, banded and shift formation bodies and higher deposition rate. Unstable formations may be recognized with CR+SR+MR+OR association, Q 65-15%, high matrix, irregular ME distribution, shift and indefinite shape and variable deposition rate. The characteristics stability of formations may be recognized as substable formations and unstable formations with different rock associations, which reflect variable deposition rate.

SIDORENKOV A.I., West Siberian Research Institute of Geology, Tyumen, USSR

#### DIAGENESIS OF WEST SIBERIAN MESOZOIC OIL-GAS-BEARING FORMATIONS

The deposits of a sedimentary basin are generally composed of terrigenous rocks, among which there are diagenetic formations: glaukonites, kaolinities, leptochlorite-chamosite ores, nodular phosphorites, iron sulfides, carbonates. The latter are the most widespread. The study of their composition and regularities of distribution enabled development of new theses.

1. In concretions carbonation decreases from the centre to the periphery due to the increase of sediments compaction during development of concretions. This allows to determine the depth of their formation in deposits and the relative growth rate (with allowance for residual porosity).

2. The study of composition of concretion-forming components with the use of  $\text{CaCO}_3$ - $\text{MgCO}_3$ - $(\text{FeCO}_3+\text{MnCO}_3)$  diagram has indicated paragenetic rows corresponding to certain paleoclimatic environments. The calcite-siderite row is typical of humid zones, the calcite-dolomite row - of arid zones; the intermediate zones correspond to semihumid and semiarid zones. The classifying diagram of paleoclimatic environments is developed.

3. When sandy-aleurite beds are replaced with aleurite-clay rocks concretion carbonation increases to 20-40, sometimes to 50-70%. Such areas with gently dipping strata played the role of lateral screens during oildeposit formation. This factor is taken as a base for the method of forecasting the regional zones of wedge-out traps (combined with structural position).

4. In the Middle-Ob oil-gas-bearing province the hydrocarbon deposits with carbon dioxide content exceeding 1% (in gases dissolved in oils) have lateral postsedimentary screens with great amount of concretion carbonates being in physical-chemical equilibrium with the carbonic acid. This regularity is diagnostic and may be used for identifying the type of a deposit.

СИДОРЕНКОВ А.И., Западно-Сибирский научно-исследовательский геолого-разведочный нефтяной институт, г.Тюмень, СССР

#### ДИАГЕНЕЗ МЕЗОЗОЙСКИХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ФОРМАЦИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (в связи с решением некоторых прикладных задач)

Отложения седиментационного бассейна представлены в основном терригенными породами, среди которых встречаются диагенетические образования: глауконит, каолинит, гидрогетит-шамозитовые руды, желваковые фосфориты, сульфиды железа, карбонаты. Последние распространены наиболее широко. Изучение состава и закономерностей локализации последних позволило разработать новые положения.

1. В конкрециях карбонатность уменьшается от центра к периферии, что связано с возрастанием уплотнения осадков в период роста стяжений. Это дает возможность определять глубину их формирования в осадке и относительную скорость роста (с учетом остаточной пористости).

2. Изучение состава конкрецтнеобразующих компонентов с применением диаграммы  $\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3\text{-(FeCO}_3 + \text{MgCO}_3)$  выявило наличие парагенетических рядов, отвечающих конкретным палеоклиматическим обстановкам. Ряд кальцит-сидерит характерен для гумидных зон, кальцит-доломит — для аридных; промежуточные отвечают семигумидным и семиаридным. Разработана классификационная диаграмма палеоклиматических обстановок.

3. При фациальном замещении песчано-алевритовых пластов алеврито-глинистыми отложениями конкреционная карбонатность возрастает до 20-40, иногда 50-70 %. Такие участки при пологом залегании пластов играли роль латеральных экранов при формировании залежей нефти. Этот фактор положен в основу методики прогнозирования региональных зон развития ловушек выклинивания (в сочетании со структурным положением).

4. Залежи углеводородов Среднеобской нефтегазоносной области при содержании углекислоты более 1 % (в газах, растворенных в нефтях) имеют латеральные постседиментационные экраны с высоким содержанием конк-



реционных карбонатов, с которыми она находится в физико-химическом равновесии. Закономерность является диагностической и может применяться для установления типа залежей.

SKIYAROV R.Ya., Far Eastern Scientific Research Institute of Mineral Resources, Khabarovsk, USSR

# REGULARITY OF EXOGENIC ORE FORMATION IN GEOLOGICAL HISTORY OF THE EASTERN PART OF THE USSR

The analysis of the distribution of exogenic mineral resources (aluminium, iron, titanium, phosphatic, manganese, lead-zinc, pyrite, placer tin and tungsten, liquid iodine-boron ores, clays, coals, graphite, mineral waters and muds) suggests the following: - in the geological history of the region two major stages of exogenic ore formation can be singled out: Postcambrian and Pre-ordovician (separated by the barren stage), which are characterized by the successive increase of the ore-formation intensity in the course of time with its maximum at the end of each stage, within which there are a number of epochs of increase and decrease in ore-formation intensity;

- irrespective of their genesis, age and mineral composition the deposits are related to carbon facies and to each other, which is controlled by the consequently developing zones of the articulation of consedimentary depressions and uplifts;

- the distribution of aluminium facies (irrespective of their mineral composition) is accompanied by the distribution of iron, titanium, phosphorus and manganese facies. It is empirically shown that the connections between the members of this series (in the sequence which is opposite to the above-mentioned one) are non-commutative;

- the differences in the mineral composition of the Precambrian and Phanerozoic ore formation, observed at present, are connected with the post-sedimentary transformations of ore minerals in the following geological history.

СКЛЯРОВ Р.Я., Дальневосточный научно-исследовательский институт минерального сырья, г.Хабаровск, СССР

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭКЗОГЕННОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ СССР

Анализ распределения ресурсов экзогенных полезных ископаемых (алюминиевые, железные, титановые, фосфатные, марганцевые, свинцово-цинковые, серноколчеданные, россыпные оловянные и вольфрамовые, жидкие йод-бром-

ные руды, глины, угли, графит, лечебные воды и грязи) позволяет высказать следующие положения:

- в геологической истории региона выделяются два основных этапа экзогенного рудообразования: послекембрийский и доордовикский, разделенные безрудным этапом, характеризующиеся последовательным увеличением интенсивности рудообразования с течением времени и максимальным ее проявлением в конце каждого этапа, в пределах которых выделяется ряд эпох увеличения и снижения интенсивности рудообразования;
- месторождения независимо от генезиса, возраста и минерального состава тяготеют к углеродистым фациям и друг к другу, что контролируется унаследованно развивающимися зонами сочленения конседиментационных прогибов и поднятий;
- распространение алюминиевых фаций (независимо от минерального состава) сопровождается распространением железистых, титановых, фосфатных и марганцевых фаций. Эмпирически устанавливается, что связи между членами этого ряда (в последовательности обратной вышеприведенной) не коммутативны;
- наблюдаемые в настоящее время различия в минеральном составе докембрийских и фанерозойских рудных образований связаны с постседиментационными преобразованиями рудных минералов в последующей геологической истории.

SOKOLOVA T.N., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### CRYSTAL CHEMICAL ASSOCIATIONS OF AUTHIGENIC MINERALS OF HALOGENIC LITHOGENESIS

The study of silicate mineral formation in rocks of different stages of salinization in Permian magnesium-sulfate type basins in the south-eastern Russian Platform has shown that the main factor of halogenic lithogenesis is physical-chemical conditions whose change direct the process of authigenic mineral formation and determine its crystal chemical specificity. The first, dolomite-sulfate stage of salinization has as its marker minerals the magnesium group of montmorillonite-corrensite-chlorite + Fe-illite. The halite stage mineral indicators are Mg-Chlorite + Fe-illite. In contrast to the preceding stage of salinization, the halite stage chlorites are well crystallized and have no swelling interlayers. The principal indicators of the potassium-magnesium precipitation stage are hydrated, talc-like minerals and serpentine, associated with hydrotalcite and manasseite discovered for the first time in saliferous deposits. Formerly, these minerals were known solely in products resulting from hydrothermal alteration of ultrabasic rocks. Crystal chemical features of the hydrotalcite and manasseite from saliferous deposits

are markedly specific, characterized by a high positive charge of the brucite layers and the  $Mg:Al = 2:1$  ratio. A number of new structural modifications of manasseite have been singled out. In hypersaline waters (eutonics), clay authigenesis is suppressed, silica and aluminium seem to become disconnected. In this case, mineral formation is determined by the paragenesis of the gamut of hydrated swelling minerals with brucite-like layers (a new group of minerals, structurally close to the hydrotalcite group), and quartz. The process of pyroclastics alteration in salt-generating basins is related to the authigenesis of a rare dioctahedral micaceous mineral, leucophyllite and phlogopite-like mineral, registered in saliferous deposits for the first time.

СОКОЛОВА Т.Н., Геологический институт Академии наук СССР,  
г. Москва, СССР

#### КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ АУТИГЕННЫХ МИНЕРАЛОВ ГАЛОГЕННОГО ЛИТОГЕНЕЗА

Изучение силикатного минералообразования в породах, характеризующих разные стадии осолонения пермских бассейнов магнезиально-сульфатного типа юго-востока Русской платформы, показало, что ведущим фактором галогенного литогенеза является физико-химическая обстановка, изменение которой направляет процесс аутигенного минералообразования и обуславливает его кристаллохимическую специфику. Минералами-индикаторами начальной, доломито-сульфатной, стадии осолонения является магнезиальная группа монтмориллонит - корренсит - хлорит + Fe-иллит. Минералы-индикаторы галитовой стадии - Mg-хлорит + Fe-иллит. В отличие от предшествующей стадии осолонения хлориты галитовой стадии хорошо окристаллизованы и не содержат разбухающих межслоев. Ведущими индикаторными минералами стадии садки калийно-магневых солей являются гидратированные талькоподобные минералы и серпентин в ассоциации с гидроталькитом и манассеитом, впервые обнаруженные в соленосных отложениях. Ранее эти минералы были известны только в продуктах гидротермального изменения ультраосновных пород. Гидроталькит и манассеит из соленосных отложений имеют ярко выраженную кристаллохимическую специфику. Они характеризуются высоким положительным зарядом бруситовых слоев и отношением  $Mg:Al = 2:1$ . Установлен ряд ранее не известных структурных разновидностей манассеита. В условиях предельной солености вод (эвтоника) глинистый аутигенез подавлен, происходит как бы разобщение кремния и алюминия. Специфику минералообразования в этих условиях определяет парагенез гаммы гидратированных разбухающих минералов с бруситоподобными слоями (новая группа минералов, структурно близких к группе гидроталькита) и кварца. С процессом преобразования пирокластического материала в соде -



родных бассейнах связан аутигенез редкого диоктаэдрического оливиситового минерала лейкофиллита и флогопитоподобного минерала, впервые установленных в соленосных отложениях.

SOROKIN V.M., SOKOLOV V.N., SHLYKOV V.G., Moscow State University, Department of Geology, Moscow, USSR

#### LATE QUATERNARY CARBONATE SEDIMENTATION IN INTRACONTINENTAL SEAS

Sedimentation and transformation of carbonates have been studied in White, Baltic, Azov, Caspian, Black, Mediterranean, Red Seas and Persian Gulf. The maximum  $\text{CaCO}_3$  concentrations in sediments appeared to be in platform shelves and near-platform deep sea basins in arid and semiarid climate zones. The minimum  $\text{CaCO}_3$  concentrations are observed in near-folded sea sediments and in platform seas in subarctic zone. Shelf near-folded basins are characterized with the highest carbonate sedimentation rate, foots of hollow sea continental slopes—less high, platform seas, shelves and central parts of hollow seas — the least high. Carbonates studied are composed of biogenic terrigenous and chemogenic types. Wide spread biogenic carbonates are the remnants of the sea carbonate producing organisms. They are of various types in warm seas with close to normal salinity and are composed of aragonite, calcite and high magnesian calcite. In less salty seas organogenic carbonates are composed of aragonite and calcite. Terrigenous carbonates are accumulated in sediments as admixture, being various carbonate fragments composed of calcite and dolomite. A great number of chemogenic carbonates are accumulated in arid zone seas under different facial conditions. They are pelitomorphic calcite, high magnesian calcite, aragonite, less frequent dolomite, aragonite and calcite lithifications. Postsedimentation carbonate transformations result in the solution of the biogenic remnants and disintegration into separate crystals, corrosion of low stable chemogenic crystals, secondary diagenetic formation of crystals aragonite, calcite, dolomite, deposits cementation with aragonite, calcite and high magnesian calcite.

Geostructural position, climate zonality, ocean affecting are the dominant factors determining the type of carbonate sedimentation of intracontinental seas.

## ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОЕ КАРБОНАТОНАКОПЛЕНИЕ ВО ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ МОРЯХ

Изучены процессы накопления и преобразования карбонатов в Белом, Балтийском, Азовском, Каспийском, Черном, Средиземном, Красном морях и Персидском заливе. Установлено, что максимальные концентрации  $\text{CaCO}_3$  в осадках наблюдаются на платформенных шельфах и приплатформенных участках глубоководных впадин в зонах аридного и семиаридного климата. Осадки прикладчатых районов морей, а также платформенных морей субарктической зоны отличаются минимальными концентрациями  $\text{CaCO}_3$ . Наибольшие темпы накопления карбонатов свойственны шельфовым участкам прикладчатых областей бассейнов, менее высокие – подножиям континентальных склонов котловинных морей, минимальные – платформенным морям, платформенным шельфам и центральным частям котловинных морей. Генетически изученные карбонаты представлены биогенным, терригенным и хемогенным типами. Биогенные карбонаты, как правило, наиболее распространены в осадках и являются остатками разнообразных морских известковывделяющих организмов. Они многообразны в отложениях теплых морей с близкой к нормальной соленостью и состоят из арагонита, кальцита и высокомагнезиального кальцита. В морях с пониженной соленостью органогенные карбонаты представлены небольшим числом видов и слагаются арагонитом и кальцитом. Терригенные карбонаты фиксируются в осадках в виде примеси. Это обломки различных известковых пород, состоящих из кальцита и доломита. Хемогенные карбонаты в больших количествах накапливаются в морях аридной зоны в различных фациальных обстановках. Они представлены пелитоморфным кальцитом, высокомагнезиальным кальцитом, арагонитом, реже доломитом и арагонитовыми и разнообразными кальцитовыми литификатами.

Постседиментационные преобразования карбонатов сводятся к растворению биогенных остатков и их распаду на отдельные кристаллиты, коррозии малоустойчивых хемогенных кристаллов, вторичному диагенетическому образованию кристаллического арагонита, кальцита и доломита, цементации мелководных и глубоководных отложений арагонитом, кальцитом и высокомагнезиальным кальцитом.

Ведущими факторами, определяющими своеобразие процессов карбонатонакопления во внутриконтинентальных морях, являются их геоструктурное положение, климатическая зональность, характер связи с океаном.

CARBONATE MICROFACIES AND DEPOSITIONAL ENVIRONMENT OF UPPER CRETACEOUS JANDAIRA FORMATION IN POTIGUAR BASIN, NORTHEASTERN BRASIL

Approximately 400 meter thick Turonian- Maestrichtinian carbonate sequence in the emerged part of the oval-shaped epicontinental sedimentary basin in the northeastern tip of Brasil, whose origin is closely related to the opening of the South Atlantic Ocean, revealed nineteen distinct microfacies based on size, frequency and types of organic and inorganic components, matrix/cement ratios, paleoecological parameters and diagenetic features. These microfacies in their turn encompass Wilsons six through nine Standard Microfacies Belts characterising Winnowed Edge Sands - Shelf Lagoon - Tidal Flats through Sabkha depositional environments. Intense vertical and horizontal microfacies variations are discernable throughout the basin. Several sedimentary cycles delineated through the presence of at least six "key-beds" represented by calcimicrites with birdseye (Loferite-Facies). The fossil content, particularly the calcareous algae, shows strong facies and environmental control. The entire Jandaira Formation was subdivided into several biozones.

A series of diagenetic events were recognized: early diagenetic dolomite is preferencially associated with the lagoon facies in the western part of the basin, while the late diagenetic dolomitisation is prominent in the oriental part due to its paleo-geomorphologic position during the Late Cretaceous. The silicification is particularly prominent in regions adjacent to Tertiary volcanic activities, Tertiary outcrops of continental red-beds of Barreira Group and re-activation fault-zones. Dedolomitisation and glauconitisation are minor diagenetic events without any specific and facies controls. Furthermore, a sequence of diagenetic cementation events represented by fresh-water vadose cementation, beach-rock cementation and normal marine cements were delineated. A few geochemical investigations demonstrated that Sr, Cu, Pb, Zn and P are selectively concentrated in biosparites and biolithites, whereby algal-rich microfacies are of great importance.

STANCULESCU C., Research and Designing Institute for Oil and Gas, Bucharest, Romania

NEW STRUCTURAL-GENETIC ELEMENTS IN THE MOLDAVIAN MIOCENE MOLASSE - ROMANIA

In this paper, all geological mapping data, geological survey and more particularly numerous drillings carried out in this major



structural unit had been corroborated, the drilling offering the main information source as far as the Miocene molasse depth structure and the subjacent formations are concerned.

The peri-Carpathian unit is characterized by complicated tectonics, a result of some active orogenic movements developed within the whole unit.

The tectonic characteristic feature of the Miocene molasse consists of overthrust folds with beds having marked slopes. These overthrust folds, developed on an approximately North-South direction, covering great distances, and forming major structural alignments, have been pointed out for the first time. There are to be noticed new structural arrangements of the lower and upper salt-bearing formations (known by wells) in opposite directions to their original stratigraphic position, forming digitations; these new elements, checked up by sure drilling data, confirm some ideas of Romanian geologists.

The Paleogene, though not being considered the main point of this paper, has been taken into account only to show the folding style of its sediments well known for the oil and gas accumulations. Therefore, one may appreciate that the present paper brings new structural contributions, clarifying some controversial matters.

STRATIGOPOULOS S., Public Works, Athens, Greece

#### EARLY PLEISTOCENE CLIMATIC EPISODES IN PTOLEMAIS BASIN AT MACEDONIA - GREECE

Evidence suggests the presence of Early Pleistocene glacial regime in the Ptolemais basin of Macedonia.

In the report the location of a downward sequence which mark the stratigraphic position of a vanished temperate glacier is presented. Melt-out tills which preserve its englacial structure overlies yellow fluvio-lacustrine sands containing mammal remains as *Archidiscodon meridionalis archaicus*, Mitropoulos 1964 and *Dicero-rhinus etruscus*. In this region the existence of periglacial activity are also represented by solifluction deposits which include *elephas* sp.

The numerous climatic episodes of glacial and periglacial activity reveal the fluctuation of temperature regime in Early Pleistocene stages in this region. An attempt of correlation with the existence of mammal bearing sand deposits allow the reconstruction of paleoenvironment.

SUYI RUIZ CARLOS P., Empresa Nac. Geof., Min. Ind. Básica, La Habana  
Cuba; ESTAPE GARCIA JOSE A., Centro Nac. Fondo Geol., Min. Ind.  
Básica, La Habana, Cuba

#### ESTADO ACTUAL DE LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS EN LA PLATAFORMA SUBMARINA DE CUBA

En su amplia plataforma insular, Cuba posee un gran potencial de recursos minerales. En ese territorio, con una superficie de casi 70000 km<sup>2</sup>, se han venido realizando estudios para la prospección de petróleo y gas y, más recientemente, para minerales sólidos. En el trabajo los autores exponen brevemente las características geólogo-geomorfológicas y otros rasgos de la plataforma insular cubana en relación con sus perspectivas para diferentes recursos minerales. Se comentan los trabajos realizados poniendo énfasis en la introducción de nuevas técnicas y metodologías. Se presentan las experiencias alcanzadas por la República de Cuba en las investigaciones geólogo-geofísicas marinas, así como las direcciones principales de las futuras investigaciones.

SWENNEN R., Fysico-chemische geologie, Celestijnenlaan 200C B-3030  
HEVERLEE, BELGIUM ; BLESS M.J.M., Natuurhistorisch museum Maastricht,  
Bosquetplein 6-7, NL-6211 KJ Maastricht, THE NETHERLANDS

#### COMPARISON OF EVAPORITE LITHOLOGIES FROM THE TOURNAISIAN - VISEAN OF THE OMOLON MASSIF (NE SIBERIA) AND THE DINANT BASIN, BELGIUM.

The Tournaisian strata of the block-faulted Omolon Massif (NE Siberia) are especially characterized by the occurrence of different evaporitic horizons. Several dolostone horizons with silicified anhydrite nodules suggest sabkha-like depositional environments. Furthermore, calcite pseudomorphs after selenite occur in spatial association with the above mentioned silicified anhydrite nodules within Tournaisian 2b-c. These alternate with algal calcilutites and zebradolostones.

The exposed features are comparable with those recently described from the Tournaisian - Lower Viséan of the Dinant - Vesder basin (E-Belgium). The recognition of evaporitic strata, which characterise the end stages of regressive periods, as well as the detailed biostratigraphical data, are valuable tools for the understanding of the sedimentological evolution within these complex sedimentary basins.

TANG TIAN-FU, YANG HENG-REN, HU LAN-YING, LAN XIU, YU CONG-LIO, ZHONG SHI-LAN, Nanjing Inst. Geol. and Paleontol., Academia Sinica, Nanjing, China; WEI JING-MING, Petroleum Bureau of the Xinjiang Uygur Autonomous Regions, Kalamayi, China

#### THE UPPER CRETACEOUS-LOWER TERTIARY TRANSGRESSION AND SEDIMENTATION OF WESTERN TARIM BASIN, CHINA

The Upper Cretaceous-Lower Tertiary strata exposed in Western Tarim Basin are rich in marine fossils, such as lamellibranchia, foraminifera, ostracodes, gastropods, polychaeta, echinoids, brachiopods, dinoflagellates, calcareous nannoplanktons, calcareous algae, fishes and other crustacean, about 15 kinds altogether. Lithologically the strata are composed of fine terrigenous clastic evaporites and carbonate rocks, as deposited mainly in two series of sequences: 1) red fine terrigenous rocks with evaporites-carbonate rocks-dark-grey fine terrigenous rocks with marls and, 2) red fine terrigenous rocks with evaporites-carbonate rocks red fine terrigenous rocks with evaporites. The variance of sequences in the geological history are controlled by such factors as tectonic, rainfall, evaporation, depth, salinity and temperature of marine water and biological activity, evidently reflecting depositional environments and processes. Although biological activities have something to do with the formation of limestones and the destruction of sedimentary structures, the tectonic movement and sedimentary processes have a direct influence on the development of faunas. The faunal assemblages in the studied area are similar to those in Central Asia of USSR, but different from those in Southern Tibet. Likewise, the fossil assemblages indicate that in the Cretaceous Cenomanian the sea water encroached on Central Asia and eastward even on the Western Tarim Basin. In the Paleocene and Eocene the extensive transgression to the east of Hetian River in the Southern part of Tarim Basin as well as through Mazatak to Aksu area in the northern part of the basin.

On the whole, in this region the Upper Cretaceous-Lower Tertiary transgression probably arose from the sea-floor spreading, but in Late Oligocene the Indo-Pakistan Plate drifted northward so as to make the sea water retreat gradually from the Tarim Basin.

TAZHIBAYEVA P.T., K.I. Satpaev Institute of Geological Sciences, of the Kazakh SSR Academy of Sciences, Alma-Ata, USSR

#### SEDIMENTATION AND CLIMATE IN CENTRAL KAZAKHSTAN PALEOZOIC

Rock composition and rock formation environment, paleoclimatic restorations in Central Kazakhstan Paleozoic were considered.



earlier in various aspects (Tazhibayeva, 1964, 1972, 1976; Tazhibayeva, Azerbayev, 1982).

Sedimentation process in sedimentary basins of geosynclinal, orogenic and platform stages of the Central Kazakhstan development was characterized by changes in rock composition and facial belonging, caused mainly by tectonic and climatic factors. Geosynclinal development went on during Cambrian, Ordovician and Silurian characterized by hot climate. Orogenic stage lasted from Early Devonian to Middle Frasnian and was notable for contrast tectonic movements in arid climate environment. Sediments and volcanism products accumulated in midland depressions. Marine transgression came to end in Serpukhovian age, then isolated lagoons formed that lost their connection with the sea in the Middle Carboniferous period.

Djezkazghan suite is a semiplatform formation of midland depressions and intermontane basins.

The rhythm of this suite has resulted from periodicity of tectonic movements, but the character of deposits has traces of periodic climate changes.

In Permian sedimentation in paleozoic basins concluded in salt accumulation.

Climatic effects on sedimentogenesis were of multiform character. The climate affected the formation of different sedimentary rock associations to every of which useful mineral complex is confined. Phosphorus and vanadium are typical of Early Paleozoic, copper, rhodusite, rock salt characterize Late Paleozoic.

ТАЖИБАЕВА П.Т., Институт геологических наук им. К.И.Сатпаева  
АН КазССР, г. Алма-Ата, СССР

#### СЕДИМЕНТАЦИЯ И КЛИМАТ В ПАЛЕОЗОЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

Вопросы состава и обстановок формирования пород, палеоклиматические реконструкции палеозоя Центрального Казахстана рассматривались ранее в разных аспектах (Тажобаева, 1964, 1972, 1976; Тажибаева, Азербайев, 1982).

Особенностями седиментации в осадочных бассейнах геосинклинального, орогенного и платформенного этапов развития Центрального Казахстана были изменения состава и фациальной принадлежности пород, в чем большая роль принадлежала тектоническому и климатическому факторам.

Геосинклинальное развитие происходило в течение кембрия, ордовика и силура. Эти периоды характеризуются жарким климатом. Орогенный этап продолжался с раннего девона до середины франского века и отличался контрастными тектоническими движе-

ями в условиях аридного климата. Осадочный материал и продукты вулканизма накапливались во внутриконтинентальных депрессиях.

В серпучовский век завершилась трансгрессия моря, затем образовались изолированные лагуны, которые в середине каменноугольного периода потеряли связь с морем.

Джезказганская свита является полуплатформенной формацией внутриконтинентальных впадин и межгорных котловин.

Ритмичность этой свиты обусловлена периодичностью тектонических движений, но характер отложений носит отпечаток периодических изменений климата.

В пермский период седиментация в палеозойских бассейнах завершилась соленаккоплением.

Влияние климата на седиментогенез многообразно. Формирование различных ассоциаций осадочных пород, к каждой из которых приурочен комплекс полезных ископаемых, определялось климатом. Для раннего палеозоя характерны фосфор, ванадий; для среднего - марганец, железо; позднего - медь, родусит, каменная соль.

TENYAKOV V.A., USSR Ministry of Geology, YASAMANOV N.A., Moscow State University, Museum of the Earth's Sciences, Moscow, USSR

#### PHANEROZOIC BAUXITE FORMATION IN THE VIEW OF CLIMATIC AND ATMOSPHERIC EVOLUTION

The paleoclimatic reconstructions carried out, specification of the absolute temperatures of the water surface as well as the definition of carbon dioxide and oxygen content in the atmosphere allow to express digitally the evolution of bauxite formation during the Phanerozoic. The global temperature curve reflecting the alterations of the temperature regime from the Cambrian upto the present time is made up on the basis of the ratio of isotopes of oxygen, calcium and magnesium, calcium and strontium in the shells of marine and fresh water Invertebrate. Despite of the general trend to the decrease of the temperature on the surface from the Palaeozoic till the present time, in the history of the Earth there were clearly manifested epochs of sharp increase of temperature thermal regime. As it became clear, these periods are in good coincidence with the global and regional epochs of bauxite formation, so it may serve an independent and undoubtfull proof of the leading role of the temperature in the bauxite formation of the Earth. Periods of maximal  $CO_2$  content fully correspond global and regional epochs of bauxite formation. A certain relation between the Phanerozoic epochs of bauxite formation with the location of lithospheric plates and general level of the World Ocean is being stated.

206

## ФАНЕРОЗОЙСКОЕ БОКСИТООБРАЗОВАНИЕ В СВЕТЕ ЭВОЛЮЦИИ КЛИМАТА И АТМОСФЕРЫ

Проведенные палеоклиматические реконструкции, установление абсолютных значений температур водной поверхности, а также определение изменений содержания углекислого газа и кислорода в атмосфере дают возможность выразить в числовом исчислении эволюционную картину бокситообразовательного процесса за фанерозойское время. Глобальная палеотемпературная кривая, отражающая изменение температурного режима от кембрийского периода до настоящего времени, получена на основании соотношения изотопов кислорода, кальция и магния, кальция и стронция в раковинах морских и пресноводных беспозвоночных.

Несмотря на существующую общую тенденцию понижения температуры земной поверхности от палеозоя к настоящему времени, в истории Земли были отчетливо выраженные эпохи резкого возрастания температур. Как оказалось, именно этим отрезкам времени соответствуют глобально и регионально выраженные эпохи бокситообразования и, следовательно, это является независимым и неоспоримым доказательством ведущего значения температуры в развитии бокситообразования Земли.

Полностью соответствуют глобально и регионально проявленным эпохам бокситообразования и периоды с максимально высокими содержаниями атмосферной углекислоты.

Устанавливается определенная связь фанерозойских эпох бокситообразования с положением литосферных плит и общим уровнем Мирового океана.

TIESHENG LI, WANG HUAMIN, YU JINSHOU, Comprehensive Research Institute of Petroleum Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources, Hubei, China

## MARINE SEDIMENTARY MODEL IN CARBONIFEROUS IN SOUTHERN PART OF CHINA

This article deals with marine sedimentary model in which clastic rock is associated with carbonate rock in Carboniferous in the southern part of China.

According to the sedimentary environment and the features of sedimentary facies, the following model is made that based on three sedimentary levels - high tide level, low tide level and wave base level: coastal facies zone, including coastal-plain facies, tidal-flat facies, littoral shallow bank and basin facies.



Carbonate platform facies zone, including platform-flat facies, platform-bank facies, platform-depression and platform-basin facies.

Besides, the article puts emphasis on discussing the properties and the forms of oldland's margin, the sedimentary facies controlled by paleofaults, the characteristics of inner platform marine basins and point-bank as well as deposition types. Finally, a comparison is made between the sedimentary model in Carboniferous in the southern part of China and the typical ones abroad.

The establishment of the sedimentary model said above is of practical significance for oil and gas prospecting in this region of the country.

TIMOFEEV P.P., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR; TROITSKY V.I., Tashkent State University, Geological Faculty, Tashkent, USSR

#### LANDSCAPES OF MOLASSE ACCUMULATION

Two groups of landscapes have been singled out which accomodate huge piles of the products of mass (avalanche) terrigenous sedimentation, namely, submontane and intermontane molasses on the continents and turbidites near oceanic continental rises. They are associated with major geomorphological (and tectonic) escarpments of the Earth relief.

Historico-geological position of molasse formations of submontane and intermontane accumulation plains in the crustal sequence, their definite relation to orogenies and pronounced orientation to different kinds of useful minerals bring to the fore the importance of genetic study of molasse formation which also implies facies zonality of landscapes, their cyclic time development and irreversible evolution in the course of geological history.

Source, tectonic regime and climate control molasse formation indirectly, through their transformation into landscapes and molasse accumulation environments, or their three subsystems: dynamic, geochemical and biogenic. Different combinations of the latter determine the diversity of molassic formations which may contribute to retrospective modelling of their accumulation. Comparative study of sediments' facies series that make up formation highlights the structure and development of their inner structure. In this case, classifications prove open, unlimited by still debatable notions of plaeoclimate and tectonic regime, their development in time. If the dynamic subsystem, with insignificant variations of the gravitational constant, remain stable throughout geological history, the geochemical and biogenic subsystems developed irreversibly in time, thus determining the

general irreversible evolution of landscapes and molasse-accumulation environments. The study of discrepancies in similar formations makes an important task for formational analysis today.

Genesis of molassic formations may be understood, in the first place, through detailed breakdown of facies zonality and study of generating landscapes.

ТИМОФЕЕВ П.П., Геологический институт АН СССР, г.Москва;  
ТРОИЦКИЙ В.И., Ташкентский государственный университет, геолфак,  
г.Ташкент, СССР.

#### ЛАНДШАФТЫ МОЛАССОНАКОПЛЕНИЯ

Выделены две группы ландшафтов накопления огромных масс продуктов интенсивной (лавиной) терригенной седиментации – предгорных и межгорных моласс на континентах и турбидитных образований у континентальных подножий океанов. Они сопровождают главнейшие геоморфологические (и тектонические) уступы рельефа Земли.

Историко-геологическое положение молассовых формаций предгорных и межгорных аккумулятивных равнин в разрезах земной коры, их связь с эпохами орогенеза и четкая специализация на многие виды полезных ископаемых делают актуальным изучение генетических сторон молассообразования, в том числе фациальной зональности ландшафтов, их циклического развития во времени и необратимой эволюции в ходе геологической истории.

Источники вещества, тектонический режим и климатические условия контролируют молассонакопление не прямым образом, а опосредованно, путем их трансформации в ландшафты и обстановки молассонакопления, точнее в три их подсистемы: динамическую, геохимическую и биогенную. Сложные сочетания последних предопределяют многообразие реальных проявлений молассовых формаций, что открывает большие возможности в разработке фациальных рядов осадков, образующих формации, раскрывает строение и развитие их внутренней структуры. В этом случае классификации оказываются открытыми и не ограничиваются жесткими рамками, к сожалению, еще спорных представлений о палеоклиматах и тектонических режимах, их развитии во времени. И если динамическая подсистема, учитывая незначительные колебания гравитационной постоянной, оставалась устойчивой в геологической истории, то геохимическая и биогенная подсистемы необратимо эволюционировали во времени, чем была предопределена общая эволюция ландшафтов и обстановок молассонакопления.

Изучение различий в однотипных формациях – важнейшая задача формационных исследований на современном этапе.

Возможности познания генезиса молассовых формаций заключаются прежде всего в детальном изучении фациальной зональности и особенностей развития порождавших их ландшафтов.

## LE CONTEXTE CLIMATIQUE DU SUD-EST DE LA FRANCE PENDANT LE PERMIEN

Les terrains permien sont bien représentés dans le Sud-Est de la France, en particulier en Provence.

Les observations de terrain, l'analyse sédimentologique détaillée, l'étude des empreintes et traces diverses ont conduit à la reconstitution des milieux de dépôts et permis de mettre en évidence les principaux caractères climatiques qui régnaient alors.

Descendant des reliefs, le réseau hydrographique était développé (courbes granulométriques de type fluvatile, quartz émoussés luisants, minéraux souillés), prenant parfois un régime torrentiel (cours d'eau temporaires, grains brisés dans certains secteurs). Dans la plaine, il devenait divagant et se dirigeait vers des lacs, des plans d'eau calmes et peu profonds (développement de calcaires à Ostracodes, de galettes à tiges de roseaux et analcime) ou des marécages (présence locale de bulle de gaz).

Aux périodes humides succédaient des phases d'assèchement (fentes de dessiccation). Les pluies étaient soudaines (empreintes de gouttes de pluie). L'abondance des débris et empreintes de végétaux et des pistes animales prouve que la vie était développée. Le climat était chaud (hématite abondante) mais non agressif (conservation de galets polycristallins, feldspaths nombreux).

Vers la fin du Permien, l'action du vent se développe beaucoup, (quartz éoliens) ; elle deviendra prépondérante au début du Trias (quartz ronds mats prédominants, parfois dreikanter).

Dans le Sud-Est de la France régnait donc au Permien un climat chaud mais non désertique, à pluviosités violentes alternées avec des périodes sèches.

TRASHLIEV S., Research Institute for Mineral Resources, Sofia, Bulgaria

## EVAPORITE FORMATIONS IN IRAQ

Evaporites are widespread in Iraq. They occur in the most geological series from the Upper Permian to the Pliocene. Some of the evaporite formations cover large areas (over hundred thousand sq. km) as Lower Fars, Gotnia, Adaiyah, Alan, etc., which stretch out of the Iraqi territory. Other evaporite formations are restricted to small areas about thousands to tens thousand sq. km, as Kifl, Gercus, Dibs, Satina, etc. Most of them lie in the joint zone of the Precambrian African-Arabian Platform and Zagros geosynclinal area (a part of the Alpine-Himalayan folded belt of Tethys). The thickness of the



evaporites varies from several meters to several hundred meters. The youngest evaporites (in the Dhiban, Lower Fars, Upper Fars and Bakhtiary Formations) as well as the oldest ones (the Satina Member, Geli Khana and Kurra Formations) have exposures on the surface. The rest of the evaporite formations have subsurface exposures only. The evaporite basins developed during the stable stage of the sedimentary cycles prevail over the basins formed during the regression stage of the cycles. In the most evaporitic basins the evaporite process had reached to the lower stage of salt concentration with deposition of carbonates and calcium sulphates. A few evaporitic basins had reached to the middle stage of salt concentration with halite deposition. No basin shows full evaporitic cycle with potassium and magnesium evaporites. The presence of evaporites within the most stratigraphic levels indicates that since the Permian the climate in the Iraq area has not significantly changed through geological time with predomination of arid conditions.

TWEEDIE, KEITH ALEXANDER McDONALD, General Mining Corporation Limited, Johannesburg, South Africa

#### THE DISCOVERY AND EXPLANATION OF BEISA BEATRIX URANIUM AND GOLD MINES IN THE SOUTHERN EXTENSION OF THE ORANGE FREE STATE GOLDFIELD ) SOUTH AFRICA

The presence of rocks of the Witwatersrand Supergroup (2300-2900 Ma) under cover of Karro sediments (Carboniferous-Permian) in the area to the south of the Orange Free State Goldfield was indicated by geophysics and proved by drilling prior to the Second World War. The search at that time was for gold deposits, the significance of the accompanying uranium mineralization not yet being recognized. Structural complications, rudimentary knowledge of stratigraphic correlations and the lack of encouraging gold values resulted in the termination of the exploration in the early years of the war.

Several unsuccessful exploration efforts were launched after the war and in 1969 Union Corporation (now part of General Mining Union Corporation Limited) commenced a drilling programme which located the payable gold and uranium deposits described below. This success was due to the unravelling of complicated overfolded basin edge structures, stratigraphic correlations and understanding of the sedimentary environment hosting the deposits.

Stratigraphic surveying and directional wedging of boreholes for the solution of fault problems as well as radiometric logging for stratigraphic correlation and monitoring core recoveries are described.

URIEN CARLOS M., Consultor, y ZAMBRANO JUVENAL J., Univ. Nac, de San Juan  
San Juan, Argentina

## EVOLUTION GEOLOGICA DE LA LLANURA CHACO-PAMPEANA

La llanura chaco pampeana se formó como resultado de una transgresión que originó un mar epírico durante el Maastrichtiano, seguida por una regresión iniciada durante el Paleoceno tardío. Se originó así una llanura que perduró hasta el Oligoceno superior, cuando comenzó una nueva transgresión (Paranaense) que dió lugar a un mar somero que persistió hasta el Plioceno inferior. Entonces comenzó la regresión que dió lugar a la llanura pampeana actual.

Ambas intrusiones cenozoicas depositaron terrenos parcialmente evaporíticos que mineralizaron los acuíferos profundos de extensos sectores pampeanos.

Anteriormente, durante el Mesozoico, existieron en la región extensas cuencas cratónicas, como las del Paraná y Chaco, originadas durante el Silúrico o Devónico inferior, o táfricas, (Salado, Colorado y Macachín) formadas como resultado de los movimientos a raucanos (143-141 m.a.). Estas cuencas estuvieron separadas por afloramientos de basamento suficientemente elevados como para originar conglomerados pedemontanos meso y neocretácicos.

En el borde sur existieron cuencas sedimentarias del Precámbrico tardío y Paleozoico, cuyos remanentes se encuentran en afloramientos de las Sierras Bonaerenses y en el sub suelo adyacente.

Datos radiométricos permiten correlacionar las principales fases tectónicas que afectaron a la región pampeana con procesos magmáticos en las Sierras Pampeanas y región cor dillerana.

URJEV I.I., KRUCHEK S.A., MOSCVICH V.A., Institute of Geochemistry  
and Geophysics of the BSSR Academy of Sciences, Minsk, USSR

## PALEOZOIC REEF-ROCK FORMATIONS OF THE EASTERN EUROPEAN PLATFOM, WESTERN PART AND THEIR OIL AND GAS CONTENT

Carbonaceous rocks, a considerable part of which is formed by biomorphic limestones and dolomites, are widely represented in the composition of Paleozoic sedimentary formations (up to 3000-5000 m thick) infilling the negative structural elements of the platform (Pripjat trough, Dnieper-Donets depression, Baltic syncline, Podljacksk-Brest depression, Lublin-Lvov trough, etc.). Their main rock-forming organisms are algae, corals, stromatopores, moss animals, crinoids, brachiopods, etc., constituting organogenic structures of different extent and thickness in the Ordovician, Silurian, Devonian, Carboniferous and Permian deposits. The character of oil and gas content of these reef-rock complexes is shown in the Table.

Platform structural elements	Reef-rock complex age				
	O	S	D	C	P
Прип'ят' trough (P.t.)	O	O	+CC	+	-
Дніпро-Донець depression (D.D.d)	O	O	+S	+CC	+CC
Baltic syncline (B.s.)	+CC	+S	+	-	+
Львів-Львів trough (L.L.t.)	+	+S	+S	+	-

"O" - deposits are not detected; "+" and "-" - presence and absence of reef-rock complex; "CC" - commercial oil and gas content; "S" - oil and gas shows.

The Ordovician reef-rock complex of the B.s., Devonian one of the P.t., Carboniferous and Permian ones of the D.D.d. are studied in detail. Thus, in the composition of the Devonian reef-rock complex of the P.t. 3 reef-rock oil-bearing formations are distinguished: the Lower Frasnian composed of zoogenic bioherm and biostrome rock masses, the Upper Frasnian including laminated limestones with zoogenic-phytogenic biostromes and banks and the Lower Famennian formed by algal biorythmites. A comparative analysis of studied reef-rock complexes allows to appraise positively the prospects of commercial oil and gas contents of the Silurian reef-rock formations of the B.s and L.L.t., and Devonian formations of the above trough and D.D.d.

УРЬЕВ И.И., КРУЧЕК С.А., МОСКВИЧ В.А., Институт геохимии и геофизики Академии наук БССР, г.Минск, СССР

#### РИФОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПАЛЕОЗОЯ ЗАПАДА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

В составе осадочных образований палеозоя (мощность до 3 - 5 тыс.м), выполняющих отрицательные структурные элементы западной части Восточно-Европейской платформы (Припятский прогиб, Днепровско-Донецкая впадина, Балтийская синеклиза, Подляско-Брестская впадина, Люблинско-Львовский прогиб и др.) широко представлены карбонатные породы, значительную часть которых составляют биоморфные известняки и доломиты. Их основными породообразующими организмами являются водоросли, кораллы, строматопоры, мшанки, криноидеи, брахиоподы и др., создающие органогенные постройки различной протяженности и мощности в отложениях ордовика, силура, девона, карбона и перми. Характер нефтегазоносности этих рифогенных комплексов приведен в таблице.



Структурные элементы платформы	Возраст рифогенного комплекса				
	0	S	D	C	P
Припятский прогиб	o	o	+ПН	+	-
Днепровско-Донецкая впадина	o	o	+П	+ПН	+ПН
Балтийская синеклиза	+ПН	+П	+	-	+
Люблинско-Львовский прогиб	+	+П	+П	+	-

Примечание. o - отложения отсутствуют; + и - - присутствие и отсутствие рифогенного комплекса; ПН - промышленная нефтегазоносность; П - нефтегазопроявления.

Наиболее изучены ордовикский рифогенный комплекс Балтийской синеклизы, девонский Припятского прогиба, каменноугольный и пермский Днепровско-Донецкой впадины. Так, в составе девонского рифогенного комплекса Припятского прогиба выделяются 3 рифогенных нефтеносных формации: зоогенных биогермных и биостромных массивов нижнего франа, слоистых известняков с зоогенно-фитогенными биостромами и банками верхнего франа, водорослевых биоритмитов нижнего фамена. Сравнительный анализ рассмотренных рифогенных комплексов позволяет положительно оценивать перспективы промышленной нефтегазоносности рифогенных образований силура Балтийской синеклизы и Люблинско-Львовского прогиба, девона названного прогиба и Днепровско-Донецкой впадины.

USENKO V.P., CHIGRIN R.G., Institute of Geological Sciences, The Ukrainian SSR Academy of Sciences, USSR

#### FEATURES OF LAGOON SEDIMENTOGENESIS OF THE NORTH-WESTERN BLACK SEA

The north-western Black Sea situated in the arid zone is characterized by the wide development of lagoons of different genesis: those resulted from flooding with sea the lower parts of river valleys (limans), ingression in depressed coastal sections and/or separation of water areas by accumulative bodies (bays). The genetic non-uniformity is related to peculiar lagoon sedimentogenesis. Considered here are the Dnepr-Bug and Dnestr limans, Egorlyk and Tendra bays. The limans are characterised by a rich supply of continental materials, mobilized over vast catchment areas in humid zone. They feature flood, surge and compensation currents, considerable hydrochemical gradients. Such an environment leads to longitudinal granulometric zonation of floor beds in the Dnepr-Bug liman caused by drainage filamented flows, and cross early-diagenetic zonation resulting from

the length of contact of the different-salinity waters with the bottom. The cross granulometric zonation in the shallow Dnestr liman is not typical because of the turbidity even in relatively calm waters. As the catchment area of Egorlyk and Tendra bays are localized in the narrow strip along the periphery of water bodies, the resources of allochthonous sediments are very poor and mainly of abrasion and eolian origin. The hydrodynamic regime is determined by wind-generated, surge, currents and wave fields; hydrochemical - by sea water composition, its evaporation and cooling. This environment is supplemented in Egorlyk bay with cyclonic circulation of waters in its central part leading to shell field in this zone and to dispersed matter transported to the periphery; in Tendra bay, it is increased accumulation of dispersed matter supplied in a suspension together with sea waters by storms.

УСЕНКО В.П., ЧИГРИН Р.Г., Институт геологических наук АН УССР,  
г.Киев, СССР

#### ОСОБЕННОСТИ ЛАГУННОГО СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА СЕВЕРО-ЗАПАДА ЧЕРНОГО МОРЯ

Для северо-запада Черного моря, расположенного в аридной зоне, характерно широкое развитие лагун различного генезиса: возникших в результате подтопления морем нижних частей речных долин (лиманы), ингрессии в пониженные прибрежные участки и (или) отчленения акваторий аккумулятивными телами (заливы). Отмеченная генетическая неоднородность сопряжена с особенностями лагунного седиментогенеза. Рассматриваются Днепро-Бугский и Днестровский лиманы, Егорлыкский и Тендровский заливы.

Лиманы характеризуются мощным привносом веществ континентального происхождения, мобилизованных на обширных площадях водосборов, расположенных в гумидной зоне. Им присущи паводковые, стонно-нагонные и компенсационные течения, значительные градиенты солености вод. Основным результатом такой обстановки являются сформированная стоковыми струйными течениями продольная гранулометрическая зональность донных осадков Днепро-Бугского лимана и поперечная раннедиагенетическая зональность, обусловленная продолжительностью контакта с дном вод различной солености. Для мелководного Днестровского лимана продольная гранулометрическая зональность не выражена в связи с постоянным взмучиванием осадка даже при небольшом волнении.

Для Егорлыкского и Тендровского заливов, площади водосборов которых локализованы в узкой полосе по периферии водоемов, ресурсы аллохтонного осадочного вещества весьма ограничены и имеют преимущественно абразионное и эоловое происхождение. Гидродинамический режим определяется ветровыми, стонно-нагонными течениями и волновым полем, ги-

дрохимический - составом морских вод, их испарением и охлаждением. Такая обстановка конкретизируется в Егорлыцком заливе циклоническим круговоротом вод в его центральной части, ведущим к формированию в этой зоне ракушечного поля и выносу дисперсного материала на периферию; в Тендровском заливе - накоплением повышенных содержаний дисперсного вещества, поступающего в его пределы во взвешенном состоянии с морскими водами в периоды штормовых нагонов.

VALLONI RENZO, Istituto di Petrografia, Università di Parma, Parma, Italia

#### ACTUALISTIC APPROACH TO THE PROVENANCE STUDY OF TURBIDITE SANDSTONE

As a result of the coring of the present continental margins and consequent microscopic study of turbidites, about 500 individual analyses have been recently published. Framework components were detailed to the level of primary ( Q F L ) and secondary ( C/Q, P/F, Lv/L ) parameters.

Four fundamental types of source areas can be distinguished; they represent provenances which are largely coordinated with the schemes previously proposed by Crook, 1974 (S.E.P.M. S.P. 19), and Dickinson & Suczek, 1979 (A.A.P.G.).

Other important results from modern turbidites are:

1. QFL fields of each fundamental source area overlap markedly; thus, secondary parameters are commonly needed to detect provenance.
2. Feldspathic compositions in the  $Q_{30-70} F_{20-50} L_{0-30}$  field may be difficult to interpret in terms of provenance.
3. Sands in which grain proportions have been strongly modified in favour of resistates during transport cluster in the Q-rich (>60%) field.
4. The Q/F ratio is a provenance index as efficient as the commonly used F/L ratio is.
5. Carbonate (terrigenous) grains mixing with cratonic siliciclastics do not obscure the actual (arkosic) provenance which is still revealed by typical secondary parameters.
6. Chert grains are very poorly represented in deep-sea sands. Thus, the problem of their assignment to the compositional variables is less relevant for turbidite than for marginal marine deposits.



**EVOLUTION OF CENOZOIC SEDIMENTARY BASINS IN DIFFERENT GEOLOGO-  
STRUCTURAL REGIONS OF THE SOVIET FAR EAST SOUTH**

The following sedimentary basins are distinguished: basins with folded basement of old platforms and massives, Mesozoic folding, volcanic belts and juncture zones of these regions; unilateral simple and complex grabens, tectonic, erosional-tectonic and volcano-tectonic; bilateral symmetric and asymmetric grabens; calderas of subsidence and isometric blocks of subsidence. Tectonic basins are typical for Mesozoic folded regions, erosional-tectonic - for old platforms and massives, volcano-tectonic - for volcanic belt region.

The beginning and evolution of sedimentary basins took place successively from margins to inner parts of median massives and in the south-north direction - in the regions of Mesozoic folding and volcanic belt.

Impulses of tectono-magmatic activity, coincided with periods of Alpine folding manifestation, were typical for the history of basins evolution. Their form and intensity of manifestation are various in basins of different structural-facies zones.

In direction from intracontinental geologo-structural regions with old and hard basement to the zones with more young and mobile folded basement of marginal seas there is a general thickening of sedimentary deposits and separate stratigraphic units, the increase of rock litification and carbonification and quantity of elementary cycles. The rock bedding became more steep, types of rocks, facies and concretions - more various, the influence of volcanism - more important.

Paleogene and Neogene sedimentary basin deposits of median massives compose platform complex, and in Mesozoic folded area - Orogenic (Late Orogenic) one. In the first case they overlap with washout Mesozoic orogenic assemblages, in the second - Late Paleozoic and Mesozoic geosyncline ones.

**ВАРНАВСКИЙ В.Г., Институт тектоники и геофизики ДВНЦ Академии наук  
СССР, г.Хабаровск, СССР**

**РАЗВИТИЕ КАЙНОЗОЙСКИХ ОСАДОЧНЫХ БАССЕЙНОВ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГО-  
СТРУКТУРНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЮГА СОВЕТСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

Выделяются бассейны: со складчатым основанием древних платформ и массивов, мезозойских, вулканического пояса и зон стыков этих областей; тектонические, эрозионно-тектонические и вулкано-тектонические; грабены односторонние простые и сложные, двусторонние симметричные

и асимметричные, вулкано-тектонические, кальдеры проседания, изометричные блоки погружения. Тектонические бассейны характерны для области мезозойд, эрозионно-тектонические - для древних платформ и массивов, вулкано-тектонические - для области вулканического пояса. Заложение и развитие осадочных бассейнов происходило последовательно от окраин к внутренним частям срединных массивов и с юга на север в областях мезозойд и вулканического пояса.

В истории развития бассейнов имели место импульсы тектоно-магматической активности, совпадающие с периодами проявления фаз альпийской складчатости. Формы и интенсивность проявления их в бассейнах различных структурно-фациальных зон различны.

В направлении от внутриматериковых геолого-структурных областей с древним и жестким основанием к зонам с более молодым и более подвижным складчатым основанием окраинных морей происходит увеличение общей мощности осадочных отложений и отдельных стратиграфических подразделений, степени литификации пород и углефикации углей, увеличивается количество элементарных циклов, меняются на более крутопадающий характер залегания пород, более разнообразным становится набор типов пород, фаций и типов конкреций в них, существенное влияние вулканизма.

Палеогеновые и неогеновые осадочные отложения бассейнов срединных массивов составляют плитный, а области мезозойской складчатости - орогенный (позднеорогенный) комплекс. В первом случае они несогласно, с размывом перекрывают мезозойские орогенные, а во втором - позднепалеозойские и мезозойские геосинклинальные и раннеорогенные образования.

ВЕНЕВА Р.С., ГЕОРГИЕВ Г.Р., НИКОЛОВА Л.Г., Institut scientifique de recherche de ressources minerales, Sofia, Bulgarie

#### PROCESSUS DE LITHOGENESE DES SEDIMENTS MESOZOIQUES EN BULGARIE DU NORD ET LEUR ROLE LORS DE LA FORMATION DE RESERVOIRS DE PETROL ET DE GAZ

Les roches mésozoïques édifient une partie importante de la couverture sédimentaire de la plate-forme de Misie et du Predbalkan. Les processus de leur lithogenèse font l'objet de recherche au cours des 20 dernières années, en rapport surtout à l'estimation de la perspective pétrolifère-gazifère de la Bulgarie Septentrionale.

La sédimentation dans les bassins pendant le Trias et le Jurassique Supérieur-la Craie Inférieure s'effectue sous un climat aride, tandis que celle, au cours du Jurassique Inférieur-Jurassique Moyen et la Craie Supérieure - dans les conditions d'un climat humide. Lors du développement des différents bassins, leur évolution passe

par un certain nombre de stades - de la transgression à la regression et l'émergence. De cette évolution et des particularités du milieu générateur propres à chacun des bassins, en résulte la diversité des formations sédimentaires, les nombreux lithofaciès et les bassins naturels, qui diffèrent par leur genèse, morphologie et capacité.

Pendant les étapes avancées de la lithogenèse / diagenèse, catagenèse et paleohypergenèse /, en fonction des processus de compaction et de décompaction, de précristallisation et de dolomitisation, de minerogenèse autogène ou bien de la dissolution et de la lixiviation, les propriétés comportant la capacité et l'effet de filtration des roches, ont subi une modification assez importante. En effet tout ceci a contribué à la formation, à présent, de couches imperméables et de collecteurs. Les résultats, obtenus à partir des recherches effectuées, font preuve, que dans des conditions thermobariques équivalentes, l'intensité de la tendance aux changements dépend de la composition mineralogique et petrographique des roches, de leur structure et texture, de la composition des fluides et de l'isolation hydrogéologique du système. Les sédiments mésozoïques ont gardé une partie de leurs traits et propriétés d'origine, malgré le degré de leur changement postsédimentaire.

VERZILIN N.N., Leningrad State University, Institute of Earth Crust, Leningrad, USSR

#### CLIMATIC AND BIOLOGICAL FACTORS OF REDCOLOURED FORMATIONS EVOLUTION

To formation of redcoloured deposits are favoured : insignificant burial of organic matter, high alkalinity of depositional medium, hot climate. Some of these conditions are realised more often in the intercontinental basins of arid zones. In such environmental conditions quantity of buried organic matter was insufficient for reduction of ferric iron, as far as source areas did not supply sediments with it, and bioproduction of basins themselves was low. Low production of basins was occasioned, in general, by deficiency in soluble pottassium, delivery of which from source area rocks was difficult under arid climate conditions because of specificity of weathering and absence of vegetation, which increases abundantly sharply its migration. Similar conditions, as regard to burial of organic matter, existed in intercontinental basins of humid zones from oxide atmosphere rise in Pre-Cambrian and up to the appearance of vegetation on Land. It was not accidentally, that Pre-Cambrian redcoloured sedimentary areas situated chiefly in humid zones. From Late Oligocene, as a result of intensification of atmosphere circulation and moisture transportation, abundance of interconti-



mental basins diminished, and role of water from humid areas increased. Accordingly, entrance of allochthonous organic matter and soluble potassium increased. Both factors caused the forcing of organic matter burial, that prevented to redcoloured deposits formation. The appearance in Cenozoic of extensive spaces of fresh and even rigorous climate prevented it too.

ВЕРСИЛИН Н.Н., Ленинградский государственный университет, Институт земной коры, г. Ленинград, СССР

#### КЛИМАТИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ КРАСНОЦВЕТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Образованию красноцветных толщ способствуют незначительное захоронение органического вещества, повышенная щелочность среды осадконакопления, жаркий климат. Совместное проявление этих условий реализовывалось чаще всего во внутриконтинентальных водоемах аридных зон. В таких обстановках обычно происходило недостаточное для восстановления окисных форм железа захоронение органического вещества, поскольку с водосборов его почти не поступало, а биологическая продуктивность самих водоемов была низкой. Последнее, вероятно, в основном вызывалось недостатком растворенного калия, высвобождение которого из пород водосборов было затруднено в условиях аридного климата из-за специфики выветривания и незначительного распространения на суше растений, резко увеличивающих его миграцию. Сходные условия, в смысле захоронения органического вещества, существовали и во внутриконтинентальных водоемах гумидных зон после возникновения в докембрии окислительной атмосферы и вплоть до появления на суше растительного покрова. Не случайно, докембрийские области красноцветной седиментации преимущественно располагались в гумидных зонах. С позднего олигоцена вследствие усиления атмосферной циркуляции и влагопереноса распространенность в аридных зонах внутриконтинентальных водоемов уменьшилась и в них увеличилась роль вод, приносимых из гумидных областей. Соответственно возросло поступление в водоемы аллохтонного органического вещества и растворенного калия. То и другое обусловило усиление захоронения органических веществ, что стало препятствовать образованию красноцветных отложений. Этому же препятствовало и появление в кайнозое обширных зон прохладного и даже сурового климата.

VICZIÁN, ISTVÁN, Hungarian Geological Institute, Budapest, Hungary  
CLAY MINERALOGY OF TERTIARY MOLASSE-TYPE BASINS ADJACENT TO THE  
ALP-CARPATHIAN SYSTEM

Clay minerals of two typical molasse-type basins, the Pannonian Basin /Miocene to Pleistocene/ and the South German Molasse Basin /Oligocene to Tortonian/ were investigated. The regularities of the composition and formation of fine-grained clastic rocks /marlstones, siltstones and claystones/ are similar:

1. Clay minerals including mixed-layers are mainly detrital. Their type and composition depend on variations of the source material and burial diagenesis.
2. In the clay fraction of normal clastic sediments mixed-layer illite/smectites of high smectite proportion /80 to 100 per cent as determined by the method of Srodon, 1980/ are the main mineral components.
3. High amounts of pure smectite indicate volcanogenous material of mainly acid composition.
4. High kaolinite contents usually occur on the basis of the marine stratigraphic sequences and represent reworked material of the continental weathering crust of previous intensive kaolinization periods. Expanded mixed-layers are absent in these sediments even at shallow burial depths.
5. The original composition is modified as a consequence of burial diagenesis in deep partial depressions. The transformation of mixed-layer illite/smectites proceeds in a relatively narrow depth interval. Above and below this transitional zone composition and layer sequence remain practically unchanged /80 to 100 per cent, random and 10 to 20 per cent, ISII-type, respectively/. There are individual variations in the depth of the transitional zone depending on the thermal history of subsidence /2.1 to 3.5 km for 20 per cent smectite proportion/.

VINOGRADOV C., POPESCU M., Research and Designing Institute for Oil and Gas, Bucharest, Romania

CARBONATE FACIES IN THE MOESIAN PLATFORM PALEOZOIC (ROMANIA)

The drillings carried out on the Romanian territory of the Moesian Unit pointed out the existence of a Givetian-Dinantian carbonate platform. Stratigraphically, it is framed between the black shales

with trilobites, graptolites, tentaculites, brachiopods, conodonts of Silurian-Elphelian age and the Namurian-Westphalian paralic deposits.

The Givetian-Neodevonian carbonate sediments belong to a typical inner platform domain, where the following environments can be discerned:

- supratidal (laminated mudstone facies with anhydrite nodules, Characeans, ostracods, plant remains, laminated dolomicrites with anhydrites);
- intertidal (stromatolitic wackestone facies, peletal wackestone-packstone with fenestral structures, crinoidal packstones, stromatoporoid tabulate boundstones, dolosparites);
- subtidal (bioclastic wackestones facies with crinoids, brachiopods, lamellibranches, foraminifera, calcispheres, peletal packstone and grainstone with crinoids, onkoids, algal biscuits, Dasycladeaceans.

The Dinantian carbonate sediments belong to an open marine domain of outer platform, showing the following facies: bioclastic packstone and grainstone with brachiopods, crinoids and bryozoans, Tubiphytes, Moravamminidae, foraminifera; boundstone with stromatoporoids, tabulates, rhodophyceae; spiculitic wackestone. In the littoral zones, a gradual transition to an inner platform domain is to be noticed (wackestone and packstone facies with foraminifera and Dasycladaceans, dolosparites).

The time and space distribution of the facies and sedimentary environments offer the necessary pre-requisites for the reconstruction of the evolution stages of the Givetian-Dinantian epicontinental sea.

VOROS, ATTILA, Paleontological Department, Hungarian Natural Hist. Museum, Budapest; HORVATH FERENC, Department of Geophysics, Eotvos L. University, Budapest; CALACZ ANDRAS, Department of Paleontology, Eotvos L. University, Budapest, Hungary

#### FACIES ANALYSIS AND MESOZOIC PALEONEOGRAPHY OF THE BAKONY MTS., HUNGARY

The Bakony Mts. in the Pannonian basin represents a continuation of the Alps toward the inner West Carpathians. Facies analyses and interpretations were made on the marine sedimentary rocks of a cycle from the earliest Triassic overall transgression to the Middle Cretaceous general uplift. Triassic carbonates, which conformably overly Upper Permian red sandstones, show gradual increase of depositional depth, with a maximum /few 100 metres/ in the Carnian. This basin was then filled up, and the Late Triassic and earliest Jurassic was dominated by thick platform carbonate formation /Hauptdolomit and Dachsteinkalk/. This carbonate platform was



disintegrated by block-faulting from the Early Liassic onwards. The Jurassic and Early Cretaceous was characterized by differential subsidence, horst and graben bottom topography and related sedimentary sequences. The Early Cretaceous pelagic sedimentation diminished the morphological differences and the water-depth became progressively shallower up to the Aptian. Break in the sedimentation, deformation, and subsequent bauxite formation indicate the termination of this marine evolutionary cycle.

Sedimentation and subsidence rate analyses suggest, that the Mesozoic history of the Bakony Mts. can be explained in terms of passive continental margin evolution. Paleogeographic reconstruction shows, that the Bakony Mts. belonged to the Periadriatic region of the Tethys, and developed within the Southern Alpine paleotectonic realm.

VOZÁROVÁ A., D.Štúr Institute of Geology, Bratislava, ČSSR

#### LITHOFACIES OF VARISCAN MOLASSES OF THE WEST CARPATHIANS

On the basis of lithology of sediments, geometry of lithosomes, types of sedimentary texture, content of fauna and flora, seven lithological associations were distinguished in Variscan molasse formations of West Carpathians, divided more in detail into subassociations. The Variscan molasse formations are mainly composed of clastic lithofacies, which are of shallow-marine, deltaic, alluvial or alluvial-lacustrine origin. In composition of sediments clastic material derived from an own folded geosynclinal zone, from synsedimentary volcanic centres and tectonically activated older granitoid and highly metamorphosed substratum taking part.

Synsedimentary tectonic activity is reflected in the megacyclic structure of sedimentary formations and pulsating, often several-phase character of synsedimentary volcanism.

The Variscan molasses of the West Carpathians display polarity in space and time. Their development in time and space was directly dependent on the tectonic regime during the Erzgebirge, Asturian ??/ and Saalian phase.

TRANSFORMATION TENDENCY OF THE WEATHERING CRUST DEVELOPED ON THE WEST CARPATHIANS' CRYSTALLINICUM /SLOVAKIA/

The West Carpathians' crystallinicum is formed mainly by granites, granodiorites and crystalline schists. In the process of their chemical weathering it comes to hydrolytic dissociation of aluminosilicate minerals. One part of the substances generated by this process gets to the solution and the other one remains on the place as a mineral residue. By means of X-ray analysis, DTA and electron microscopy there was stated a prevalence of hydromical weathering crusts in the studied area. This paper deals with the study of thermodynamic dependences in the system rock-water from the hydrogeochemical point of view. Results of the chemical analysis of spring waters were treated by means of the standard method of hydrogeochemical interpretation and then applied to the problems of weathering.

Results obtained may be summarized as follows:

-The mineralogical character of the clay fraction of the weathering products and soils in this area reflects the tendency of bisiallitization /formation of illite, montmorillonite, chlorite/.

-The thermodynamic analysis of granitoid waters indicates rather a theoretical tendency of monosiallitization /formation of kaolinite/ in the weathering process.

-The contradiction mentioned above reflects the fact that mineral products of weathering are not in the geochemical equilibrium with hydrological and hydrogeochemical conditions in the weathering zone. Geochemical equilibrium in the system primary mineral - secondary mineral - liquid phase could be established only in thin cracks and breaches of minerals. This explanation was confirmed by the study of molecular ratios  $R$ ,  $R_K$ ,  $L$  and  $R_E$  - in the sense of G. Pedro and Y. Tardy/ which has revealed the bisiallitization tendency during the weathering process. The fact was taken into account that dilution of ground water because of permanent supplement by rain water causes the decrease of pH values of ground water in comparison with pH values, which could be expected in the actual environment of mineral creation. But the dilution mentioned above has practically no influence on the molecular ratios of the main components /Ca, Mg, Na, K/ in the ground water. In this way, the study of ratios  $L$ ,  $R_E$  gives more reliable picture of the character of rock weathering in the studied area.

The conclusion was made that the hydromical weathering crust is not stable under present conditions and the speculation was pro-

nounced that this weathering crust is in a state of relaxation, probably due to tectonic-climatic changes which happen during the Quaternary period.

VYITZAN I.A., Tomsk State University, Faculty of Geology and Geophysics, Tomsk, USSR

Ways and methods of facial and genetic analysis of rock-layer associations of different rows are used more often during geological studies research; they show their connection with system layers of matter structure organization (MSO). At present scientists are able to distinguish 5 levels MSO hierarchy in the Earth stratisphere: I-mineral; II-rock; III-superrock; IV-formational; V-subenveloping. Each of them is respectively characterized by inherent typical bodies - the carriers of the definite MSO levels. Any kind of mineral is the body for the mineral layer while different layer and stratum modifications are such bodies for the rock layer. For rock level - different modifications of stratabeds. For superrock - packages, packets and subsuites which are different as to their complexity and scale. For the formational - still more complex stratified rock layer compositions in the form of suites, series, parts. The subenveloping layer includes such associations as systems, groups and their rows. It follows from the idea about form and content unity that any type of geological exogenous bodies is the carrier of not only the definite form but indefinite signs of their formation conditions as well. The matter containing part of these bodies shows their inherent facies the properties of which are in the rocks. Genetically the close totality of facies is a facial complex which are higher as to their hierarchy and are formed within the limits of superrock MSO level layer. The sum total of closely connected facial complexes has a genetic connection with substantiated bodies of such class rank as geoformation. Here one can see spartial-temporal relations of the given double-united formations. The genetic types of sedimentary deposits are polyfacial as to their composition and structure and are between facies and formations in the table of ranks. They can manifest themselves both as single facies, which is rather seldom, or as substantial parts of formations. On the whole they correspond to facial complexes nearer, being by that rather spacial than time unity.



ВЫЛДАН И.А., Томский государственный университет, геолого-географический факультет, г.Томск, СССР

## О СООТНОШЕНИИ ФАЦИЙ, ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ И ФОРМАЦИЙ С СИСТЕМНЫМИ УРОВНЯМИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОРОДНО-СОЛЕВЫХ СООБЩЕСТВ

В геологических исследованиях находят все более широкое использование приемы и методы фациального и генетического анализа породно-солевых сообществ различного ранга, отражающих связь их с системными уровнями структурной организации вещества (СОВ). В настоящее время в стратифере Земли различается иерархия из пяти уровней СОВ: I-минерального; II-породного; III-надпородного; IV-формационного; V-субоболочечного. Соответственно каждый из них характеризуется присущими ему типовыми телами — носителями определенных уровней СОВ.

Для минерального уровня такими телами являются все разновидности минералов; для породного — различные модификации слоев, пластов; для надпородного — разные по сложности и масштабу пакеты, пачки, подсвиты; для формационного — еще более сложные стратифицированные породно-слоевые композиции в форме свит, серий, отделов. Субоболочечный уровень включает такие сообщества, как системы, группы и их ряды. Исходя из представлений о единстве формы и содержания, следует, что любые типы геологических экзогенных тел — носители не только определенной формы, но и опосредованных признаков условий их формирования.

Содержательная (вещественная) часть этих тел отражает и свойственные им фации, признаки которых заключены в породах. Генетически близкая совокупность фаций, которые по иерархии выше и формируются уже в рамках надпородного уровня СОВ, является фациальным комплексом. Совокупность тесно связанных фациальных комплексов имеет генетическую связь с овеществленными телами такого ранга, как геоформации. В этом проявляются пространственно-временные отношения данных двуединных образований. Генетические типы осадочных отложений по составу и строению полифациальны и занимают в табели о рангах промежуточное положение между фациями и формациями. Они могут быть выражены как единичными фациями, что нечасто, так и значительными частями формаций. В целом они ближе всего соответствуют фациальным комплексам, являясь при этом в большей мере пространственными единицами, чем временными.

LES COULÉES DES BLOCS ET LES GLISSEMENTS BOUEUX SOUS-MARINS DANS LE  
SENONIEN DU GABON (PRESQU'ÎLE DU CAP ESTÉRIAS). SIGNIFICATION DANS  
LE CADRE DE L'OUVERTURE DE L'ATLANTIQUE SUD

Au nord de Libreville (Gabon), les terrains d'âge sénonien forment la façade maritime de la presqu'île du Cap Estérias. Ils sont constitués par des successions régulières de séquences argilo-marneuses faiblement inclinées ( $3^{\circ}$ ) vers l'ouest. Le SENONIEN appartient à l'ensemble post-salifère de la partie nord du bassin côtier gabonais; vaste structure géologique qui borde le craton congolais sur une partie de son côté occidental, qui a pris naissance et s'est développée au cours de l'ouverture de l'atlantique sud.

Le long du littoral de la presqu'île, où les conditions d'observation sont bonnes, des glissements boueux et des coulées de blocs sous-marins ravinent et s'intercallent au sein des assises du Sénonien. La morphologie et l'importance des masses sédimentaires impliquées permettent de classer ces structures en tenant compte: de la dimension du chenal d'érosion, de la largeur et de l'épaisseur des formations, de la taille et de la nature des blocs allochtones et de l'état de remaniement du matériel. On distingue ainsi: 1) des GLISSEMENTS BOUEUX qui sont des déformations très localisées des assises; 2) des COULÉES DE BOUE où, en plus des déformations, on note la présence d'un chenal qui a érodé le substrat mais qui ne contient pas de blocs; 3) des COULÉES DE BLOCS qui sont des formations importantes larges de 300 à 600m et épaisses parfois de 8 à 10m dont les grands chenaux, renfermant toujours des blocs allochtones de grande taille, ont profondément entaillés l'autochtone.

L'analyse du contexte lithologique sénonien montre que les séries en place correspondent à des dépôts du rebord du plateau continental ou du sommet du talus océanique. Les dispositions et la morphologie des coulées et glissements, par comparaisons avec les phénomènes similaires que l'on observe dans les zones montagneuses, permet de montrer que ces affleurements correspondent, non pas aux zones d'arrachement, mais à des accumulations sur de petits replats du talus océanique où certaines coulées se sont arrêtées au cours de leur descente vers la plaine abyssale. Ces formations sont la preuve tangible de l'existence de phénomènes d'affaissements passifs de sédiments peut-être en liaison avec de petits séismes. Ces glissements de matériaux prennent naissance sur des pentes parfois faibles, ils s'emplifient, se canalisent et peuvent - selon leur masse - parcourir de grandes distances en fonction de leur énergie cinétique. Malheureusement, les conditions structurales actuelles ne nous permettent pas d'ob-

server la partie de ces formations, ni leur secteur d'accumulation. On sait seulement, que, plus à l'ouest - dans le domaine off shore - le Sénonien renferme des structures interprétées comme des "turbidites".

Les phénomènes que nous avons mis en évidence et interprétés ont eu pour cadre le rebord du plateau continental ou le sommet du talus océanique qui formaient une partie de la MARGE CONTINENTALE PASSIVE de l'Atlantique sud en cours d'ouverture.

WEZEL F.C., Istituto di Geologia dell'Università, Urbino, Italy

#### SEDIMENTARY SUITES AS INDICES OF CRUSTAL DEFORMATION IN THE TYRRHENIAN INTERARC BASIN

The Tyrrhenian Sea, a post-middle Miocene extensional interarc basin within the Central Mediterranean, is characterized by a complex active geodynamics. During its evolution, transient features developed in time and in space because of a migratory crustal deformation, induced by eastward mantle motion. These morphologic features, consisting of a series of arcuate ridges and troughs, with or without magmatism, were created by differential vertical movements of the type which has been recently termed *krikogenesis* by the writer (i.e., vertical tectonics involving small crustal units).

The turbidite and related resedimented deposits appear to be indicators of the localized vertical mobility that affected independent blocks of the Tyrrhenian crust. The interplay between structure and sedimentation assumes different aspects, going from the shaping of the depositional basins to the geometric configuration of the sediment prisms and to the nature of the terrigenous detritus. The structural control is particularly evident in the tectonically active margin areas, where the peripheral peri-Tyrrhenian basins lie, filled by over 1,000 m of Plio-Quaternary sediments. Within such elongate troughs, nine principal facies have been recognized and areally investigated by systematic coring and shallow seismic reflection profiling. They appear differently associated in relationship to the proper morphotectonic setting, expressing the stage of structural development attained by the margin segment.

Only in maturity, a clinoform progradation occurs in the basinward tilted regions, with beginning of the building of a slope depositional system through the activation of the submarine canyons. The sedimentation patterns do not follow models of submarine fan deposition. During the early stages of evolution, characterized by a regime of depositional vacuity in a borderland province, deposits are dominated by pelitic and biogenous turbidite facies. After inversion, from landward to basinward, of tilt movements, the basins receive slump-debris flows complexes, coarse-grained facies and sand lobes.

The Tyrrhenian depositional modes and systems are considered to be modern examples of environments within ancient preflysch and early flysch sequences.

#### Reference

Wezel F.C. (ed.), *Sedimentary basins of Mediterranean margins*. C.N.R. Italian Project of Oceanography, 520 p., Tecnoprint, Bologna 1981.



## RELATIONSHIPS BETWEEN EVAPORITE DEPOSITS AND PETROLEUM

Important relationships between evaporite deposits and petroleum far outweigh the comparatively rare occurrences of evaporites in the geological record. Types of evaporites and their depositional patterns can be most useful in distinguishing characteristic basin and shelf tectonic frameworks and in plotting paleotectonic and paleoclimatological settings if cratons are positioned by paleomagnetic study and continental drift is assumed.

Evaporites in geological sections may be associated with favorable reservoir properties in some leached dolomitized but generally interfere with porosity development by plugging fabric in carbonate rocks. A most important role of evaporites is as seals to stratigraphic or structural traps for hydrocarbons. They may even serve as source beds to hydrocarbons. An equally important role may be as sources for subsurface brines which may help cement and dolomitize carbonate rocks during burial diagenesis at higher temperatures and pressures. Knowledge of how evaporites are formed and of their resulting depositional patterns leads to better correlation across individual basins. The most reasonable method for basin-centered evaporite formation seems to be evaporative draw-down and deposition in gradually shrinking seas within the basins. Water level within these areas may alternately rise and fall comparatively fast during geological time. Shelf and basin-margin diagenesis caused by multiple periods of sub-aerial exposure and extreme evaporation in arid climates may be strongly influenced by such an evaporative process.

YANEV S.N., Geological Institute of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

## DEVELOPMENT OF THE YOUNG PALEOZOIC SEDIMENT FORMATIONS IN BULGARIA

The Young Paleozoic sediments are lying on variagated basement whose development to a great extent predetermines the late Paleozoic evolution. Siliceous-carbonate, carbonate, clay and calcareous-terrigenous-clay marine sedimentation took place during the Upper Devonian. Preflysch and flysch deposits are formed during  $D_2$  and  $D_3$  - marine carbonate - and (partially and temporarily) carbonate - sulphate lagoon sediments to the north (beyond the probably existing arc land).

During the Upper Turnaisian hemipelagic clay-siliceous and carbonate marine sediments are formed in SW Bulgaria while during the Upper Turnaisian

- Middle Visean - infralittoral carbonate sediments were deposited. The distribution of these rocks was wider than that existing nowadays which is proved by the established washouts at least in the North Bulgarian uplift and part of Dobrudja. The Upper Visean sediments are clay terrigenous marine while around the land they are transitional (with paralic roal formation). The molasse sedimentation begins during the Upper Visean in the foredeeps of foremountain (S.Dobrudja) and of intermountain types (Svoge - from Namurian onwards). The molasse are predominating up to the end, of the Paleozoic. They have a variety of specific features according to its location, the faclial type of the sediments, the formation stage in the evolution of the region and can be used as good example for typification. Intermountain, foremountain and between mountains varieties are established; with or without volcanism; limnic, paralic and lagoon; with predominating fluvial, proluvial, salt bearing and basin sediments; low and upper; early and late molasse etc. According to their distribution, the evolution of the region, the uplift of the Variscan. range, the movement of the coast line from WNW to ESE during Upper Visean-Namurian-Westphalian in S.Dobrudja; the migration of the graben like sediment region. from the central zone forward the periphery (to the north and south) in the body of the Variscian orogen from the Namurian to the Stephanian and the Permian as well as some other features.

YAPASCURT O.V., Moscow State University, Faculty of Geology, Moscow, USSR

#### TYPES OF PROFOUND POST-SEDIMENTATION TRANSFORMATIONS OF SEDIMENTARY DEPOSITS OF THE VERKHUYANSK COMPLEX OF MESOZOIDES

Mapping of zones of the secondary transformations in terrigenous rocks of the Verkhoyansk complex made it possible to distinguish two types of profound post-sedimentation transformations caused by different geological conditions. Their identification is important for the determination of katagenesis and metamorphism interrelations. The first type is the result of sinking to a depth of 7 to 12 km where the system of interconnected pores disappears in the consolidated rocks and reactions begin either between mineral grains in the solid state or by ion diffusion to the grain boundaries. In the lower parts of the section the zone of "spine-like structures and muscovite-chlorite cement" in sandstones, described by A.G.Kosovskaya and V.D.Shutov, is formed. The rocks are characterized by the same authigenic mineral paragenesis as the green shale facies, but equilibrium in most layers is metastable. The second type includes changes of similar intensity but they are manifested locally - at different section levels, near large faults. The zones of these

changes form aureola around zones with equiponderant mineral paragenesis of the green shale and amphibolite facies as has been established by N.G.Andreyanov and I.M.Simanovich in the south and by the author in the north of the Verkhoyansk folded system. Such transformations originated during the inversion stage of the sedimentary rock basin under conditions favourable for both the migration of fluids along fractures and the origin of thermal anomalies. As a result two essentially different processes - sinking and local thermal activity - bring about similar neogenesis in similar primary rocks. The former is the result of the end substage of katagenesis (singled out by some lithologists as the metagenesis stage), the latter is initial metamorphism. The initial metamorphism boundary can be found only by means of complex analysis of the geological conditions.

ЯПАСКУРТ О.В., Московский государственный университет, геолфак,  
г. Москва, СССР

#### ТИПЫ ГЛУБОКИХ ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ВЕРХОЯНСКОГО КОМПЛЕКСА МЕЗОЗОИД

Картирование зон минеральных и структурных новообразований в терригенных породах верхожанского комплекса позволило выявить два типа глубоких постседиментационных преобразований, порожденных разными геологическими обстановками. Их распознавание важно для установления взаимоотношений катагенеза с метаморфизмом. Первый тип - результат погружения на 7-12 км, где в предельно уплотненных породах исчезает система взаимосвязанных пор и начинаются реакции между минеральными зернами в твердом состоянии или путем диффузии ионов к границам зерен. В низах разреза возникает описанная А.Г.Коссовской и В.Д.Шутовым зона "шиповидных структур и мусковит-хлоритового цемента" в песчаниках. Парагенезы аутигенных минералов свойственны фации зеленых сланцев, но равновесие в большинстве слоев метастабильно. Ко второму типу относятся изменения такой же интенсивности, но проявленные локально - на разных уровнях разреза, вблизи крупных разломов. Зоны этих изменений образуют ореолы вокруг зон с равновесными минеральными парагенезами зеленосланцевой и амфиболитовой фаций, как установлено Н.Г.Андрияновым, И.М.Симановичем на юге, автором - на севере Верхоянской складчатой системы. Такие преобразования возникли на инверсионном этапе развития осадочно-породного бассейна в условиях, благоприятных для миграции по разломам флюидов и возникновения термических аномалий. В итоге два разных по существу процесса: погружение и локальная термальная активизация - приводят к похожим новообразованиям в одинаковых исходных породах. В первом случае - это продукт конечной подстадии катагенеза (выделяемой мно-



гими литологами как стадии метатенеза), во втором – начального метаморфизма. Выявить границу начального метаморфизма можно только путем комплексного анализа геологической обстановки.

YEMANE KEDAMAWIT, BONNEFILLE RAYMONDE, TAIEB MAURICE, FAURE HUGUES,  
Laboratoire de Geologie du Quaternaire, C.N.R.S., Marseille, France

#### SEDIMENTOLOGICAL AND PALYNOLOGICAL IMPLICATIONS OF A TERTIARY LIGNITE OCCURRENCE IN AN ANCIENT RIFT LAKE (CHILGA, ETHIOPIA)

The Chilga lignitiferous lacustrine deposit on the Northwestern Ethiopian Plateau (13.35° N, 37.06° E; alt. 2000 m), was deposited in a shallow basin of undetermined age (from Oligocene to Pleistocene) inside an ancient Upper Eocene - Oligocene rift structure (Zannetin *et al.*, 1980). This Tertiary intertrappean sedimentary sequence lies on a basalt layer of a probable Miocene age. The lithostratigraphy fines upward from basal conglomerates to pure clays (33 m), among which numerous lignite seams are intercalated and/or disseminated. The unstable paleolake environment is represented by major and minor fluctuations of exoreic and endoreic phases, and reducing conditions during periods of aridity which brought accumulations of plants in the lake. The detritic elements transported into the lake were found to be dominantly eolian with minor fluvial fraction. The coarse mineralogic constituents are cristobalite and feldspars derived from contemporaneous acidic volcanism. The clay layers are rich in authigenic smectite, inherited kaolinite, devitrifying volcanic glass and interstratified clays. Preliminary quantitative palynological observations of the fossil pollen and spore assemblage of 23 layers showed some floral affinities with the actual pollen flora of Ethiopia. Comparison with determined fossil woods and leaves from other Tertiary sites on the same Plateau indicates some homogeneity of taxa. The presence of aquatic pollens like *Nymphaeaceae* and *Typhaceae*, and authigenic vivianite suggests a fresh water acidic paleolacustrine environment.

YILMAZ, OSMAN, Hacettepe Univ., Fac., Engin., Dept. Mining Engin.,  
Beytepe, Ankara, Turkey and BOZTUG, DURMUS, Hacettepe Univ., Fac.,  
Engin., Dept. Geol. Engin., Beytepe, Ankara, Turkey

#### THE CONTRIBUTION OF ILLITE CRYSTALLINITY DEGREE TO THE STUDY OF CONTACT METAMORPHISM OF THE BUYUKCAY GRANITOID (PROVINCE OF KASTAMONU, TURKEY)

In this paper, the pelitic rocks (anchimetamorphic Börümce formation-diagenetic Ortasöğü formation) situated at the north of the Daday - Devrekani massif and the contact metamorphic rocks (Çiçekyayla metamorphite) formed by the intrusion of Büyükçay-Elmalıçay granitoid into the Börümce formation are studied. Çiçekyayla metamorphite has been produced at the conditions of low-grade thermal metamorphism. The distinguishing it from the Börümce formation is impossible by the data based on field observation and microscopy. That is why, the illite crystallinity degree has been used. For this purpose, in the

investigated area approximately of 130 km<sup>2</sup>, the clay-sized fractions of 154 rock samples have been extracted and their illite crystallinity degrees have been measured. In conclusion, the muscovite-chlorite isograd has been drawn which can be estimated as lithological boundary between anchimetamorphic Börümce formation and epizonal Çiçekyayla metamorphite. In addition the Börümce and Ortasöku formations which couldn't be managed to distinguish from each other in the region, have been easily mapped by using the illite crystallinity degree method.

EL SAYED A. YOUSSEF, Faculty of Science, Cairo University, Giza, Egypt; KAMEL A.M., Building Research Institute, Giza, Egypt.

#### PETROLOGICAL STUDIES OF THE MIDDLE MIOCENE EVAPORITES, RAS MALAAB AREA, SINAI, EGYPT

The Middle Miocene evaporites in the Ras Malaab area, west-central Sinai, Egypt, are interpreted as a coastal embayment deposits. The field and laboratory studies have revealed the following facies types:

I - Evaporite facies: It could be differentiated into three types of evaporites arranged from base to top as:

- 1 - Massive crystalline distorted secondary gypsum (about 350 m thick) characterised by porphyroblastic, alabastrine and granoblastic textures.
- 2 - Shallow tail gypsum occurs as lenses in the crystalline distorted gypsum and characterised by twinned selenite crystals.
- 3 - White dense powdery anhydrite (about 7 m thick) characterised by the white powdery nature and the waxy appearance.

II - Clastic facies (about 40 m thick) : It is represented by varicoloured shale with some streaks of marl, dolomite and numerous gypsum veinlets.

III - Carbonate facies: It is represented by four microfacies associations:

- 1 - White massive algal carbonate rock at the contact between the evaporites and the underlying Eocene rocks.
- 2- Sandy intrapellbioparite at the contact between the evaporites and the underlying Gharandal Formation (L.Miocene).
- 3 - Bituminous pelagic argillaceous biomicrite and pellobiomicrite facies intercalated with the evaporite facies.

#### CLAY MINERAL ASSEMBLAGES AS PALEOCHEMICAL INDICATORS IN LAKE SEDIMENTS.

Data from both modern and ancient lake deposits indicate that the abundance, crystal structure and chemistry of some clay minerals, smectites in particular, can be used as reliable indicators of lake water chemistry. In Lake Turkana, Kenya, fine-grained sediments delivered by the Omo River are predominantly kaolinite plus a very poorly crystalline smectite-like structure. Upon entering the moderately saline (2500 ppm TDS) and alkaline (pH = 9.2) waters of this lake, the disordered material is transformed to smectite by removing Mg, SiO<sub>2</sub> and HCO<sub>3</sub> from the lake water. Smectite is not found in older lake sediments deposited in fresher water during the earlier history of Lake Turkana. Similar observations have been made in other alkaline lake environments in East Africa and the western United States by other investigators. A likely ancient illustration of this process occurs in the Fort Union Formation (Paleocene) of the Bighorn Basin (Montana, USA). Smectite is abundant in early lake deposits coincident with a composition of associated carbonates which suggest elevated alkalinity; this clay disappears in younger lake deposits as other indicators (carbonates, fauna) point towards an increasingly fresh-water lake. In general, it seems that if smectites are produced as weathering products in a lake watershed, they will be preserved or diagenetically reconstructed in waters of alkaline lakes, whereas they will be destroyed in fresh-water bodies. Such processes may also have paleoclimatic implications.

YURTAEV Yu.S., All-Union Research Institute of Petroleum Geological Prospecting, Tadjik Department, Dushanbe, USSR

#### PRINCIPAL TRAITS OF PALEO GEOGRAPHY OF SOUTHEASTERN MIDDLE ASIA

Cretaceous deposits are localized on the Turanian plate, Afghan-Tadjik and Fergana depressions and inner depressions of Kirgizia. Their outcrops make up about one quarter of the studied territory. At the beginning of the Cretaceous, motions of the Earth's crust caused changes in the paleo-environment, a general rise of the area progressed, with the climate getting more arid, and continental red beds (molasses) accumulating. Hauterivian environments did not change much; the area of continental deposits was extending farther. Numerous rivers dissected the area transporting terrigenous clastics from paleo-mountains of the Pamirs, Tien Shan, Hindu Kush, and Bendi-Turkestan. Barremian sea invading from the southwest forced the continental sedimentation out to the east. Aptian rocks record a gradual marine transgression. A vast territory was taken up with a lagoon where gypsum and red clays and sands were laid down. The eastern boundary of the lagoon extended along southwestern spurs of the Hissar. The chiefly grey rocks of the Upper Aptian must stem from the change of the climate from humid to arid. Albian marine beds



stretched as far as the Fergana depression. Occasionally, the sea overflowed alluvial plains. Albian beds are represented by alternating marine and continental deposits. The Senonian marine beds formed bars, deltas, shallows and lagoons. In the Turonian, the basin of sedimentation extended its area. In the Senonian, the sedimentation was marked by the change from marine to lagoon, with also a continental type in Fergana. The Upper Cretaceous ( $K_2$ cm-ma) showed the emerging zones of reef facies.

ЮРТАЕВ Ю.С., Всесоюзный научно-исследовательский геологоразведочный нефтяной институт, Таджикское отделение, г. Душанбе, СССР

#### ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ЮГО-ВОСТОКА СРЕДНЕЙ АЗИИ В МЕЛОВОЙ ПЕРИОД

Меловые отложения локализованы на Туранской плите, Афгано-Таджикской и Ферганской впадинах и внутренних впадинах Киргизии. Часто обнажены на поверхности, а площадь их распространения составляет около 1/4 рассматриваемой территории. К началу мелового периода движения земной коры обусловили изменения в географической обстановке Азиатского сектора – продолжается общий объем территории, происходит дальнейшая аридизация климата, идет накопление красочетных континентальных моласс. В готериве обстановка мало изменилась – происходило дальнейшее расширение области накопления континентальных осадков. Значительная часть территории была рассечена реками, которые переносили терригенный материал с палеоподнятий Памира, Тянь-Шаня, Гиндукуша и Банди-Туркестана. В барреме морские воды, поступавшие с юго-запада, стали теснить континентальное осадконакопление к востоку. В апте трансгрессия проявилась более широко. На значительной части территории располагалась обширная лагуна, где отлагались гипсы и красочетные пески и глины. Восточная граница лагуны проходила в пределах юго-западных отрогов Гиссара. Преимущественно серочетный облик пород верхнего апта, вероятно, обуславливается сменой аридного климата на гумидный. В альбе море впервые достигло Ферганской впадины. Оно временами проникало и далее, заливая аллювиальные равнины. На описываемой территории альбские отложения представлены чередованием морских и континентальных осадков. В сеномане формировались морские осадки с образованием баров, дельт, волноприбойного мелководья и лагун. В туроне трансгрессия достигла большого размаха – бассейн седиментации значительно расширил свои границы. В сеноне шла смена морского осадконакопления лагунным, а в Ферганской депрессии – и континентальным. В меловое время (сеноман, коньяк, сантон, маастрихт) возникали зоны биогермных и рифовых карбонатных фаций.

## CAMBRIAN CARBONATE FACIES DISTRIBUTION IN SPAIN

The Iberian Massif shows the largest Cambrian outcrops in Europe. In it there is a widespread carbonate limestone, variable in thickness, that overlies a sequence consisting of shales and sandstones with interbedded conglomerates. It is overlain by another siliciclastic sequence made up of shales and interbedded sandstones. The age of this limestone is Early Cambrian except in northwestern Spain where the upper part is Middle Cambrian as evidenced by trilobites. Therefore, it does not constitute a time parallel unit since at its base and top it is diachronous across the Iberian Massif as indicated by paleontologic data. Eight major carbonate facies can be recognized: 1) laminated dolostones, 2) stromatolitic and cryptalgalaminated dolostones, 3) birdseye limestones, 4) echinoderm-bearing limestones, 5) red nodular limestones, 6) archaeocyathid-bearing limestones, 7) mottled algal limestones, and 8) oolitic limestones. Several of these facies are intimately associated representing a particular environment of deposition. The laminated dolostones, stromatolitic and cryptalgalaminated dolostones, and birdseye limestones represent a tidal flat environment of deposition and they show a more restricted distribution than the other facies. In contrast the remainder of the facies are very rich in skeletal remains and indicate that they have been deposited in continental shelf and slope settings.

ZANGALIS K.P., Institute of Geology and Mineral Exploration, Athens, Greece

## CLAY MINERAL ASSEMBLAGES AS PALEOCHEMICAL INDICATORS IN LAKE SEDIMENTS

It is shown that by simultaneous use of the mathematical capabilities of more than one analytical methods (ie. X-ray diffractometry, IR-spectrometry and bulk chemistry) we may determine the unknowns of the complete quantitative phase analysis of geological objects (rocks), that is the concentrations and chemical composition of the minerals (phases) composing the rock (system) without standards or separation of the phases from the system.

The rock is considered as a multiphase system consisting of  $n$  identified phases. A certain number ( $k$ ) of them are crystalline while the rest of them ( $n-k$ ) are amorphous. In addition to the identified phases

we recognize a residual phase with quantities based upon the type, sensibility and precision of the used methods. The problem is divided into two parts :in the first part the chemical composition of every identified phase is considered known' then the problem is easier and the definition of the phases concentration can be made for each sample separately. In the second part solutions are given to problems, when the chemical composition (of at least one part) of the phases is not known. A solution is given to the problem when the amorphous phases may be determined with IR-spectroscopy, as well as when that's not possible and the analysis is made simultaneously to a group of properly chosen samples.

In every mathematical expression relative intensities are being used of X-ray reflections or IR-absorption bands of all phases of a sample regarding to a reference phase. This gives to the method particular and very important advantages. In addition to the fact of using chemical data, the relative intensities release the method of errors of samples preparation, of function stability of the instruments of examination, of brinking in internal sample standards, as well as of difficulties of peak overlapping and of different degrees of preferable orientation of the phases crystallites.

The existence of a residual phase and the inevitable errors, made us search for a solution of the above problems in the methods of least square for overdetermined systems and of mathematical programming.

The method has been applied successfully to known samples.

ZANKER G., ULIRICH, VEB Kombinata Kali, Sondershausen, DDR

#### BEZIEHUNGEN ZWISCHEN SEDIMENTATION UND UMBILDUNG VON KALZIUMSULFAT-, HALIT- UND KALISALZGESTEINEN AN BEISPIELEN ZECHSTEINZEITLICHER SALZ-ABLAGERUNGEN DER DDR

Für die bisher vorwiegend aus petrographischen und physikochemischen Ergebnissen abgeleitete Auffassung, daß die  $\text{CaSO}_4$ -Sedimentation primär vor allem als Gips erfolgt ist mit anschließender Dehydratisierung im Diagenesestadium, können aus geologischen Untersuchungen in bergmännisch gut aufgeschlossenen Zechsteinablagerungen der DDR, insbesondere auf der Scholle von Calvörde, weitere Argumente hinzugefügt werden. Die angetroffenen Erscheinungsbilder belegen einen im Gefolge der Gips-Anhydrit-Umwandlung verbreiteten Aufstieg von  $\text{CaSO}_4$ -Substanz und großer Lösungsmengen aus dem Hauptanhydrit der Leine-Serie, die in den hangenden Halit- und Kalisalzgesteinen zu charakteristischen Veränderungen geführt haben. Dazu zählen diapir- oder klippenartige Anhydritkörper, Umwandlungen von Carnallit in



Sylvinit sowie die völlige Auflösung der Kalisalzkomponente im Flöz Ronnenberg, das 30 m bis 50 m über dem Hauptanhydrit ausgebildet ist. Hinweise auf den zeitlichen Ablauf der Gips-Anhydrit-Umwandlung lassen sich aus der Reichweite der Veränderungen in die hangenden stratigraphischen Profilabschnitte ableiten. Mögliche Einflüsse von Volumenveränderungen im Zusammenhang mit der Gips-Anhydrit-Umwandlung auf das Relief des Kalisalzabscheidungsbeckens werden diskutiert. Einen weiteren Gesichtspunkt enger Beziehungen im Sinne dieses Themas stellt die Herausbildung von Kalziumsulfatwällen durch bevorzugte Sedimentation über Untiefen und die damit verbundene Lagunenbildung mit günstigen Abscheidungsbedingungen für höhersalinare Gesteine dar.

ZAPROMETOV V. Ju., GONCHAR A. D. Tashkent State University, Geologic Faculty, Tashkent, USSR

#### FACIES AND FORMATIONS OF THE LATE PALEOZOIC IN TIEN-SHAN AND PAMIR MOUNTAINS.

In the Late Paleozoic the territory is characterised by sublongitudinal zonality. Caledonites of the Northern Tien-Shan have already had continental crust (molasse, central-lake and lagoon deposits); Geosyncline Mid-Tien-Shan land with intensive volcanism, changing to the south-east into shelf sea (submarine delta and waveformed schlier, shore-laid carbonate formations) attaching from the south. The main part of the Southern Tien-Shan conform to the continental slope with the shelf bend in the northern foothills of the Alai range.

Submarine interchanging formations (submarine slope facial belt) are considerably spread here, along with batial flysh and aspid formations (facial complex of subcontinental batial cavities).

To the south in the borders of contemporary Pamir mountains in conditions of abyssal underwater plains of suboceanic basic of Paleotetice Late Carbonic-Early Permian (prageocynclinal) abyssal aspid and removed flyshoid were accumulated as well as Permian-Triassic (quasisolid) carbonate turbidite and carbonate-silicite turbidite formations.

Thus it is possible to make gypsometrical studies of the territory of Tien-Shan and Pamir for comparatively complete set of Late-Paleozoic sedimentary rocks, coinciding with continental and pre-continental (up to abyssal depths) steps of relief and stages development of the earth crust.

ЗАПРОМЕТОВ В.Ю., ГОНЧАР А.Д., Ташкентский государственный университет, геологический факультет, г.Ташкент, СССР

#### ФАЦИИ И ФОРМАЦИИ ПОЗДНЕГО ПАЛЕОЗОЯ ТЯНЬ-ШАНЯ И ПАМИРА

В позднем палеозое территория характеризуется субширотной зональностью. В каледонидах Северного Тянь-Шаня была уже континентальная кора (моцассовые, центральноозерные, лагунные формации); с юга при-членялась геосинклинальная Срединно-тяньшанская суша с интенсивным вулканизмом, сменяющаяся к юго-востоку шельфовым морем (подводно-дельтовые и волноприбойные шпировые, мелководные карбонатные формации). Большая часть Южного Тянь-Шаня соответствовала континентальному склону с перегибом шельфа в северных предгорьях Алайского хребта. Значительное распространение здесь получили подводноперерывные формации (подводносклоновый фациальный пояс), батальные флишевая и аспидная формации (фациальный комплекс, предконтинентальных батальных впадин). Южнее, в пределах современного Памира, в условиях абиссальных подводных равнин субокеанического бассейна Палеотетиса накапливались карбон-раннепермские (прагеосинклинальные) абиссальная аспидная и удаленная флишеидная, а также пермо-триасовые (квази-платформенные) карбонатно-турбидитная и карбонатно-силицит-турбидитная формации.

Таким образом, на территории Тянь-Шаня и Памира представляется возможным изучение гипсометрически довольно полного набора позднепалеозойских осадочных формаций, отвечающих континентальной и предконтинентальной (вплоть до абиссальных глубин) ступеням рельефа и развития земной коры.

ZARITSKY P.V., Kharkov State University, Geology-Geographic Faculty, Kharkov; MAKEDONOV A.V., All-Union Research Geological Institute, Leningrad, USSR

#### CONCRETION FORMATION AND STAGES OF LITHOGENESIS

Analysis of minerals and recent concretions has shown that they form at all stages of lithogenesis, i.e. sedimentation, diagenesis, metagenesis and hypergenic epigenesis. Concretion formation connected with the stages is characterised with specific features: dimensions, morphology, bedding conditions, composition, structure and texture, presence and reservation of organic remains etc., reflecting facial, geochemical and thermodynamical environment. One can distinguish sub-

stages or phases of concretion formation within the stages. The majority of macro and megaconcretions is formed during diagenesis and microconcretions during sedimentogenesis. The phase of early diagenesis is marked with the most intensive concretion formation dying down to the late diagenesis. In the course of diagenesis the evolution of the composition of the silty solutions, as well as physical and chemical conditions is important for the composition of the early and late diagenetic concretions; and accounts for the multistage development and zone structure of the concretions, the composition changing radially, as well as association of the late diagenetic mineral formations with contractional cracks in septarian concretions and lime composition of the late diagenetic concretions with cone-in-cone texture. Of major importance for lithologic and correlation are diagenetic and sedimentary concretions. Their structural and textural features hardly change during catagenesis and even metagenesis which allows using them for the reconstruction of the condition of sediment accumulation and geochemical environment during diagenesis of embedding rocks. Associations of concretions appeared at different stages of lithogenesis form the lines of concretion formation which are stadial complex concretion groups. Characteristic stadial associations of concretions are organic to each type of sedimental formations and facial environment. Analysis and account of the stage character of concretion formation, of its correlation with the stages of lithogenesis, as well as the study of complex concretion groups are the necessary condition for effective application of concretionary analysis to the solution of theoretical and practical problems.

ЗАРИЦКИЙ П.В., Харьковский государственный университет, геолого-географический факультет, г. Харьков; МАКЕДОНОВ А.В., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт, г. Ленинград, СССР

#### КОНКРЕЦИЕОБРАЗОВАНИЕ И СТАДИЙНОСТЬ ЛИТОГЕНЕЗА

Изучение ископаемых и современных конкреций показало, что конкреции образуются на всех стадиях литогенеза: в седиментогенезе, диагенезе, метабенезе, катагенезе, гипергенном эпигенезе. Конкрециеобразование, связанное с этими стадиями, характеризуется специфическими особенностями (размер, морфология, условия залегания, состав, структура и текстура, наличие и степень сохранности органических остатков и т.п.), отражающими фациальные, геохимические и термодинамические условия. В пределах стадий можно выделять подстадии или фазы конкрециеобразования. Основная масса макро- и мегаконкреций образовалась в диагенезе, микроконкреции - в седиментогенезе. Фаза раннего диаге-



неза характеризуется наиболее интенсивным конкрециообразованием, затухающим к позднему диагенезу. Эволюция состава иловых растворов и физико-химических условий в течение диагенеза сказывается на составе ранне- и позднедиагенетических конкреций, обуславливает многостадийный рост, зональное строение конкреций с изменением состава в радиальном направлении, ассоциацию позднедиагенетических минеральных образований по контракционным трещинам конкреций-септарий, известковый состав позднедиагенетических конкреций с текстурой конус в конусе. Для литофациального анализа и корреляции разрезов наибольшее значение имеют диагенетические и седиментационные конкреции, состав и текстурно-структурные особенности которых почти не изменяются в катагенезе и даже в метагенезе, что позволяет использовать их для восстановления условий осадконакопления и геохимической обстановки диагенеза вмещающих их отложений. Совокупности конкреций, образующиеся на разных стадиях литогенеза, представляют собой направленные ряды конкрециообразования — **стадийные конкреционные комплексы**. Для каждого типа осадочных формаций и фациальных обстановок намечаются типовые стадийные последовательности конкреций. Анализ и учет стадийности конкрециообразования, ее соотношений со стадиями литогенеза являются необходимыми условиями эффективного применения конкреционного анализа в научных и практических целях.

ZHARKOV M.A., Institute of Geology and Geophysics, Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

#### EVOLUTION OF HALOGENIC SEDIMENTATION THROUGH GEOLOGICAL HISTORY

The evolution of evaporite assemblages both of major categories of mineral masses and that of separate trends of halogenic and evaporite sedimentation as a whole is discussed. The halogenic evolution is shown to take place through the Earth's history. It is manifested in accumulation of more and more diverse sediments in evaporite basins, viz., gypsum in Proterozoic, gypsum and chloride in Early Paleozoic, and gypsum, chloride and potash-sulphate, sodium-sulphate chloride-carbonate sediments of different composition in Cenozoic.

An important effect of halogenesis on the evolution of the Earth's hydrosphere and atmosphere is indicated.

ЖАРКОВ М.А., Институт геологии и геофизики СО Академии наук СССР,  
г.Новосибирск, СССР

## ЭВОЛЮЦИЯ ГАЛОГЕННОГО ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ

Выясняется эволюция эвапоритовых формаций как крупных категорий минеральных масс, а также эволюция отдельных линий галогенного осадконакопления и эвапоритовой седиментации в целом. Показывается, что на протяжении истории Земли происходила эволюция галогенеза. Она выражается в том, что в эвапоритовых бассейнах накапливались все более разнообразные осадки от гипсовых в протерозое до гипсовых и хлоридных в раннем палеозое и до гипсовых, хлоридных и различных по составу калийно-сульфатных, натриево-сульфатных и хлоридно-карбонатных в кайнозое.

Отмечается существенное воздействие галогенеза на эволюцию гидросферы и атмосферы Земли.

ZVEREV V.P., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences,  
Moscow, USSR

## HYDROGEOCHEMICAL MEDIA OF RECENT SEDIMENTOGENESIS (MOBILIZATION, TRANSPORT, ACCUMULATION)

The recent sedimentogenesis processes (mobilization, transport and accumulation) go under conditions of permanent presence of liquid phase - natural waters, which besides physical redistribution of mineral matter interact with the latter and are the main factor of its alteration. The paper considers geochemical features of all types of natural waters, controlling recent processes of sedimentogenesis: atmospheric precipitation and subsurface waters in the zone of active water exchange, determining chemical weathering and mobilization of the matter; surface seasonal water flows and rivers redistributing and mobilizing the material; surface water flows (channels and flood plains of rivers) and water basins (flood-plain lakes, swamps, lakes, lagoons) with continental sedimentation; internal and marginal seas and oceans, which water masses both redistribute the material, supplied from the continents and serve as a medium for accumulation of sediments. The studies established that in a course of sedimentogenesis the mineral matter undergoes at least five transits from one hydrogeochemical medium into another. The detail studying the processes of interaction between mineral matter and natural waters at different stages of sedimentogenesis was made on example of the basin with recent sedimentation in the Kolkhida and its mountain-folded margin. The thermodynamic analysis of interac-

tion between main rock-forming minerals and natural waters of the considered hydrogeochemical media enable us to estimate the possible direction of their transformation. The paper shows that the system aluminosilicates-natural waters, controlling mobilization, transport and sedimentation is equilibrium. This determines continuity of bed rock destruction with formation of weathering products, resistant to the corresponding hydrogeochemical media. The studies also identified the thermodynamically equilibrium, metastable and unequilibrium mineral assemblages at the stages of weathering, transportation and sedimentation. The studies of stoichiometric mass balance permitted to estimate the intensity of water-rock interaction. They established that the amount of altered rock-forming silicates made up about 5% of total mass of mobilized mineral matter during chemical weathering, 0.01% - during transportation and 0.1% - directly in a course of sedimentation.

ЗВЕРЕВ В.П., Геологический институт АН СССР, Москва, СССР

#### ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ СРЕДЫ СОВРЕМЕННОГО СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА (МОБИЛИЗАЦИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКА, АККУМУЛЯЦИЯ)

Процессы современного седиментогенеза (мобилизация, транспортировка и аккумуляция) протекают в условиях постоянного присутствия жидкой фазы - природных вод, которые, кроме физической работы по перераспределению минерального вещества, взаимодействуют с ним, являясь важнейшим фактором его изменения. Рассмотрены геохимические особенности всех типов природных вод, контролирующих современные процессы седиментогенеза: атмосферных осадков и подземных вод зоны активного водообмена, определяющих химическое выветривание и мобилизацию вещества; временных поверхностных водотоков и рек, осуществляющих перераспределение и перенос мобилизованного материала; поверхностных водотоков (русла и поймы рек) и водоемов (старицы рек, болота, озера, лагуны), в пределах которых происходит континентальное осадконакопление; внутренних и окраинных морей и океанов, водные массы которых как перераспределяют материал, поступающий с континентов, так и служат средой аккумуляции осадков. Установлено, что в ходе седиментогенеза минеральное вещество перетерпевает не менее пяти переходов из одной гидрогеохимической среды в другую. Детальное изучение процессов взаимодействия минерального вещества с природными водами на различных этапах седиментогенеза выполнено на примере бассейна современного осадконакопления Колхиды и ее горно-складчатого обрамления. Термодинамический анализ процессов взаимодействия основных породообразующих минералов с природными водами выделенных гидрогеохимических



сред позволил оценить вероятные направления их преобразования. Показано, что система первичные алюмосиликаты - природные воды, контролирующие мобилизацию, - перенос и осадконакопление, неравновесна. Это определяет непрерывность разрушения коренных пород с образованием продуктов выветривания, устойчивых в соответствующих гидрогеохимических средах. Выделены термодинамически равновесные, метастабильные и неравновесные минеральные ассоциации на этапах выветривания, переноса и осаднения. Изучение стехиометрического баланса масс в системе вода-порода позволило подойти к оценке интенсивности процессов взаимодействия природных вод с минеральным веществом. Установлено, что количество измененных породообразующих силикатов составляет  $\sim 5\%$  всей массы мобилизованного минерального вещества при химическом выветривании,  $0,01\%$  - при переносе и  $0,1\%$  - непосредственно в ходе осадконакопления.

ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМЕРИЯ  
PRECAMBRIAN GEOLOGY

Conveners: L.L.James, W.Neumann, N.P.Shcherbak

ABRAMOVICH G.Ya., KHRENOV P.M., East Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Products, Mingeo USSR, Irkutsk, USSR

## METALLOGENIC AND MAGMATIC ZONALITY OF THE EARTH'S CRUST MAIN STRUCTURAL ELEMENTS IN THE PRECAMBRIAN ON AN EXAMPLE OF THE SOUTH OF EAST SIBERIA

The south of East Siberia is one of few regions of the Earth where endogenetic processes had been actively developed from the Archaean till the Cainozoic inclusively. Associations of geological formations fix a sequence of tectogenesis epochs: the Early Archaean - formation of a "gray gneisses" strata, the Late Archaean - Early domes, the Riphean - protoactivation of the North-Asiatic craton southern border, the Vendian-Early Middle Paleozoic - geosynclinal development of Central Asia caledonids. To a different degree these structures had been subjected to deuterooregenesis in the Middle Paleozoic and Paleozoic-Mesozoic epochs and to continental riftogenesis in the Cainozoic. Two types of lateral magmatic and metallogenic zonality are characteristic: longitudinal and transversal. A longitudinal zonality is determined by the northwestern and sublatitudinal strike of the basic regional structures. A transversal one is determined by separation of such structures by fracturing in a set of blocks. The first type zonality is predetermined by the formation of the continental earth's crust from the Archaean till the Early Paleozoic. The second type zonality is connected with the epochs of the tectonomagmatic activation, that had been developed from the Early Riphean till the Cainozoic. It was accompanied by the repeated mobilization and redeposition of the ore substance. From the ancient to young epochs the earth's crust heterogeneity and the importance of fractures and ring structures increase, the evolution of magmatism from low-alkaline to high-alkaline and of endogenetic mineralization from essentially siderophile to chalcophile and siderophile is observed, sets of magmatic and ore formations become complicated.

АБРАМОВИЧ Г.Я., КРЕНОВ П.М., Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья Мингео СССР, г.Иркутск, СССР

# МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ И МАГМАТИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ГЛАВНЫХ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ В ДОКЕМБРИИ НА ПРИМЕРЕ ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Юг Восточной Сибири - один из немногих регионов земного шара, где эндогенные процессы активно проявились от архея до кайнозоя включительно. Ассоциации геологических формаций фиксируют ряд эпох тектогенеза: раннеархейскую - становления толщи "серых гнейсов"; позднеархейско-раннепротерозойскую - формирования зеленокаменных поясов и гранито-гнейсовых куполов; рифейскую - протоактивизации южной окраины Северо-Азиатского кратона; вендско-ранне-среднепалеозойскую - геосинклинального развития каледонид Центральной Азии. В разной степени эти структуры в среднепалеозойскую и позднепалеозойско-мезозойскую эпохи были охвачены дейтероорогенезом и в кайнозойскую - континентальным рифтогенезом. Характерно наличие двух типов латеральной магматической и металлогенической зональности: продольной и поперечной. Продольная зональность определяется северо-западным и субширотным простираанием основных региональных структур, поперечная - разделением таких структур разрывами на ряд блоков. Зональность первого типа предопределена становлением континентальной земной коры от архея до раннего палеозоя. Зональность второго типа связана с эпохами тектоно-магматической активизации, проявившейся от раннего рифея до кайнозоя. При этом происходили повторная мобилизация и переотложение рудного вещества. От древних к молодым эпохам возрастает гетерогенность земной коры, повышается роль разрывов и кольцевых структур, наблюдается эволюция магматизма от низкощелочного к высокощелочному, а эндогенной минерализации от существенно сидерофильной к халькофильной и сидерофильной, все больше усложняются ряды магматических и рудных формаций, внутреннее строение магматических ареалов и металлогенических зон.

AJIBADE, A.C., Ahmadu Bello University, Zaria;

RAHAMAN, M.A., University of Ife, Ife-Ife;

WOAKES, MICHAEL, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria

## PROTEROZOIC CRUSTAL DEVELOPMENT IN THE PAN-AFRICAN REGIME OF NIGERIA

The evolution of the Nigerian basement, which lies within the Pan-African mobile belt, east of the West African Craton, is reviewed in the light of new data presented.

In Nigeria the basement can be divided into two units:

- the Western Unit, approximately west of latitude 8°E, is charac-



terized by narrow, sediment dominated, N-S trending, low-grade schist belts in a predominantly migmatite-gneiss "older" basement, and the whole is intruded by Pan-African granitic plutons.

- the Eastern Unit comprises mainly a migmatite-gneiss complex intruded by larger volumes of Pan-African granites and the Mesozoic ring complexes of Central Nigeria.

Evidence from the eastern and northern margins of the West African Craton indicates that the Pan-African belt evolved by plate tectonic processes, but less is known about the evolution of the internal region of the belt of which the Nigerian basement is a part.

Geochronological work has demonstrated the polycyclic nature of the Nigerian basement with ages varying from Liberian (Archean) to Pan-African (Late Proterozoic). Two evolutionary models are proposed and discussed; either the basement was formed early and was reworked during successive orogenic events; or alternatively the basement has evolved gradually with substantial additions to the existing crust from the mantle through a process of either vertical or lateral accretion.

Ali AIT-KACI AHMED, U.S.T.H.B, Inst. SCIENCES de la TERRE, B.P N°9 Dar el Beida, ALGER  
ALGERIE et Jean FABRE, 10 rue de PortoRiche, PARIS, FRANCE

#### LES FORMATIONS VOLCANO-SEDIMENTAIRES TERMINALES (MOLASSES) DU CYCLE PAN-AFRICAIN AU SAHARA ALGERIEN ET MALIEN

L'analyse des molasses du Protérozoïque terminal-Cambrien au Sahara algérien et malien précise la dynamique des différentes zones de la chaîne panafricaine dans son stade final, avant la pénéplation fini-Cambrienne.

Sur la zone d'accrétion entre marge passive du craton ouest-africain et marge active de la plaque africaine, s'individualisent des graben déterminés à l'Est par de grandes fractures sub-méridiennes, où la subsidence s'est poursuivie sans interruption majeure du dépôt des flyschs à celui des molasses.

Au Bled El Mass (NW Hoggar) on passe sans transition d'apports longitudinaux Sud-Nord des greywackes syntectoniques aux arkoses et conglomérats molassiques déposés d'Est en Ouest, et témoignant de la surrection de l'arrière-pays, sur la marge active. Vers l'Est, dans le rameau médian de la chaîne, on retrouve des séries molassiques épaisses (Tefedjit, Tébourharine, Amguid), à l'aplomb des faisceaux de grandes fractures bordières (3°, 4°50', 5°E), dont les caractères attestent de la pérennité d'un bassin d'arrière-arc qui serait resté mobile après la collision.

L'absence de molasses plus à l'Est, dans le Hoggar polycyclique indiquerait un jeu positif précoce.

Dans la majorité des cas la sédimentation, alimentée par le socle et le volcanisme acide tardi-tectonique paraît s'être faite en milieu continental, avec des indices de dépôts fluvio-glaciaires.

ALMEIDA ABREU, PEDRO ANGELO, Eschwege Geology Center - Minas Gerais Fed. University, SCHORSCHER, HANS DANIEL, University of São Paulo, Brazil

#### ARCHEAN BASEMENT CONFIGURATION AND INFLUENCES ON THE EVOLUTION OF THE LOWER PROTEROZOIC ESPINHAÇO SUPERGROUP IN MINAS GERAIS, BRAZIL

The Archean basement of the southern Espinhaço range subdivided by N-S, E-W, and NW-SE trending lineaments, into a Km-sized crustal block mosaic, exerted control on the paleogeographical, sedimentological and structural evolution of the Espinhaço basin.

Basin generation in a general N-S direction, through sequential riftings within the realm of a subdivided basement, caused intermittent fissural volcanism, irregular basin morphology and sedimentation exhibiting rapid facial variations. The culmination of crustal instability caused differential subsidence, uplifts, deposition of shoreline conglomerates, opening of large fractures within continental and insular blocks and collapse-folding of sediments. This dynamics led to a basin enlargement towards the W and to a more strongly subsiding basement to the E. Later compression of distal, eastern basin regions was reflected on the marginal portions, compressing then gently against the foreland. Regional, slightly westward vergent folds formed, distinctly related to the basement morphology. Anticlines are aligned following the structural heights of the basin and the synclines moulded within its depressions.

The old lineaments suffered mild reactivation. N-S ones were converted into inverse high-angle faults, reflecting the principal direction of the tectonic forces; E-W and NW-SE ones were involved in vertical movements. The resulting lineament pattern reflects the "original" mosaic structure of the Archean basement. During the final, decompressional stage, gentle block movements occurred, accompanied by basic intrusions.

APPEL PETER W. UITTERDIJK, Geological Institute, Denmark

#### TUNGSTEN OCCURRENCES IN THE ARCHAEOAN OF CENTRAL WEST GREENLAND

Tungsten has recently been discovered in two Archaeoan supracrustal belts in the Godthab area, West Greenland. It has been found in the 3.8 b.y. old supracrustal rocks, which occur as enclaves in an old gneiss complex, the Amitsoq gneisses. The biggest of these enclaves is the Isua supracrustal belt. In these enclaves scheelite is found dissiminated in layered amphibolites, as cm-size crystals on joints and as cm-thick veins with massive scheelite.

Scheelite is furthermore found in the younger (c. 3 b.y. old) Malene supracrustal rocks, where it occurs dissiminated, as stringers and as cm-size crystals on joints. An iron-formation in the Malene supracrustals is anomalously high in Tungsten.

The Godthab scheelite province is quite extensive, at least traceab-

le through a 150 km. long and up to 10 km wide area. Field observations indicate that the scheelite mineralizations are atratabound.

AVAKIAN K.Kh., KATSURA I.K., MARKOV M.S., Geological Institute of the Academy of Sciences of the USSR, Moscow; DOBRZHINETSKAYA L.F., Institute of Physics of the Earth of the Academy of Sciences of the USSR, Moscow, USSR

#### THE STRUCTURE OF THE BALTIC SHIELD'S ARCHEAN CRUST (CENTRAL KOLA ZONE)

The Archean crust's composition and structure represents a major problem in modern geology. The earliest chronological dated formations of the Baltic shield are developed within the Central-Kola zone which largely consist of two complexes of rock. The first includes metapyroxenites, enderbite, charnockite, and bipyroxene schists formed as a result of granulitic metamorphism of rock of layered magmatic series. The second includes supracrustal formations of the Kola series-high-alumina and biotite gneisses, bipyroxene schist and eulysites. Both complexes of rock were subject to plagiomicrocline granitization.

Petrochemical and geochemical similarity enables us to assume that high-alumina gneisses of Kola series is an effusive derivative of magmatic rocks transformed into enderbite-charnockite.

The age of the Kola series rock granulitic metamorphism is dated 2,7-2,84 billion years by the U-Pb and Rb-Sr methods. For rock of the enderbite-charnockite complex, the relict datings obtained by the U-Pb thermoisochronous method were 2,9-3,0 billion years. The structural development of the enderbite-charnockite rock of the Kola series was complex and went through many phases. In the epoch of Saami tectogenesis coinciding in time with granulitic facies metamorphism these two complexes were tectonically combined forming a series of alternating overthrusting sheets. At the same time packets of isoclinal folds developing into a system of narrow scales were formed inside both complexes. In the epoch of Early Proterozoic tectogenesis these structures were further complicated by north-west folding.

An analysis of the available data enables us to assume that in the Central-Kola zone we have an Archean crust succession the Lower fragments of which are represented by deep magmatic differentiates (from ultrabasic rocks to tonalite-trondjemite) while the upper components of the succession are formed of their effusive derivatives.



АВАКЯН К.Х., КАЦУРА И.К., МАРКОВ М.С., Геологический институт  
АН СССР, г.Москва; ДОБРЖИНЕЦКАЯ Л.Ф., Институт физики Земли  
АН СССР, г.Москва, СССР

## СТРОЕНИЕ АРХЕЙСКОЙ КОРЫ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА (ЦЕНТРАЛЬНО-КОЛЬСКАЯ ЗОНА)

Строение архейской коры является одной из актуальных проблем современной геологии. Древнейшие геохронологически датированные образования Балтийского щита развиты в пределах Центрально-Кольской зоны, которая сложена преимущественно двумя комплексами пород. Первый из них представлен метапироксенитами, двупироксеновыми сланцами, эндебритами и чарнокитами, образовавшимися в результате гранулитового метаморфизма пород единой расслоенной магматической серии. Второй сложен супракрустальными образованиями кольской серии — высокоглиноземистыми биотитовыми гнейсами, двупироксеновыми сланцами и эвлизитами. Оба комплекса пород претерпели плагиомикроклиновую гранитизацию.

Сходство петрохимических и геохимических особенностей позволяет предполагать, что высокоглиноземистые гнейсы кольской серии являются эффузивными аналогами магматогенных пород.

Возраст гранулитового метаморфизма пород кольской серии датируется 2,7–2,84 млрд. лет  $U-Pb$  и  $Rb-Sr$  методами. Для пород чарнокитового комплекса  $U-Pb$  термоизохронным методом получены реликтовые датировки 2,9–3,0 млрд. лет.

Структурное развитие эндебрито-чарнокитов и пород кольской серии было сложным и многофазным. В эпоху саамского тектогенеза, совпадающего по времени с метаморфизмом гранулитовой фации, эти два комплекса были тектонически совмещены, образовав серию чередующихся надвиговых пластин. В это время внутри обоих комплексов были сформированы пакеты изоклинальных складок, переходящие в систему узких чешуй. В эпоху раннепротерозойского тектогенеза эти структуры были осложнены северо-западной складчатостью.

Имеющиеся данные позволяют предположить, что в Центрально-Кольской зоне мы имеем разрез архейской коры, нижние фрагменты которой представлены глубинными магматическими дифференциатами (от ультрабазитов до тоналитов-трондьемитов), в то время как верхние компоненты разреза сформированы их эффузивными аналогами.

BAI JIN, XU WENZHENG, GAO YADONG, WU SUZHEN, ZHAO WEI, Tianjin  
Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Tianjin, China

ON THE SIGNIFICANCE OF MULTIPLE DEFORMATION AND POLYMETAMORPHISM  
IN EARLY PRECAMBRIAN CRUSTAL EVOLUTION - FROM THE RELATIONSHIP  
BETWEEN DEFORMATION AND METAMORPHISM OF WUTAI GROUP

In Wutaishan region, the central part of North China Platform, Wutai Group being a greenstone belt, overlying sialic basement unconformably, combined with the sodic and potashic granites constitutes a late Archean granite-greenstone terrain. Superposition of various generations of folds can be directly observed on its outcrops. The history of deformation and metamorphism of Wutai Group in which the macroscopic recumbent folds developed offers the evidence that there are three episodes of deformation and relevant metamorphism in Wutai stage, separated by unconformities. It is obvious that the late lower grade mineral association superimposes the early high grade ones or may be led to the retrograde metamorphism. The unconformities with overlying and underlying strata all were involved in violent folding and the boundaries of metamorphic facies are concordant with those of relevant strata. All these denote the activity of the Early Precambrian crust.

The superposition of multiple deformation with related metamorphic mineral association contributes to distinguishing the metamorphic phases. And the occurrence of polymetamorphism provides the evidence for determination of unconformity and tectonic cycle. The lack of metamorphic facies in a continuous facies series under the unconformity could exhibit the size of ancient erosion depth and the break interval.

BARCA, SEBASTIANO, Department of Earth Sciences, Cagliari, Italy;  
COCOZZA, TOMASO, Geological Institute, Siena, Italy;  
DEL RIO, MYRIAM, Department of Earth Sciences, Cagliari, Italy;  
MINZONI, NELLO, Institute of Mineralogy, Ferrara, Italy;  
PITTAU, PAOLA, Department of Earth Sciences, Cagliari, Italy

THE PRECAMBRIAN OF SARDINIA (ITALY)

Different types of metamorphic polyphasic rocks referable to the Assintic orogeny, outcrop in several localities of central and south Sardinia, but the most complete and peculiar Precambrian-Cambrian sequences are widespread in the surrounding area of Cape Spartivento, at the extreme southern end of the island. The basement of Precambrian age is composed of migmatites and of high-grade metamorphic kyanite-bearing rocks; it is followed by products of

crustal anatexis (cataclastic gneiss AUCTT.) such as acid migmatites of Infracambrian age. The latter formation is lithologically correlable and age-equivalent to the Ollo de Sapo Formation of the Iberian Massif and, like it, is derived from a late post-Assintic magmatic event. A thick, till now azoic, mostly detrital with minor carbonatic episodes (the Bithia Formation AUCTT.) lies on the magmatic rocks and is, in turn, followed by fossiliferous carbonatic and terrigenous sediments of the Lower Cambrian. All the sediments overlying the Assintic basement have been affected by deformation and weak metamorphism occurring during the Ercynian orogeny.

BASEI, M.A.S. and CORDANI, U.G., Institute of Geosciences of University of Sao Paulo, Brazil

#### THE GEOLOGIC EVOLUTION OF THE UPPER PROTEROZOIC DOM FELICIANO BELT IN SANTA CATARINA STATE, SOUTHEASTERN BRAZIL

A fairly complete section of the Dom Feliciano belt, whose tectonomagmatic evolution occurred at the end of the Precambrian, during the Brasiliano orogenic cycle, crops out in the eastern part of Santa Catarina State. Within the belt, structural vergence is northwesterly, towards the Luiz Alves cratonic area, and metamorphic grade increases southeast. The following tectonic units are characterized:

- a) The anchimetamorphic molassoid sediments of the Itajaí Group, which unconformably overlie the high-grade terranes of Luiz Álvés. They were intruded by high level acid intrusives and post-tectonic granites.
- b) The greenschist to amphibolite facies *supracrustals* of the Brusque Group, with polyphase deformation, which are intruded by at least two generations of granitic rocks.
- c) A medium-grade *terrain*, in which migmatization is widespread, and large granitic bodies were formed (Pedras Grandes suite), suggesting the existence of an active late Precambrian magmatic arc.

About 200 new radiometric dates (K-Ar on separated minerals, Rb-Sr on whole rock samples, and U-Pb on zircons) indicated the following chronology of events: main regional metamorphism at about 700 MA; syn-late tectonic deformation associated with granite emplacement at about 640 MA; thermal episodes and post-tectonic granitic intrusions at 580 and 540 MA; regional cooling and uplift at 450-500 MA.



BELEVTSYEV Ya.N., VERIGIN M.I., EPATKO Yu.M., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Ukrainian SSR Academy of Sciences, Kiev, USSR

#### PRECAMBRIAN IRON-ORE FORMATIONS OF THE EAST-EUROPEAN PLATFORM

1. Iron-ore formations are of regional distribution. They are confined to the Ukrainian shield, Voronezh massif, Baltic shield, Belorussian-Lithuanian nose. The bulk of the iron-ore resources in the USSR is associated with the above formations.
2. Two formations are established: volcanogenic and sedimentary. Their rocks have undergone regional dynamothermal metamorphism of greenschist, amphibolite and partially granulitic facies. The metamorphic processes caused the alteration of primary rocks mineral composition, redistribution and concentration of iron.
3. The origin of the volcanogenic iron-ore formations is timed to pregeosynclinal period of the Earth's crust evolution ( $3.9 \times 10^9$  to  $2.7 \times 10^9$  y.). They occur among metamorphosed, granitized, chiefly volcanic rocks of basic composition to form a discontinuous band through the Ukrainian shield, Belorussian-Lithuanian nose, the eastern part of the Baltic shield. They are occasionally identified on the western slope of the Urals.
4. Sedimentary-terrigenous-chemogenic iron-ore formations are confined to miogeosynclinal lower Proterozoic structures ( $2.7 \times 10^9$  to  $1.8 \times 10^9$  y.). They are characterized by the alternation of the horizons of ferruginous quartzites and shales. These iron-ore formations occur in the eastern and western areas of the Ukrainian-Voronezh craton, forming continuous iron-ore bands: Konksko-Bielozerka, Krivoy Rog-Kremenchug, Belgorod-Bryansk and Oskolsk-Orel.
5. Iron-ore formations of the East-European platform are comparable to those of "algoma" and "superior" type, occurring in the Canadian, Indian and other Precambrian shields.

БЕЛЕВЦЕВ Я.Н., ВЕРИГИН М.И., ЕПАТКО Ю.М., Институт геохимии и физики минералов Академии наук УССР, г.Киев, СССР

#### ЖЕЛЕЗОРУДНЫЕ ФОРМАЦИИ ДОКЕМБРИЯ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

1. Железорудные формации имеют региональное развитие. Они приурочены к Украинскому щиту, Воронежскому массиву, Балтийскому щиту, Белорусско-Литовскому выступу. С ними связано подавляющее большинство ресурсов железных руд СССР.
2. По времени и условиям образования выделены формации: вулканогенная и осадочная. Породы формаций претерпели региональный динамотермальный метаморфизм фаций зеленых сланцев, амфиболитовой и частично гранулитовой. Метаморфические процессы вызвали изменение ми-

нерального состава исходных образований, а также перераспределение и концентрацию железа.

3. Вулканогенные железорудные формации образовались в догеосинклинальный период архейского развития земной коры (3,9–2,7 млрд. лет). Они залегают среди метаморфизованных, гранитизированных, преимущественно вулканических, пород основного состава. Эти формации прослеживаются прерывистой полосой через Украинский щит, Белорусско-Литовский выступ, восточную часть Балтийского щита, а также встречаются вдоль западного склона Урала.

4. Осадочные теригенно-хемогенные железорудные формации приурочены к миогеосинклинальным структурам нижнего протерозоя (2,7–1,8 млрд. лет). Они характеризуются чередованием горизонтов железистых кварцитов и сланцев. Железорудные формации этого типа расположены в восточной и западной части Украинско-Воронежского кратона, образуя протяженные железорудные полосы: Коньско-Белозерскую, Криворожско-Кременчугскую, Белгородско-Брянскую и Оскольско-Орловскую.

5. Железорудные формации Восточно-Европейской платформы сопоставимы с формациями алгомагического и суперiorsкого типа, развитых на Канадском, Индийском и других докембрийских щитах мира.

BEL'KOV I.V., BATIEVA I.D., VETRIN V.R., *Geologic Institute of the Kola Branch of the USSR Academy of Sciences, Apatity, USSR*

#### THE OLDEST CRUST OF THE BALTIC SHIELD: COMPOSITION, AGE AND GENETIC FEATURES

At the present level of erosion the oldest terrains of the Baltic Shield outcrop as individual blocks among the younger rocks of sedimentary-volcanogenic and granite-ultrametamorphic, layers. Effusive and intrusive rocks grouped into a primary crustal volcano-plutonic association are most abundant in this layer. Chemical evidence suggests that the volcanic sequence show  $\text{SiO}_2$  - low-supersaturation trend. Among them andesite-basalts, andesite are dominant, whereas basalts and dacites are comparatively rare. The intrusive rocks of this association are characterized by  $\text{SiO}_2$ -supersaturation trend and correspond to quartz diorites, tonalites, plagiogranites, granodiorites. The main characteristic feature of the earliest rocks in the Baltic Shield is the absence of typical differentiated sedimentary rocks, a similar dome pattern of structures with predominant NE or SN orientation. Time range of the formation of the oldest crust remains uncertain. The oldest isotopic age obtained by the U-Pb isochron method for the Kola Peninsula is  $3130 \pm 100$  (250) m.y. The oldest rocks are almost everywhere affected by regional microclinization the time which corresponding of diastrophism at the boundary of 2800 m.y. To understand the origin of primary crustal formations of the Baltic Shield the following characteristic features of these rocks must be taken into consideration: 1) continuous range of transitions from diorites to plagiogranites, 2) close relationship between series of intrusive rocks

and volcanics of basalt-andesite-dacite composition, which are characterized by a similar chemistry and 3) their close petrochemical and geochemical affinity with the oldest rocks of other regions. Geological and petrological data suggest that the oldest granitoid rocks may have been derived by reworking of basalt-andesite-dacite selective melts transported to the surface from the primary undepleted mantle.

БЕЛЬКОВ И.В., БАТИЕВА И.Д., Ветрин В.Р., Геологический институт  
Кольского филиала АН СССР, г.Апатиты, СССР

#### ДРЕВНЕЙШАЯ КОРА БАЛТИЙСКОГО ШИТА: СОСТАВ, ВОЗРАСТ, ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

В современном эрозионном срезе древнейшие образования Балтийского щита обнажаются в виде отдельных блоков среди более молодых пород осадочно-вулканогенного и гранит-ультраметаморфического слоев. В их составе существенно преобладают эффузивные и интрузивные породы, объединенные в первичнокоровую вулкано-плутоническую ассоциацию. По химическому составу породы вулканогенного комплекса относятся к слабо пересыщенным  $\text{SiO}_2$  породам. Среди них преобладают андезитобазальты, андезиты, реже встречаются базальты и дациты. Интрузивные породы характеризуются пересыщенностью  $\text{SiO}_2$  и отвечают кварцевым диоритам, тоналитам, плагиогранитам, гранодиоритам. Характерным для наиболее ранних пород Балтийского щита является отсутствие в их составе типичных дифференцированных осадочных пород, купольный рисунок структур с преимущественным северо-восточным или меридиональным простиранием. Временной интервал формирования древнейшей коры еще недостаточно ясен. Наиболее высокая цифра радиологического возраста, определенная изохронным  $\text{U} - \text{Pb}$  методом для Кольского полуострова, составляет  $3130 \pm 100 (250)$  млн. лет. Древнейшие породы почти повсеместно подвержены процессам региональной микроклинизации, возраст которой связан с диастрофизмом на рубеже 2800 млн. лет. Рассматривая вопрос о происхождении первичнокоровых образований Балтийского щита, следует учитывать: 1) наличие непрерывного ряда взаимопереходов от диоритов до плагиогранитов; 2) тесную ассоциацию интрузивных пород с близкой по химизму серией вулканитов; 3) петрохимическое и геохимическое родство с древнейшими породами других регионов. Геологические и петрографические данные позволяют предполагать образование древнейших пород за счет переработки базальт-андезит-дацитовых выплавов, поступавших к поверхности из первичной неистощенной мантии.



## COMPARATIVE ANALYSIS AND EVOLUTION OF SEDIMENTATION IN THE ARCHEAN AND EARLY PROTEROZOIC OF THE FOLDED AREAS

In the folded areas the Archean sedimentation took place in shallow conditions of the open seas. The Archean primary formations were formed by flysch like, terrigenous, terrigenous - carbonaceous sediments of mixed composition, less siliceous and carbonaceous. In some regions the upper parts of sections contained salt-bearing sediments of residual basins. The Archean stage is characterized by the absence or weak display of volcanism (Middle Asia, the Urals, Altai-Sajany region etc.). It differs the folded areas from shields where the volcanic activity was intensive and breaks in sedimentation existed. In the Archean areas of removal of the folded areas the Pre-Archean "basaltic" layer was disrupted.

The initial deposits of the Lower Proterozoic were represented by the rhythmic thin-laminated argillaceous, siliceous and carbonaceous sediments which accumulated at the expense of destruction of areal crusts of weathering of the Archean crystalline rocks. The composition, lithologic peculiarities allow to characterize the Lower Proterozoic complex as protoplatform formation which contains the great quantity of biogenic substance.

The sedimentation of the Early Proterozoic greatly differs from the Archean one. The composition, textures and the other peculiarities make possible to represent the process of sedimentation to be slower than in Archean without rewashings and redepositions, greater depth of basins, the bottom of which was not reached by swells and near-surface currents. In benthic horizons of basins the oxide medium predominated and bitumens precipitated ore substance.

БЕЛКОВА Л.Н., ОГНЕВ В.Н., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт им.А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ), г.Ленинград, СССР

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ЭВОЛЮЦИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В АРХЕЕ И РАННЕМ ПРОТЕРОЗОЕ СКЛАДЧАТЫХ ОБЛАСТЕЙ

Архейское осадконакопление в складчатых областях происходило в мелководных условиях открытых морей. Первичные формации архея были сложены флишными терригенными, терригенно-карбонатными смешанного состава осадками, меньше кремнистыми и карбонатными. В некоторых районах верхние части разрезов содержали соленосные осадки остаточных бассейнов. Для архейского этапа характерно отсут-

ствие или слабое проявление вулканизма (Средняя Азия, Урал, Алтай-Саянская область и др.), что отличает складчатые области от щитов, где вулканическая деятельность была интенсивной, существовали пере-рывы в осадконакоплении. В областях сноса архея складчатых обла-стей разрушался доархейский "базальтовый" слой.

Исходные отложения нижнего протерозоя были представлены рит-мичными тонкослоистыми глинистыми, кремнистыми и карбонатными осад-ками, накопившимися за счет разрушения площадных кор выветривания архейских кристаллических пород. Этот комплекс отличается выдер-жанностью литологического состава, большими мощностями, соизмеримы-ми с археем, повышенным содержанием органического вещества по срав-нению с архейским, что позволяет характеризовать нижнепротерозой-ский комплекс как протоплатформенную формацию глинистых осадков с подчиненной ей кремнистой и карбонатной субформациями, содержащими значительное количество биогенного вещества.

Осадконакопление раннего протерозоя резко отличалось от архей-ского. Состав, текстуры и другие особенности позволяют представить процесс осадконакопления более медленным, чем в архее, без переме-вов и переотложений, большую глубину бассейнов, до дна которых не достигали волнения и приповерхностные течения. В придонных горизон-тах бассейнов господствовала закисная среда и битумная часть органи-ки осаждала вместе с собой рудные вещества.

BENNETT, VICTORIA C., G.LANG FARMER, BRUCE K.NELSON, DONALD J.De  
PAOLO, Department of Earth and Space Sciences,UCLA,Los Angeles, USA

#### THE IDENTIFICATION OF PRECAMBRIAN BASEMENT TERRANES IN THE WESTERN UNITED STATES USING Sm-Nd ISOTOPIC CHARACTERISTICS

Nd isotopic characteristics can be used to delineate large-scale crustal age provinces, thereby constraining the timing of major continental accretionary events, and, in conjunction with other types of data, facilitate continental reconstruction, the determi-nation of the age of Precambrian rifting events, and the identifi-cation of more recent large-scale strike-slip faults. In a study of the Precambrian rocks of the southwestern U.S., an area where the basement rocks are of limited exposure due to Phanerozoic sedi-mentation and Mesozoic and Tertiary granitic plutonism, we have measured the Sm-Nd isotopic composition of middle Proterozoic gneissic rocks and of late Proterozoic anorogenic granitic rocks. On the basis of distinctive Sm-Nd model ages ( $T_{DM}$ ), we have identi-fied four age provinces: (1) eastern Arizona (EA), characterized by  $T_{DM}=1.7-1.8$  b.y. (Measured  $\epsilon Nd=-14.6$  to  $-17.5$ ); (2) northern Arizo-na, southern Utah, and southern Nevada (AUN), with  $T_{DM}=1.8-1.9$  b.y.

( $\epsilon_{\text{Nd}} = -16.7$  to  $-26.1$ ); (3) Wyoming and Idaho province (WI), with  $T_{\text{DM}} = 2.8$  b.y. ( $\epsilon_{\text{Nd}} = -30$ ); and (4) a previously unknown 2.0-2.3 b.y.  $T_{\text{DM}}$  province in eastern California and western Nevada (CN), ( $\epsilon_{\text{Nd}} = -19.5$  to  $-24.1$ ).  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  values range from 0.705 to 0.904 and are not well correlated with  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  isotopic compositions owing to Sr mobility. The initial Nd values of strongly peraluminous (crustally derived) Mesozoic and Tertiary granitic rocks also reflect the isotopic distinctiveness of these terranes; the rocks display narrow ranges of initial  $\epsilon_{\text{Nd}}$ , with average values of  $-19$  in CN,  $-12$  in EA, and  $-30$  in WI. It has not yet been determined if the CN (2.0-2.3 b.y.  $T_{\text{DM}}$ ) province results from the mixing of Archean crust with middle Proterozoic crust, or whether it represents a separate orogenic event. This terrane may also be correlative with the Penokean province of the north-eastern U.S. The age and geometry of the eastern California province suggest that this segment has been displaced  $\pm 500$  km sinistrally from the north.

BERNASCONI A., BP Mineracao Ltd., Rio de Janeiro, Brazil

#### ARCHAEO METALLOGENESIS IN EASTERN BRAZIL, AND ITS RELATION TO VOLCANIC AND VOLCANO-SEDIMENTARY PROCESSES

The Archaean mineralization of Brazil is subdivided in two major types viz., mineralization found in stable areas (cratons) and mineralization associated with mobile zones.

The former type contains the bulk of the economically important concentrations and is exclusively associated with greenstone belt lithologies. However, only two varieties are presently known, gold and manganese mineralization while the base metal-massive to disseminated sulphide deposits are virtually absent. The greenstone belt-associated mineralization can be further subdivided in two different types viz., a stratiform syngenetic type intimately associated with the enclosing lithologies, and a structurally controlled epigenetic type related to hydrothermal solutions. Within the first type are the gold deposits of the Nova Lima Group in the Iron Quadrangle. The manganese ore of the Conselheiro Lafaiete district is also considered to be a syngenetic type. The epigenetic type is best exemplified by the gold occurrences of the Itapicuru belt.

A conspicuous mineral paucity is apparent within the mobile belts, however, subeconomic copper concentrations are known within the mafic to ultramafic bodies of the Curaca River Valley.

Particular attention is given to the most important mineral occurrences of each of the mineralized districts, including a detailed description of the gold mines of the Iron Quadrangle which shows excellent geological and geochemical evidence for their syngenetic exhal-



tive volcano-sedimentary origin, the gold ore bodies of the "Faixa Weber" in the Mafic Metavolcanic Unit of the Rio Itapicuru belt of epigenetic origin, and other less economically important gold occurrences such as those present in the Crixas belt.

The study of the manganese and copper occurrences of the Barbacena and the Curaca River Valley district respectively, is treated with special consideration since these occurrences seem to represent an unusual type of Archaean mineralization.

BERTRAND-SARFATI, J. et le Groupe Français, France

#### LES METHODES STRATIGRAPHIQUES ET LEUR APPLICATION AUX SEDIMENTS DU PROTEROZOIQUE

Les sédiments du Protérozoïque ne sont plus désormais considérés comme azoïques, cependant ils demeurent difficiles à interpréter en termes stratigraphiques. Les premières données géochronologiques furent chaudement applaudies car elles devaient résoudre tous les problèmes stratigraphiques existant encore. Pourtant les sédiments ne peuvent pas être datés directement, excepté par la méthode d'analyse isotopique Rb/Sr sur les argiles. Même ainsi les datations isotopiques ne peuvent en aucun cas être le seul moyen de construire une stratigraphie du Protérozoïque. Quelles autres méthodes d'investigation existe-t-il? Ce sont deux grands groupes que l'on oppose généralement: des méthodes stratigraphiques géologiques, traditionnelles et des méthodes physiques plus facilement quantifiables.

La première des méthodes géologiques est l'analyse sédimentologique du bassin. Le décor est alors planté pour une méthode qui va permettre de donner des éléments de datation: la paléontologie. Au Protérozoïque, stromatolites et microfossiles sont reconnus comme potentiellement utilisables pour la stratigraphie. Ces méthodes fournissent des données géologiques sur la durée, la succession, l'évolution.

Les méthodes physiques: géochronologie, géochimie, paléomagnétisme, permettent de caler des événements: diagenèse des arailles marqueurs géochimiques, inversions du champ magnétique ou variation des pôles, qui sont autant de jalons dont la succession permet de dresser une échelle stratigraphique.

Ces méthodes ont une certaine "hiérarchie" la méthode première étant bien sur la lithostratigraphie. Toutes ne s'appliquent pas aux mêmes objets, elles paraissent donc complémentaires. Pourtant les divers spécialistes ont une fâcheuse tendance à prôner l'excellence de leur méthode et à dénigrer les autres méthodes. Il semble pourtant que, dans une série sédimentaire connue par sa lithologie et sa

sédimentologie, l'application conjointe de toutes les méthodes possibles d'investigation ne puisse être que bénéfique: 1) par l'accumulation des éléments de comparaison avec d'autres séries; 2) par l'accumulation de données propres à chaque méthode et ne pouvant que renforcer l'état des connaissances dans ce domaine; 3) par la possibilité de tester et de critiquer chaque méthode et notamment son mode d'application. Ainsi peut-on accroître les chances de voir naître un jour "une" stratigraphie du Protérozoïque.

BEURLEN H., University of Pernambuco/Recife, Brazil  
SCHEELITE BEARING "TACTITES" FORMED BY CA-AL-ENRICHMENT ON AMPHIBOLITES IN THE SERIDÓ TUNGSTEN PROVINCE - NE-BRAZIL

Petrographic observations in several scheelite deposits of NE-Brazil indicate that "tactites" - the local designation for all calcsilicate rocks - were formed by replacement of amphibolites successively by: 1- diopside + plagioclase; 2- vesuvianite + garnet; 3- epidote + tremolite + quartz + calcite + chlorite. In the Brejuí Mine, trace elements indicate that the amphibolites that enclose the scheeliferous "tactites" are orthoderivated. Petrochemical investigation on the scheelite bearing cumingtonites, phlogopite-schists and mylonites in the Carnaubinha Mine also supports an orthoderivated origin. In the Malhada Limpa prospect amphibolites partially replaced by scheeliferous "tactites" show preserved diabasic textures. In all occurrences investigated, at least two phases of scheelite were distinguished: the first one crystallized during the pre or early metamorphic stage, while the other/phase(s) was formed by recrystallization during the later tectonometamorphic events. The spatial coincidence of the mineralization with orthoderivated rocks in the deposits above, the petrographical similarities with dozens of other occurrences, the stratabound character of all scheelite mineralizations of the Seridó Province, the absence of related granites and the presence of talcum, asbestos, barite and gold prospects in the same lithostratigraphic unit, indicate that a volcanosedimentary tungsten contribution in the Seridó Province as a potentially important metallogenetic event can no longer be discarded.

BOGDANOV Yu.B., All-Union Institute of Geology, Leningrad;  
VOINOV A.S., Leningrad State University, Geology Department,  
Leningrad, USSR

#### THE VOLCANISM EVOLUTION OF THE EARLY PRE-CAMBRIAN GREENSTONE BELTS OF THE EASTERN PART OF THE BALTIC SHIELD

Three epochs of the greenstone belts formation - Early and Late Archean and Early Proterozoic - are distinguished in the Early Pre-

Cambrian history of the geologic evolution of the region. They are subdivided into 4 types according to peculiarities of volcanism and position in the tectonic structure.

The first type belts lay in the lithoplint joint zone and are found in the Early Archean only. They are characterized by intensive evolution of the basic and ultrabasic volcanism.

The second type belts are timed to the limits of megablocks being the regions of the early stabilisation. The basic volcanism with the growing role of the mean volcanites from the Early Archean to the Proterozoic is typical of them; the center volcanism migration to the side of stable megablocks is seen.

The third type belts are drawn towards the regions of elevations and is distinguished by the basic volcanite evolution in combination with the acid effusive rocks of sodium series. It is found in the Archean only.

The fourth type belts are connected with the megablocks regional parts. In the Early and Late Archean they are characterized by basic and ultrabasic volcanism in combination with sodium series acid effusion. The association of the basic and potassic acid volcanites appears in the Early Proterozoic and features resembling rifthogenic structures are revealed.

Thus the greenstone belts formation takes place in the Early Archean; the greenstone belts reach their maximum development in the Upper Archean, their disappearance and evolutionary replacement by rifthogenic structures are observed in the Early Proterozoic. The volcanism evolutionary character determines the metallogenic peculiarities of the greenstone belts.

БОГДАНОВ Ю.Б., Всесоюзный геологический институт, г. Ленинград;  
ВОИНОВ А.С., Ленинградский государственный университет, геолфак, г. Ленинград, СССР

#### ЭВОЛЮЦИЯ ВУЛКАНИЗМА ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ РАННЕГО ДОКЕМБРИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

В истории геологического развития региона в раннем докембрии выделяются три эпохи формирования зеленокаменных поясов - ранне- и позднеархейская и раннепротерозойская. По особенностям вулканизма и положению в тектонической структуре они подразделяются на четыре типа. Пояса первого типа закладываются в зоне сочленения литоплинтов и установлены только в раннем архее, характеризуются интенсивным развитием основного и ультраосновного вулканизма.

Пояса второго типа приурочены к границам мегаблоков, представляющих собой области ранней стабилизации. Для них типичен основной вулка-



низм с возрастанием роли средних вулканитов от раннего архея к раннему протерозою; отмечается во времени миграция центров вулканизма в сторону стабильных блоков.

Третий тип поясов тяготеет к областям поднятий и отличается развитием основных вулканитов в сочетании с кислыми эффузивами натрового ряда, установлен он только в архее.

Пояса четвертого типа связаны с краевыми частями мегаблоков. В раннем и позднем архее они характеризуются основным и ультраосновным вулканизмом в сочетании с кислыми эффузивами натрового ряда, в раннем протерозое в них возникает ассоциация основных и калиевых кислых вулканитов и проявляются черты сходства с рифтогенными структурами. Таким образом, в раннем архее происходит заложение зеленокаменных поясов, в верхнем архее они достигают максимального развития, в раннем протерозое наблюдается их отмирание и эволюционная смена рифтоподобными структурами. Эволюционный характер вулканизма определяет металлогенические особенности зеленокаменных поясов.

BOGDANOV Yu.V., BILIBINA T.V., TEREENTIEV V.M., FEOKTISTOV V.P.,  
A.P.Karpinsky All-Union Research Geological Institute (VSEGEI),  
Leningrad, USSR

#### EVOLUTION OF THE PRECAMBRIAN ORE-BEARING STRUCTURES IN THE SOUTH OF SIBERIAN PLATFORM AND SOME GENERAL PROBLEMS OF PRECAMBRIAN METALLOGENY

Metallogenic specialization of the Precambrian geologic structures in the south of Siberian platform results from complex combination of the Archean and Early Proterozoic pro- and protogeosynclinal, paleoriftogenic and protoorogenic, riphean geosynclinal and protoplatform structural-formational units (SPU) with Phanerozoic platform, activated, and riftogenic SPU.

Four major geoblocks (Aldan, Olenok-Stanovoy, Baikal, Angara-Lena) differing in vertical series of SPU and being responsible for regional paleotectonic zoning of certain geochronologic stages were distinguished with respect to deep structure peculiar features. Each of the above geoblocks corresponds to metallogenic province.

According to major ore element associations the provinces distinguished are relatively specialized in iron, copper, rare metals (Olenok-Stanovoy), gold, polymetals, muscovite (Baikal), iron, gold, apatite, phlogopite, rock crystal (Aldan), potash salts (Angara-Lena). Ore formation within each province differed in the intensity of ore-generating processes. The Late Archean, Early and Late Proterozoic were the most productive epochs encompassing the major iron, copper, lead-zinc, rare metal, muscovite, apatite, asbestos, and other mineral resources. Ore-generating processes of these epochs were domina-

ted by sedimentogenesis, associated with volcanism within certain blocks, and metamorphism.

The Mesozoic epoch was important in formation of coal, gold, and rare metal deposits.

БОГДАНОВ Ю.В., БИЛИБИНА Т.В., ТЕРЕНТЬЕВ В.М., ФЕОКТИСТОВ В.П., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ), г. Ленинград, СССР

## ЭВОЛЮЦИЯ РУДОНОСНЫХ ДОКЕМБРИЙСКИХ СТРУКТУР ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И НЕКОТОРЫЕ ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛОГЕНИИ ДОКЕМБРИЯ

Металлогеническая специализация докембрийских геологических структур юга Сибирской платформы определяется сложным сочетанием архейских и раннепротерозойских про- и протогеосинклинальных, палеорифтогенных и протоорогенных, рифейских геосинклинальных и протоплатформенных структурно-формационных комплексов (СФК) с фанерозойскими платформенными, активизационными и рифтогенными СФК.

По особенностям глубинного строения выделяются четыре крупных геоблока (Алданский, Олекмо-Становой, Байкальский, Ангара-Ленский), отличающиеся друг от друга вертикальными рядами СФК и определяющие региональную палеотектоническую зональность для отдельных геохронологических этапов. Каждый из выделенных геоблоков отвечает металлогенической провинции.

По ассоциациям главнейших рудных элементов выделенные провинции относительно специализированы на железо, медь, редкие металлы (Олекмо-Становая, золото, полиметаллы, мусковит (Байкальская), железо, золото, апатит, флогопит, горный хрусталь (Алданская), калийные соли (Ангара-Ленская).

Рудообразование в пределах каждой металлогенической провинции протекало с различной интенсивностью рудогенерирующих процессов. Наиболее **продуктивными являются позднеархейская, ранне- и позднепротерозойская эпохи, с которыми связаны основные ресурсы железных, медных, свинцово-цинковых, редкометалльных руд, мусковита, апатита, асбеста и других видов полезных ископаемых.** В эти эпохи ведущими рудогенерирующими процессами были седиментогенез, ассоциирующий в отдельных блоках с вулканизмом, и метаморфизм.

Важную роль в формировании месторождений каменного угля, золота, редких металлов имела мезозойская эпоха.

GRANITE-GREENSTONE AND GRANULITE-GNEISS TERRAINS -  
- THE HETEROGENEITIES OF THE EAST-EUROPEAN PLATFORM ARCHAEOAN LITHOSPHERE

The heterogeneities of the archaean lithosphere are the evidence of the geodynamic distinctions and the substrate lateral changes of the Earth ancient layers. At the same time they are a primary cause of the modern structural and material differentiation of the East-European platform crust. Such largest heterogeneities coexisting during all documented crust development history are 1) granite-greenstone terrains drawn as two gigantic oval-like forms in its center and - 2) granulite-gneiss terrains surrounding them.

Each of them has its own original features of the composition, framework and formation which determine their geophysical display, crust deep section and structural drawing of the upper crust. The interlocation of these terrains somewhat complicated in the platform stage makes the structure originality of the East-European platform basement as a whole.

The most convincing proof of the fact that they reflect the archaean lithosphere heterogeneity according to its composition, thickness, heat and fluid flow intensity lies in the formation differences of the archaean sediment-volcanic sequences and their position. Rarity of komatiites in the archaean granulite sequences, the great thickness of metasediments and the stability of sequences on vast areas distinguish the granulite-gneiss terrains from the granite-greenstone terrains. The latter are characterized by a spatial isolation, an individuality of greenstone belts, an important role of ultramafic and mafic volcanics, a small amount sediments and their lower maturity. Granulite-gneiss terrains are in many cases a self-developing structures of the archaean lithosphere rather than the deep level of granite-greenstone terrains.

БОГДАНОВА С.В., Геологический институт АН СССР, г.Москва, СССР

ГРАНИТНО-ЗЕЛЕНОКАМЕННЫЕ И ГРАНУЛИТО-ГНЕЙСОВЫЕ ОБЛАСТИ -  
НЕОДНОРОДНОСТИ АРХЕЙСКОЙ ЛИТОСФЕРЫ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Неоднородности архейской литосферы являются свидетельством различий геодинамических обстановок и латерального изменения вещества древнейших оболочек Земли. Они же являются и первопричиной современной структурной и вещественной дифференциации земной коры Вос-



точно-Европейской платформы. Самые крупные такие неоднородности, сосуществующие в течение всей документированной истории формирования земной коры платформы, - 1) гранитно-зеленокаменные области, оконтуренные в виде двух гигантских овалоподобных форм в ее центре, и 2) окаймляющие их гранулитогнейсовые области.

Каждая из них имеет свои неповторимые черты состава, строения и развития, определившие особенности их геофизического выражения, глубинного разреза земной коры, характер структурного рисунка ее верхней части. Взаиморасположение этих областей, несколько осложненное в платформенный этап, создает своеобразие структуры фундамента Восточно-Европейской платформы в целом.

Наиболее убедительные доказательства того, что они отражают гетерогенность архейской литосферы по ее составу и мощности, по интенсивности тепло- и флюидопотоков, находятся в формационных различиях архейских осадочно-вулканогенных разрезов и условий их залегания. Редкость коматиитов в составе гранулитовых архейских толщ, большая мощность метаосадков и устойчивость разрезов на обширных площадях отличают гранулитогнейсовые области от гранитно-зеленокаменных. Последним свойственны пространственная обособленность, индивидуальность зеленокаменных поясов, большая роль ультраосновных и основных вулканитов, ограниченность осадочного компонента, его меньшая зрелость. Гранулитогнейсовые области - во многих случаях самостоятельно развивающиеся структуры архейской литосферы, а не глубинный срез гранитно-зеленокаменных областей.

BOIKO V.L., LADIEVA V.D., STULCHIKOV V.A., SEMENENKO N.P., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Ukraine Academy of Sciences, Kiev, USSR

#### SEDIMENTARY-VOLCANOGENIC FORMATIONS AND GENESIS OF THE EARLY PRECAMBRIAN EARTH CRUST

Metamorphic series in the Ukrainian Shield dated 3500-1700 m.y. consist of rhythmic sedimentary-volcanogenic formations. These formations include acid, intermediate, basic and ultrabasic volcanogenic rocks and iron-chert chemogenic assemblages which alternate regularly in the Early Precambrian belts.

Ultrabasic formations were related to the faults which have appeared during the initial stage of mobile zone development.

Siderophile elements and reduction fluids are the specific features of ultrabasic formation geochemistry. Chemogenic iron-chert formations and pyrite deposits formed owing to oxidation-reduction po-

tential change during volcanic activity fall and underwater hydrothermal process expansion.

Composition similarity of the Early Precambrian volcanogenic series could be related to an original product of volcanic differentiation: pyrolysis of basic (basalt) composition.

Differentiation of sialic and simatic parts was a main trend of granite crust formation in Early Precambrian. Deep-formed fluids, dissipation of hydrogen and hydrocarbon, water and carbon dioxide influenced this process.

БОЙКО В.Л., ЛАДИЕВА В.Д., СТУЛЬЧИКОВ В.А., СЕМЕНЕНКО Н.П., Институт геохимии и физики минералов Академии наук УССР, г. Киев, СССР

#### ОСАДОЧНО-ВУЛКАНОГЕННЫЕ ФОРМАЦИИ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ В РАННЕМ ДОКЕМБРИИ

На Украинском щите метаморфические толщи с возрастом 3500-1700 млн. лет сложены ритмичными осадочно-вулканогенными сериями дифференцированных вулканических продуктов, представленных кислыми, средними, основными и ультраосновными вулканогенными, а также железисто-кремнистыми хемогенными формациями, закономерно чередующимися в строении раннедокембрийских поясов. Образование ультрабазитовых формаций связано с расколами, происходившими во время начальных этапов формирования подвижных зон.

Геохимическая специализация ультрабазитовых формаций характеризуется преобладанием сидерофильных элементов и флюидов восстановительного типа. В периоды затухания вулканической деятельности, когда развивались подводные гидротермальные вулканические процессы, в результате изменения окислительно-восстановительного потенциала образовывались ритмичные хемогенные железисто-кремнистые и колчеданные отложения.

Наблюдаемое сходство составов вулканогенных толщ раннего докембрия, видимо, связано с исходным продуктом вулканической дифференциации - глубинным пиролитом основного (базальтового) состава. Дифференциация на сиалические и симатические продукты представляет собой направленный процесс образования гранитной коры, который проходил под воздействием глубинных флюидов, выноса водорода, углеводородов и вторичных флюидов - воды и углекислоты.

BOZHKO N.A., Moscow State University, Geological Department, USSR

#### THE EVOLUTION OF MOBILE ZONES OF GONDWANALAND AND LAURASIA IN UPPER PRECAMBRIAN

In Upper Precambrian within Gondwanaland the rift-like, intracratonic meridional geosyncline systems of monocyclic evolution, mainly

ensialic (Kibarides, Brasilides, etc.) rarely ensimatic (Hoggarides, Araxides, etc.) were typical. They had been closed completely up to the end of Precambrian or earlier. It is only the belts of the margins of Gondwanaland (Pre-Thetys and Pre-Pacific) proved to be polycyclic and continued to be active during Phanerozoic. Upper Precambrian zones of Laurasia are similar with them by the style of tectonic evolution. They were also developed into the large belts of Caledonides, Hercynides, Mesozoides. Only single intracratonic systems had been closed in Upper Precambrian (Yenisei, Kryazh, some folded system of Kazakhstan), the ensialic systems being practically absent. It is typical, that the main epoch of ophiolite formation in Laurasia (Vend-Cambrian) corresponds to panafrican, panbrasilian, etc. episodes of folding in Gondwanaland. It means, that in global scale, the extension and compression occurred simultaneously. The tectono-thermal reworking of Vend-Cambrian which took place on enormous areas of Gondwanaland, was practically absent within Laurasia. These distinctions in Upper Precambrian tectonic evolution of Laurasia and Gondwanaland reflect apparently the general asymmetry of north and south segments of Earth.

БОЖКО Н.А., Московский государственный университет, геологический факультет, СССР

#### РАЗВИТИЕ ПОДВИЖНЫХ ЗОН ГОНДВАНЫ И ЛАВРАЗИИ В ПОЗДНЕМ ДОКЕМБРИИ

Для позднего докембрия Гондваны весьма характерны меридиональные рифтоподобные интракратонные геосинклинальные системы моноциклического развития, преимущественно энсиалические (Кибариды, Бразилиды и др.), реже энсиматические (Хоггарида, Араксиды и др.), полностью замкнувшиеся в конце докембрия - раннем палеозое или ранее. Лишь пояса, обрамлявшие Гондвану (Пра-Тетис и Пра-Пацифик), оказались полициклическими и продолжали активно развиваться в фанерозое. По стилю развития с ними сходны позднедокембрийские зоны Лавразии, которые развились в крупные пояса каледонид, герцинид, мезозойд. Лишь единичные интракратонные системы замкнулись в докембрии по типу гондванских (Енисейский Кряж, некоторые системы Казахстана), при этом энсиалические системы практически отсутствовали. Характерно, что основная эпоха офиолитообразования в Лавразии (венд-кембрий) соответствует анафриканской, панбразильской и др. складчатостям Гондваны, т.е. в глобальном масштабе сжатие и растяжение происходили одновременно. В позднем докембрии на территории Лавразии практически отсутствовала тектоно-термальная переработка венда-раннего палеозоя, охватившая огромные пространства Гондваны. Различия в эволюции позднедокембрийских подвижных зон отражают, по видимому, общую диссиметрию южного и северного сегментов Земли.



PRECAMBRIAN GEOLOGY AND METALLOGENY OF NORTHEAST BRAZIL

The northeast of Brazil exhibit complex geologic framework, positioned between two cratonic nuclei. This large region ( $\approx 450,000 \text{ km}^2$ ) is composed of a mosaic of folding systems, proximal ("limestone troughs") and distal ("terrigenous troughs") types and interior massifs of reworked high grade terranes. These massifs, polygonal shaped, have most of their boundaries defined by deep faults, and such faults played an important role in the final structuration of all region. The massifs are fragments of the Early Proterozoic/Archean basement, and the folding systems had their evolution along Proterozoic times, with an epilogue of molassic basins in the Cambrian and Ordovician periods.

Typical for the Archean-Early Proterozoic terrains are minor and ubiquitous chromite, asbestos, talc, gold and Fe-Ti-V occurrences. The sequences of the Late Proterozoic folding systems bear important metamorphic deposits of magnesite, volcanosedimentary Cu and large reserves of marble, but special mention has to be made to the Serido Scheelite Province with some hundreds polyphasic, calcsilicate hosted W-mineralizations, Be-Ta-Li-Sn-pegmatite swarms and minor Ba, asbestos, talc and gold prospects. Episienites with over 150,000 t  $\text{U}_3\text{O}_8$  and minor Barite-fluorite-sulfide-quartz veins cut preferentially but not only the Archean massifs. Iron formations occur in both, basement and folding systems.

BURKE K., Lunar and Planetary Institute, 3303 NASA Road I Houston, Texas, USA

WAS THE EARTH VERY DIFFERENT 4 GA AGO?

Processes taking place before the formation of the earliest terrestrial rocks "earth-forming processes" include: accretion, core-formation, near-homogenization of the mantle (consequent on core-formation), formation of an atmosphere and hydrosphere and perhaps also post-core formation Lunar fission. These processes operated on time-scales of 1 or  $2 \times 10^8$  years so that by 4.3 Ga the earth was a core in size and composition similar to today's; a rather homogeneous mantle; an aqueous ocean and an atmosphere whose composition was probably dominated by  $\text{CO}_2$  and  $\text{N}_2$ . Tectonically the earth 4 Ga ago appears to have been remarkably like today's earth. Differences were that: 1) it was subjected to an intense, though rapidly declining, meteoritic flux which can be estimated from the

lunar impact flux; 2) it was hotter both because of the occurrence of more heat-generating nuclides and because of heat generated in accretion and core formation.

Evidence from the earth and its moon (and perhaps also Mars and Venus) indicates that a major way in which the mantle loses (and from early time has lost) heat is by partial melting to form basalt. Early terrestrial crust is likely to have included large quantities of basalt formed by partial melting of shallow mantle. As now part of this basalt is likely to have been hydrated at eruption. When returned to the mantle by convection the hydrated material can be inferred to have become involved in the production of low density and esitic rocks. Thus, the fundamental tectonic processes of basalt eruption and hydration ("ocean floor forming processes") and production of calc-alkaline rocks ("arc and continent forming processes") seem likely to have dominated early tectonics as they do today. Although isotopic evidence from old rocks indicates early production of highly fractionated rocks from the mantle, there is also evidence of early recycling that was more efficient than today's.

BURYAK V.A., Far East Research Institute of Mineral Resources, Ministry of Geology of the USSR, Khabarovsk, USSR

#### THE SIGNIFICANCE OF SEDIMENTATIONAL ENVIRONMENT AND METAMORPHISM IN THE FORMATION OF GOLD MINERALIZATION OF PRECAMBRIAN CARBONACEOUS STRATA OF SIBERIA AND THE FAR EAST

About 5 thousand chemical analyses of rock and more than 3 thousand clarkes of gold were classified. The conditions of rock formation, syngenetic and new-formed mineralization, component migration during lithogenesis, metamorphism and granitization, the conditions of ore localization are characterized. The main theses.

Composition and paleofacial environment of accumulation of metalliferous carbonaceous metaaleuroshales although insignificantly but differ from similar but non-metalliferous rocks, including those containing and not containing Corg. The main thing is that they are less calcareous ( $\text{CaO}$  0.58-1.06%) with higher Na content and they were formed under more reduction conditions:  $\text{Ca:Mo}$  0.3-0.6 (in non-metalliferous 0.6-0.8),  $\text{FeO:Fe}_2\text{O}_3$  2.3-1.6 (in non-metalliferous 1.2-1.4) and  $\text{Na:K}$  0.44-0.60 (in non-metalliferous 0.38-0.40), Corg. 0.5-6%.

Mineralization depends on rock composition, in silicic differences ( $\text{SiO}_2 > 61\%$ ) it is mainly quartz-veined and veinlet low-sulfide, in less siliceous and as a rule in more sulfide-bearing it is veinlet-impregnated quartz-sulfide. The leading role in sediment specialization is played by volcanogenic-sedimentary and hydrothermal-sedimen-

tary processes, within miogeosynclines including. Redistribution and localization of ore-genetic components (Au, Ag, S, As, Sb, Hg, etc) occurs many times beginning from sediment lithification up to high-temperature metamorphism, granitization and intrusive magmatism. Redistribution is most active: 1) under lithification conditions at the expense of decomposition and desorption of Corg. and clay minerals with transition of Cl, B, Au and other metals into high-concentrated mud and pore solutions, transformed into ore-forming metamorphogenetic carbonaceous sodium chloride ones and 2) under granitization conditions and accompanying regressive metamorphism at the expense of mass decomposition of dark-colored silicates, oxides and sulfides. Mineralization genesis is metamorphogenic-hydrothermal, ore-localizing ruptures and schist-formation zones are the zones of lower pressure and release of metamorphogenetic hydrotherms. Intrusive magmatism where it is developed plays a role of additional activation factor.

БУРЯК В.А., Дальневосточный институт минерального сырья Мингео СССР, г. Хабаровск, СССР

#### РОЛЬ УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И МЕТАМОРФИЗМА В ФОРМИРОВАНИИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ДОКЕМЕРИЙСКИХ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ТОЛЩ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Систематизировано более 5000 химических анализов пород и более 3000 кларковых определений золота. Характеризуются условия образования пород, сингенетичная и новообразованная минерализация, миграция компонентов при литогенезе, метаморфизме и гранитизации, условия локализации руд.

Рудоносные углеродсодержащие метаалевросланцы хотя и незначительно, но отличаются по составу и палеофациальным условиям накопления от подобных, но нерудоносных пород, в том числе содержащих и не содержащих  $C_{org}$ . Главное — они менее известковистые ( $CaO$  0,58–1,06 %), с более высоким содержанием  $Na$  и формировались в более восстановительных условиях: отношения  $Ca:Mg$  0,3–0,6 (в нерудоносных 0,6–0,8),  $FeO:Fe_2O_3$  2,3–1,6 (в нерудоносных 1,2–1,4) и  $Na:K$  0,44–0,60 (в нерудоносных 0,38–0,40),  $C_{org}$  0,5–6 %.

Минерализация зависит от состава пород: в кремнекислых разностях ( $SiO_2$  61 %) она преимущественно кварцевожильная и прожилковая мало-сульфидная в менее кремнистых и, как правило, в более сульфидоносных прожилково-вкрапленная кварцево-сульфидная. Решающую роль в специализации осадков играют вулканогенно-осадочные и гидротермально-осадочные процессы, в том числе в пределах миогеоинклиналей.

Перераспределение и локализация рудогенных компонентов (Au, Ag, S, As, Sb, Hg и др.) происходят многократно начиная с этапа литифика-



ции осадков и кончая высокотемпературным метаморфизмом, гранитизацией и интрузивным магматизмом. Наиболее активно перераспределение: 1) в условиях литификации за счет разложения и десорбции Сорг. и глинистых минералов с переходом  $Si$ ,  $B$ ,  $Al$  и других металлов в высококонцентрированные иловые и поровые растворы, трансформируемые в рудообразующие метаморфогенные углекислые хлоридно-натриевые и 2) в условиях гранитизации и сопутствующего регрессивного метаморфизма за счет массового разложения темнокрасных силикатов, окислов и сульфидов. Генезис оруденения – метаморфогенно-гидротермальный; рудолокализирующие разрывы и зоны рассланцевания – зоны пониженного давления и разгрузки метаморфогенных гидротерм. Интрузивный магматизм, там где он развит, играет роль дополнительного активизирующего фактора.

CABY Renaud, Centre Géologique et Géophysique, U.S.T.L., Montpellier, France

#### UPPER PRECAMBRIAN FOLD BELTS AND PLATE TECTONICS : SOME EXAMPLES FROM NORTH-AFRICA SAUDI ARABIA AND BRAZIL

Orogenic belts of Upper Precambrian age are in many regards similar to Phanerozoic belts (i.e. the Caledono-Hercynian belt of western Europe) and favour an interpretation in terms of Plate Tectonics. In west Africa, the pan-African belt (600 Ma) is separated from the west African craton, stable since 2000 Ma, by a NS suture zone defined on geophysical (string of positive gravimetric anomalies) and geological grounds (dissimilarity of the two paleocontinental margins, paired metamorphic belts, foreland nappes, etc...). More than 1500 km wide, it extends from central Sahara (Algeria) to the Benin Gulf and its prolongation to the South is tentatively recognised in the Paraguay-Araguay belt of Brazil east of the Amazonian Craton.

**Preorogenic development.** Though the older rock units deposited either upon shelf areas or in subsiding basins floored by old continental crust are predominant in the belt, the younger terranes include volcanoclastic and plutono-volcanic assemblages with petrological and geochemical characteristics of modern calc-alkaline rocks generated in a subduction environment. In Hoggar (Algeria) they are younger than 800 and 700 Ma and are floored either by the 2000 Ma old sialic basement or by older volcanoclastic units younger than 1000 Ma which are preserved in narrow orogenic belts 850 and 750 Ma old. In North-east Africa, most of the volcanoclastic and plutono-volcanic assemblages interpreted as island-arc systems, are also bracketed between 1000 and 600 Ma. An island-arc assemblage is also preserved in northern Mali along the pan-African suture, whereas allochthonous mafic massifs present in front of the Dahomeyan belt (Togo-Benin) may represent their metamorphic mafic root. Allochthonous mafic-ultramafic rocks with all characteristics of ophiolites are only known from South Morocco and Egypt (with ophiolitic melanges). Most of the other occurrences of mafic-ultramafic rocks (i.e. Saudi Arabia) however display characteristics of differentiated intrusive bodies. Some of them have been previously interpreted as typical ophiolites mainly on petrological and geochemical grounds, but field geology may ask the question of "autochthonous ophiolites", diapirs and asthenoliths since mantle-type peridotites are also present. Thus the "basification" of continental areas later incorporated within the pan-African belt is regarded as a fundamental and specific geodynamic process at work between 900 and 700 Ma in north Africa.

**Structures.** Large scale horizontal movements and crustal thickening generated by continent-continent collision are evidenced by syn-metamorphic isoclinal folding, flat-lying foliation, both syn and post-metamorphic crystalline nappes in north-west Africa. P/T regimes were broadly similar to those of the Phanerozoic, with an early barrovian type metamorphism including eclogitic rocks and grading to high-pressure granulites at depths, frequently followed by lower pressure conditions, anatexis and granite generation. The scarcity of allochthonous ophiolites is re-

garded as due to the deep erosion level, but it is noteworthy that rock assemblages formed in a cordilleran environment are mostly of upper greenschist facies / grade only. Late vertical shearzones of strikeslip type belong to a shield scale strike-slip system trending NS. Rectilinear and many thousand km long, they extend into Brazil and are regarded as lithospheric fractures. In contrast, a rather simple structural style with upright folding, vertical shearzones and associated metamorphism mostly of upper greenschist facies grade prevailed in most of north-east Africa and Saudi Arabia together with repeated plutonism of primitive character. It suggests oblique and passive stacking of island arc systems along active continental margin assemblages without significant shortening nor crustal thickening.

CABY Renaud and LEBLANC Marc, Centre Géologique et Géophysique, Univ. Sciences Techniques Languedoc, Montpellier, France

#### MAFIC - ULTRAMAFIC COMPLEXES AND OPHIOLITES OF UPPER PROTEROZOIC AGE IN NORTH WEST AND NORTH EAST AFRICA

The Pan-African domain of northern Africa and Arabia contains both allochthonous and autochthonous mafic-ultramafic complexes (900-600 Ma) :

I - Obducted ophiolites are found along strongly folded belts with large scale horizontal movements (Morocco, Egypt). Ophiolitic melanges have been reported from Egypt and Western Saudi Arabia.

II - "Autochthonous ophiolites" of Central Saudi Arabia are located along N-S belts up to 10 km wide among island-arc assemblages weakly folded. Intrusive high temperature contacts of peridotites and gabbros in sediments and lavas have been observed in the Nuqrah area. Those complexes are interpreted as rooted linear bodies emplaced along lithospheric faults and with "asthenoliths" since mantle peridotites are also present.

III - Sills and laccoliths in shelf type sedimentary cover on sialic basement (Western Hoggar) comprise mafic and ultramafic rocks and develop a contact thermal metamorphism. The largest complexes, including deformed lherzolites and harzburgites, are probably connected with deep seated magma chambers. They invade large portions of the cover resulting in "oceanized" domains.

IV - Intrusive complexes in the root of island arc assemblages are located along the Pan-African suture from Togo to Mali. They include gabbro-diorites with minor ultramafic cumulates and their high grade metamorphic equivalents (mafic granulites, eclogites) generated during the Pan-African continental collision (800-700 Ma).

CADY, WALLACE, M., US Geological Survey, Denver, Colorado, USA

#### GEOTECTONIC EVOLUTION FROM ARCHEAN TERRAINS

The rocks in Archean terrains were possibly too ductile and subject to body forces, as opposed to surface forces, to have taken part in as much plate-tectonic activity such as is quite evident in Phanerozoic terrains. This evidence of plate tectonic processes is most abundant in the more brittle as opposed to ductile rocks that have evolved during the Proterozoic and Phanerozoic, during which times plate tectonism appears to have emerged. A significant problem in some Archean terrains concerns the way in which eugeoclinal and miogeoclinal rock assemblages have been juxtaposed. Interfingering of these two assemblages in Archean terrains is commonly interpreted in terms of Phanerozoic plate tectonics, with the implication that eugeoclinal and miogeoclinal rocks are structurally mixed. However, stratigraphic interfingering, such as is common in Phanerozoic and probably also in Proterozoic terrains, can explain the intercalations of eugeoclinal

metabasalt, metagraywacke, and slate with miogeoclinal marble and quartzite, in Archean terrains. This interpretation must be seriously considered in the absence of clear evidence of tectonic juxtaposition. Thus, uniformitarian and actualistic conclusions regarding Archean tectonics, based on the quite clear evidence of plate tectonism in younger terrains, most notably those of the late Phanerozoic, are not warranted at the present stage of our knowledge of the Archean.

JOHN CAMPSIE, JAMES E. RICH, Ocean study group, Borgergade 34, 2th, DK-1300 Copenhagen K, Denmark, JANET E. JONES, Nordita, Blegdamsvej 17, DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark, G. LEONARD JOHNSON, Department of the Navy, Office of Naval Research, Arlington, Virginia, USA

#### VOLCANIC- AND LIFE PROCESSES

Recent interpretations suggest that the abiogenic synthesis of complex organic molecules, protocells and living organisms could occur in active volcanic-hydrothermal systems on earth-like stellar satellites. The selective absorption of amino acids by hydrous mineral phases commonly occurring in such systems could result in distinctly non-racemic mixtures which distinguish terrestrial organic matter.

On earth the most probable sites for the abiogenic synthesis of life would be the ubiquitous submarine volcanic-hydrothermal rift systems. Of these, youthful growing rifts appear to offer the greatest potential for driving life processes through the generation of instabilities associated with dissipative-type structures arising from mantle perturbations and the initiation of flow into the newly forming accretion axis. If episodes of rifting and early crustal accretion, and the evolution, proliferation and extinction of species can be thought of as synergetic processes it could have profound implications.

CARVALHO, HEITOR DE, Inst. Inv. Cient. Tropical (Centro de Geologia), Lisboa, Portugal

#### A RE-ASSESSMENT OF THE PRECAMERIAN STRATIGRAPHY OF ANGOLA

The Precambrian of Angola is divided by the author in 57 geological units which were previously lumped together in the heterogeneous "Basement Complex" "Oendolongo System" and "Undated Precambrian rocks". The time has come to discard the use of these terms applied to all ancient rocks and to recognise the separate units for what they are. The proposed new Precambrian Stratigraphy of Angola is based on isotopic age determinations carried out mainly at the Geochronology Laboratory of the Clermont-Ferrand University (France) taking into account the field relationships between the different geological units.



The Precambrian geological units of Angola are grouped into the following distinct episodes: Archean I (> c. 3500 m.y.); Archean II (< c. 3500 -> c. 2900 m.y.); Archean III (< c. 2900 -> c. 2500 m.y.); Proterozoic I (< c. 2500 -> c. 2150 m.y.); Proterozoic II (< c. 2150 -> c. 1750 m.y.); Proterozoic III (< c. 1750 -> c. 1100 m.y.) and Proterozoic IV (> c. 570 m.y.).

The Precambrian rocks of Angola comprising a number of discernible units some of them having been involved in four distinct orogenic episodes: Limpopo-Liberrian ( $2700 \pm 200$  m.y.); Eburnean ( $2000 \pm 200$  m.y.); Kibarian ( $1100 \pm 200$  m.y.) and Pan-African ( $600 \pm 200$  m.y.).

Finally, the geological units are correlated to similar units in neighbouring territories. This has allowed clarification of some controversial aspects and interpretation of Rb/Sr isotopic age determinations as resulting of post events such as rehomogenization, cataclasis and recrystallization during the Eburnean orogenic cycle which was deeply affected the Precambrian rocks of Angola.

CHEN JINBIAO, Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources,  
Tianjin, China

#### TECTONOFACIES OF THE PROTEROZOIC SEDIMENTATION

According to the tectonic environment the sequences of the Proterozoic (c. 2500-600 Ma) may roughly classified into two major groups: 1) Intracratonic sequences, include the types of (1) Intracratonic mobile belt: turbidite, BIF, tholeiite, medium to acidic volcanics, granodiorite and granite intrusions, unconformities within the sequence greenschist to amphibolite facies in metamorphism. After orogeny the sedimentation of the miogeocline or platform is developed along one side or on the axis of the trough. (2) Rift zone and/or aulacogen: conglomerate, arkosic sandstones in continental facies, shales and shelf carbonates, with or volcanics, plus or minus turbidite, evaporites. These sequences can be distinguished into some subtypes based on that whether the volcanics exist and the affinity of magma. (3) Epeirogenetic subsidence: normal platform deposition, in some cases plateau basalt, dyke swarm following the intrabasinal and/or its surrounding fractures. 2) Sequences of the continental margins, include (1) Passive margin: typically miogeoclinal sediments, usually shelf carbonates predominant, shales and siltstones deposited in low energy environment, volcanic activities weakly, unmetamorphosed or slightly metamorphosed. (2) Active margin: This succession resembles Phanerozoic eugeosyncline such as the mafic, ultramafic magmatism and spillitekeratophyre accumulation, turbidite and clistostrome association etc. metamorphosed and strong folding.

CHENG YUQI and XU HUIFEN, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, China

#### CERTAIN CHARACTERISTICS OF THE PRECAMBRIAN MINERALOGENESIS IN CHINA

Minerogenetic characteristics of the Early Precambrian, i.e. Archean and Early Proterozoic, of China are quite different from those of the Late Precambrian.

Early Precambrian mineral deposits are found almost exclusively in the North China Platform (19 by) and the Late Precambrian, occur mainly in the Yangzi Platform (8.5 by) and the North China Platform.

Iron (Anshan-type), Cu-(Pb-S), Au, graphite and corundum deposits of the metamorpho-minerogenetic series association (Cheng et al., 1983) and pegmatite deposits are found in the granulite or amphibolite facies Archean and the metamorpho-minerogenetic iron (Anshan-type), Cu, Cu-Pb-Zn, B-Fe-(U), Co-S, U, apatite, magnesite-talc and kyanite deposits and magmato-minerogenetic Cu-Ni, Au and muscovite-(Be) deposits in the amphibolite or greenschist facies Lower Proterozoic.

Late Precambrian deposits are characterized by those of the sedimento-minerogenetic series, including Fe, Fe-Tr, Fe-(Mn), Cu-(Fe), Pb-Zn, Mn, magnesite and phosphate, supplemented by magmato-minerogenetic Cu-Ni and Fe-(Sn) and metamorpho-minerogenetic apatite deposits.

The metamorpho-minerogenetic deposits are in the main of "strata-bound" nature. Hence the nature of the deposits are closely related to that of the lithological type and the geological setting of the host-rocks.

Certain metamorpho-minerogenetic or sedimento-minerogenetic deposits are characteristic of certain geological periods, such as the Anshan-type iron in the Early Precambrian, magnesite in Early or Late Proterozoic, Fe-TR deposits in Middle Proterozoic, the beginning of widespread deposition of rock phosphate towards the end of Proterozoic, thus reflecting in a way some characteristics of the evolution of the Crust.

CHERNOMORSKY M.A., A.P.Karpinsky All-Union Research Geological Institute (VSEGEI), Leningrad, USSR

#### GENETIC TYPIZATION OF PRE-CAMBRIAN GRANITE-GNEISS DOMES

Granite-gneiss dome-shaped structures are resulted from combined effect of petrogenetic (ultrametamorphism, granitization,

ancient volcanism) and structural-tectonic factors (shifts of base blocks, joint deformation of cores and margins), of different strength, these factors are interrelated. These domes being heterogeneous and polygenetic structures, are characterized by a long term mass and structural evolution, mechanisms of their formation are varied, frequently they were subject to joint effects of various mechanisms. According their genetic properties they are subdivided into three types, differing in geological features (the type of granitization, degree of structural autonomy of cores, magmatic manifestation, and the like).

1. Diapiric domes and diapiroids related to the existence gravity /density inhomogeneity in the Earth's crust and ascending movement of granitizing components and slight rheomorphized deep crustal material characterized by paraautochthonous and/or allochthonous granitoids in central parts of the cores locally with metamorphic zonality along margins.
2. Blocky-dome structures resulted from the emergence of basement blocks and combined deformation (though not always of the same intensity) of rocks in granitized block-cores and margins (autochthonous granitoids randomly distributed within the cores, a certain degree of structural autonomy of cores and etc.).
3. Protovolcanic dome-shaped basement bulgex, found by V.V.Donskich and V.I.Vasilieva on Kola Peninsula in 1982 (relics of volcanic-tectonic structure, sub-volcanic granites, and the like). The above dome-shaped types are characterized by a complex poly-deformational structures i.e. brachianticlines of secondary generation (antiforms).

The established heterogenous "pure" types of granite gneiss domes in nature owing to joint effect of various processes may be polygenetic in nature and so sometimes cannot be inambiguously interpreted. Thus, certain stages of dome development seem to depend on levels of the crustal sections erosion.

ЧЕРНОМОРСКИЙ М.А., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт им.А.П.Карпинского (ВСГЕИ), г.Ленинград, СССР

#### ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ДОКЕМБРИЙСКИХ ГРАНИТО-ГНЕЙСОВЫХ КУПОЛОВ

Гранито-гнейсовые куполовидные структуры образуются в результате суммарного воздействия петрогенетических (ультраметаморфизм, гранитизация, древнейший вулканизм) и структурно-тектонических (перемещение блоков фундамента, совместная деформация ядер и обрамления) факторов, действующих с различной интенсивностью и в тесной взаимосвязи. Будучи гетерогенными и полигенетическими со-



оружениями, они характеризуются длительной вещественно-структурной эволюцией со сменой или тем или иным сочетанием механизмов формирования. По своим генетическим особенностям они разделяются на три типа, отличающихся рядом геологических признаков (характер гранитизации, степень структурной автономности ядер, проявления магматизма и т.п.).

1. Диapiroвые купола и диапириды, связанные с возникновением в земной коре гравитационно-плотностных неоднородностей и с продвижением кверху гранитизирующих компонентов и облепченного реоморфизованного материала глубинных зон земной коры (признаки: параавтохтонные и (или) аллохтонные гранитоиды в центральных частях ядер, иногда метаморфическая зональность в обрамлении и пр.).

2. Блоково-купольные структуры, обусловленные воздыманием блоков фундамента и проявившейся в разной мере совместной деформацией пород гранитизированных ядер-блоков и обрамления (автохтонные гранитоиды, расположенные бессистемно в пределах ядер, известная степень структурной автономности ядер и т.д.).

3. Протовулканические куполовидные поднятия фундамента, выделенные В.В.Донских и В.И.Васильевой на Кольском полуострове в 1982 (реликты вулcano-тектонических построек, субвулканические граниты и пр.). Для всех перечисленных типов куполовидных структур характерно сложное полидеформационное строение, т.е. это брахи-антиклиналы вторичных генераций (антиформы).

Выделенные разнородные "чистые" типы гранито-гнейсовых куполов в природе благодаря суммарному воздействию различных процессов могут приобретать полигенетическую сущность и не всегда поддаются однозначному истолкованию. При этом отдельные стадии развития куполов находятся в известной зависимости от уровней срезов земной коры.

CLOUD PRESTON, Department of Geological Sciences, University of California, Santa Barbara, California, USA

#### THE CRYPTOZOIC BIOSPHERE: ITS DIVERSITY AND GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

Once life appeared on Earth nothing at or near its surface could ever be quite the same. A complex set of feedbacks among life, air, water, and sedimentary crust thereafter regulated the evolution of all. The oldest unequivocal and surely syngenetic fossils are those of the Gunflint microbiota, about  $2 \times 10^9$  years old, a prime benchmark in the history of life. Evidence at lesser levels of confidence, however, suggests that a simple biosphere was already present at the time of the oldest known sedimentary rocks.

Among the many interactions between evolving biosphere and its phy-

sical milieu, the role of uncombined  $O_2$  is paramount. At first the ancestral hydrosphere and atmosphere lacked other than trivial and transient free  $O_2$ , generated by photolysis but quickly consumed in sinks of reduced substances. Only after these sinks were neutralized would  $O_2$  begin to accumulate as a function of kinetic lag between sources and new sinks.

Progressive aspects of the evolving Cryptozoic biosphere were the origins of life, procaryotic autotrophy, oxygen-releasing photosynthesis, the microaerophilic habit, and the eucaryotic cell. The appearance of Metazoa about  $670 \times 10^6$  years ago initiated Phanerozoic and Paleozoic history. These events are reflected in lithospheric evolution. Together they suggest a trend for the growth of atmospheric oxygen and its rough stabilization near present levels following about  $400 \times 10^6$  years ago.

CROWELL, JOHN C., Dept. Geological Sciences, Univ. California, Santa Barbara, California, USA

#### LATE PRECAMBRIAN GLACIATIONS IN THE WESTERN UNITED STATES

Strata recording imprints of continental glaciations during latest Precambrian times occur in three major regions of the western cordillera of the United States. The beds are metamorphosed to at least the greenschist facies and are involved in major Phanerozoic thrusting and deformation. In southeastern Idaho the Pocatello Formation contains massive diamictite with rare striated clasts, laminated argillites, quartzites, and volcanic and volcanoclastic rocks. In northwestern Utah the Mineral Fork Formation and related units, locally lying upon glacial pavements, include diamictite, thin-bedded quartzite, and other lithologies interpreted as deposited in elongate valleys, perhaps fjords, reaching seaward from glaciated highlands. In southeastern California, in the Death Valley region, the Kingston Peak Formation also includes diamictites, rare striated stones, thin-bedded sequences with drop-stones, interbedded within a thick section of fine- and coarse-grained clastics, including carbonates. Nearby mountain glaciers are viewed as contributing debris to irregular basins. The age of the Proterozoic glaciations is poorly constrained. Correlation with distant isotopically dated localities suggests that the beds are younger than 900 m.y. Younger parts range up into stratal sections conformable with Cambrian beds far above. Useful paleomagnetic data from these metamorphosed glaciogenic strata have not been obtained.

DePAOLO, DONALD J., Dept. of Earth and Space Sciences, UCLA, California, U S A

#### ISOTOPIC CONSTRAINTS ON THE MAGNITUDE OF CRUSTAL RECYCLING IN THE ARCHEAN AND POST ARCHEAN

The origin and mass of the early Archean crust is uncertain to the extent that the fraction of that crust that was subsequently destroyed and returned to the mantle is unknown. Recently reported Nd, Sr, Pb, and He isotopic data strongly suggest that recycled continental crust is an important constituent of the modern upper mantle. These data establish the presence of returned continental materials in the mantle, but do not constrain the long-term average rates of return. However, initial Nd and Hf isotopic compositions of modern and ancient mantle-derived rocks show that the divergence of the mantle  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  and  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$  ratios from the chondritic ratios over the past 2 b.y. has been much less than would be expected based on the Sm/Nd and Lu/Hf ratios of the mantle source of mid-ocean ridge basalt. The most likely cause of this discrepancy is also the recycling of continental crust; mantle plumes are inadequate. The

required rate of return of continents to the mantle, calculated from a simple transport model, is  $0.3 \pm 0.15$  continental masses per billion years ( $\approx 2.3 \pm 1.0 \text{ km}^3/\text{year}$ ). The result implies that the mass of the continents has been roughly constant in post-Archean time, and that recycled crust is a very important constituent of the mantle, as argued by Armstrong (1981). A layered (permanently-compartmentalized) mantle structure is required to account for the mantle trace-element pattern and primitive Helium associated with hotspots. The large recycling rates in post-Archean time suggest even faster recycling in the Archean, and thus that the mass of the continents in the Archean could have been equal to, or greater than, the mass of the present continents. The nature of the recycling process may be an important consideration in understanding the origin of early Archean grey gneisses.

DIMROTH, ERICH, Sciences de la Terre, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Québec, Canada

#### ABITIBI BELT: A LATE ARCHEAN (2.76A) ISLAND ARC

The Archean Abitibi Belt is subdivided into an internal (north) and external (south) zone and is accompanied to the south by the metasedimentary Bellecombe Belt. The volcanic sequence in the external zone evolved as a 15 km thick submarine lava plain composed of komatiitic and tholeiitic lava flows overlain by localized central volcanic complexes up to 15 km thick, cored by small synvolcanic plutons. The komatiitic lava plain also forms the base of the sequence in the adjoining Bellecombe Belt. This is overlain by turbidites that form a sedimentary apron to the volcanic chain from which they are derived. During the last stage of the evolution of the central volcanic complexes, the volcanic chain was uplifted along a growth fault, and its debris was shed southward.

The early evolution of the internal zone is less well known. Komatiitic lavas are rare or absent, whereas synvolcanic plutons are much more voluminous. Fault-bounded back-arc basins formed during the last stage of the evolution of the internal zone and are filled with the debris derived from emergent volcanic islands and synvolcanic plutons.

The terrain was folded during the Kenoran Orogeny, shortly after the deposition of the volcanic sequence. Major folds are controlled by the paleogeographic pattern, in particular by the growth faults and central volcanic complexes. Synkinematic diapirism disturbs the tectonic pattern of north-south shortening, particularly in the internal zone. The Bellecombe belt to the south, is characterized by southward verging recumbent folds, which suggests that a north-dipping subduction zone was present farther south.

DOL'NIK T.A., East Siberia Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Irkutsk, USSR

#### UPPER PRECAMBRIAN STRATIGRAPHY AND STROMATOLITES OF SAYAN-BAIKAL MOUNTAIN REGION

The Upper Precambrian of the region is subdivided into three Riphean phytoms and the Yudomian. The Lower Riphean deposits are proved by geological and radiometric data and have no fossils but rare stromatolites (*stratifera flexurata* Kom., some endemics) in Pribaikalie. The Middle and the Upper Riphean, and the Yudomian deposits are established in the region and correlated by means of geological and paleontological data (stromatolites, microphytolites and Yudomian microfossils). The Middle Riphean deposits are singled out in



most zones of the region. Their stromatolites are dominated by *Baicalia baicalica* Kryl., *B. valuchensis* Dol., *B. mariinica* Dol., *Conophyton garganicum* Kor., *Compactocollenia sarmensis* Kor., *Stratifera golostenella* Dol., which permit to correlate the Pribaikalie, Berezovo Depression, North Baikalian and Patom Highlands sequences. The precise positions of the Lower-Middle and Middle-Upper Riphean boundaries are disputable within the region. The Upper Riphean deposits are developed throughout the region, but are often represented by unfossiliferous clastics. Presence of a distinctive stromatolite assemblage (*Inzeria tchentcha* Dol., *Patomia ossica* Kryl., *Tinnia patomica* Dol., *T. punctata* Dol.) in the Patom Highland and Presayan'e proves the Upper Riphean age, and the correlation of the enclosing units of these widely separated areas. Yudomian deposits are wide-spread within the region and can be easily correlated to the type section (Uchur-Maya region). Yudomian stromatolites are dominated by *Boxonia allahjunica* Kom. et Semikh., *Columnnaefacta minuta* Dol., *Calleniella singularis* Kom., *Paniscollenia emergens* Kom., *Jurusania judomica* Kom. et Semikh., recorded from the Patom Highland, Berezovo Depression, Pribaikalie and Presayan'e. The Yudomian glauconite of the region yields the K-Ar age of 500-600 Ma.

ДОЛЬНИК Т.А., Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, г.Иркутск, СССР

#### СТРАТИГРАФИЯ И СТРОМАТОЛИТЫ ВЕРХНЕГО ДОКЕМБРИЯ САЯНО-БАЙКАЛЬСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

В разрезах региона выделяются 3 фитемы рифея и юдомий. Отложения нижнего рифея выделены по геологическим и радиологическим данным. Они лишены органических остатков. Только в Прибайкалье присутствуют строматолиты *Stratifera flexurata* Kom. и эндемичные столбчатые формы. Отложения остальных фитем рифея и юдомий выделяются и коррелируются по геологическим и палеонтологическим материалам (строматолиты, микрофитолиты, а в юдомии и микрофоссилии). Отложения среднего рифея выделяются в большинстве структурно-фациальных зон региона. Среди строматолитов этого подразделения наиболее распространены *Baicalia baicalica* Kryl., *B. valuchtenia* Dol., *B. mariinica* Dol., *Conophyton garganicus* Korol., *Compactocollenia sarmensis* Korol., *Stratifera goloustenella* Dol., которые позволяют коррелировать отложения Прибайкалья, Северо-Байкальского нагорья, Патомского нагорья и Березовского прогиба. Объем среднего рифея дискуссионен. Радиологические данные для него отсутствуют. Верхний рифей выделяется во всех структурно-фациальных зонах, но во многих он представлен терригенными толщами, лишенными органических остатков. В двух территориально-разобщенных зонах (Патомское нагорье и Присаянье) он

хорошо выделяется и коррелируется по строматолитам *Inzeria tchentscha* Dol., *Patomia ossica* Kryl., *Tinnia patomica* Dol., *T. punctata* Dol. Радиологические данные отсутствуют. Отложения юдомия распространены широко и хорошо коррелируются с разрезами стратотипической местности. Среди строматолитов этого подразделения наиболее распространены *Voxonia allachjunica* Kom. et Semikh., *Collumnaefacta minuta* Dol., *Colleniella singularis* Kom., *Paniscollenia emergens* Kom., *Jurusania judomica* Kom. et Semich., которые встречены в Патомском нагорье, Березовском прогибе, Прибайкалье и Присяянии. Для юдомия региона имеются радиологические данные по глаукониту от 500 до 600 млн. лет.

DONALDSON, ALLAN, Dept. Geol., Carleton University, Canada, and  
ERIKSSON, KENNETH, Dept. Geol. Sci., Virginia Tech., USA

#### BASINAL AND SHELF SEDIMENTATION IN RELATION TO THE ARCHEAN- PROTEROZOIC BOUNDARY

In most countries, the Archean-Proterozoic boundary has been designated as an unconformity between the oldest quartz arenites and a basement consisting of greenstone belts intruded by granitic rocks. The quartz arenites have been characterized as shallow-water shelf deposits, and sediments in the greenstone belts as resedimented basinal wackes of volcanogenic origin. Radiometric ages for rocks of the Canadian Shield led to initial designation of the Archean-Proterozoic boundary as thus defined at about 2.5 Ga. Subsequent age determinations have clearly established that a number of quartz arenites assigned to the Proterozoic are 2.7-3.0 Ga old (e.g. Witwatersrand and Pongola Supergroups of South Africa). To accommodate these old quartz arenites, some have suggested that the Archean-Proterozoic boundary should be divested of chronostratigraphic significance. However, quartz arenites also are abundant in 3.2-3.5 Ga greenstone belts and high-grade metamorphic terranes of South Africa and Western Australia. Likewise, large regions of basinal volcanogenic sediments occur in post-2.5 Ga terranes. We therefore recommend that the original chronostratigraphic sense be retained for the Archean-Proterozoic boundary. According to this analysis of the Precambrian record, shelf sediments have increased in abundance relative to basinal sediments through time, but at different rates in different areas. This change is attributed to progressive cratonization of shield areas, a process that was strongly diachronous on a worldwide scale.

## РЕГИОНАЛЬНАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА ДОКЕМБРИЯ МОНГОЛИИ

В составе докембрия Монголии выделены дорифейские (архейские и нижнепротерозойские), рифейские и вендские отложения. Докембрийские отложения пользуются широким площадным распространением на территории Монголии, особенно в северных и центральных ее районах. В Южной Монголии породы докембрия развиты ограниченно и выступают на поверхность в основном в ее юго-западной и юго-восточной частях. В региональной стратиграфической схеме докембрия Монголии выделяются следующие основные подразделения: барунтурунский, тэсский, хангильцигский комплексы, мурэнский, хутейнский, дархатский, доднурский, босхатский горизонты. Древнейшие архейские барунтурунский и тэсский комплексы, выделенные на структурно-петрологическом и радиогеохронологическом основании, представлены полидеформационными, нередко диафторированными серыми тоналитовыми и высокоглиноземистыми гнейсами, гранулитами и мигматитами. Они по своим особенностям состава и характеру метаморфизма подобны алданскому и шарьжалтайскому комплексам архея фундамента Сибирской платформы. Нижнепротерозойский хангильцигский комплекс характеризуется метаморфическими карбонатно-кварцито-терригенными отложениями. Дорифейские образования несогласно перекрываются рифейскими, иногда вендскими отложениями. На основе использования биостратиграфического метода установлена четырехчленная стратиграфическая схема верхнего протерозоя, аналогичная разработанной в Советском Союзе. Выделены нижний, средний, верхний рифей и венд. В отличие от дорифейских, рифейские и вендские отложения хорошо стратифицированы и во многих районах охарактеризованы органическими остатками — строматолитами, микрофитолитами и микрофоссилиями. К нижнему — среднему рифею относятся карбонатные отложения мурэнского и зеленосланцевая толща хутейнского горизонтов (3500—4000 м). Верхнерифейскому уровню соответствуют вулканогенно-терригенные отложения дархатского и карбонатные — доднурского стратиграфических горизонтов (1000—3000 м). Венд представлен разнофациальными по составу отложениями босхатского горизонта (1000—2500 м). Последний содержит пластовые фосфориты. Во многих структурно-фациальных зонах босхатский горизонт имеет тесную биостратиграфическую связь с породами нижнего кембрия.



DORFMAN Ya.Z., Institute of Mineral Resources, Dnepropetrovsk department, Dnepropetrovsk;  
RESHETNYAK V.V., Geological prospecting expedition of Krivoy Rog, Ministry of Geology of the Ukrainian SSR, USSR

#### OREBEARING OF THE OVERTHRUSTING AREA OF THE SAXAGANIAN STRUCTURE IN THE KRIVROY ROG BASIN

The Saxaganian syncline and anticline are the orebearing structures in the Krivoy Rog Basin. According to the new geological and geophysical data they are the blocks of the whole monocline in the Krivoy Rog graben-syncline and appeared as a result of the regional thrust (mass overthrust). The orebearing of the overthrusting (anticline) area of the structure was regarded as rather poor one. The similar formation and development both of the structures and ore-forming processes as well as the completed exploration works testify the opposite. Rich iron ores occurred in the fourth and fifth ferruginous horizons of the Saxaganian suite. Martitic, specularite-martitic and dispersed hematitic-martitic ores are distinguished according to the basic ore-forming mineral. In the mineral composition and epigenetic transformations they are analogical to the residual (relic) ores of the basic geological industrial type of the Saxaganian area. Magnetite, specular iron, microgranoblastic quartz and chlorite belong to the primary minerals, inherited from the original metamorphic ferruginous quartzites. Martite and dispersed hematite are pseudomorphic. Epigenetic sectional minerals are represented by cementitious quartz and carbonate, serpentine, talc and chlorite and others which fill in pores and cracks in ores. Ores altered epigenetically formed at the expense of primary magnetic ores which had appeared earlier as a result of quartz loss, that conditioned high porosity of ores. Relics of magnetite in martitic ores show to the dying out of the oxidation process in accord with the depth and to the possible revealing of the unoxidized ores of essentially magnetitic composition. Ore control factors available are favourable grounds for discovery of new deposits of rich ores in the overthrusting area of the Krivoy Rog structure.

ДОРФМАН Я.З., Ин-т минеральных ресурсов, Днепропетровское отделение, г. Днепропетровск ;РЕШЕТНЯК В.В., Криворожская геологоразведочная экспедиция Министерства геологии СССР, г. Кривой Рог, СССР

#### РУДОНОСНОСТЬ НАДВИГОВОЙ ЧАСТИ САКСАГАНСКОЙ СТРУКТУРЫ КРИВОРОЖСКОГО БАСЕЙНА

Рудоносными структурами в Кривбассе являются Саксаганская синклиналь и антиклиналь. По новым геолого-геофизическим данным они представля-

ют собой блоки единой моноклинали в системе Криворожской грабен-синклинали, возникшие в результате регионального надвига (шарьяжа). Рудоносность надвиговой (антиклинальной) части структуры считалась незначительной. Общность формирования, становления и развития как самих структур, так и рудообразующих процессов, а также выполненные поисковые работы свидетельствуют об обратном. Богатые железные руды встречены в четвертом и пятом железистых горизонтах саксаганской свиты. По главному рудообразующему минералу - гематиту-различаются мартитовые, железослюдак-мартитовые и дисперсногематит-мартитовые руды. По минеральному составу и эпигенетическим преобразованиям они аналогичны остаточным рудам основного геолго-промышленного типа Саксаганского района. К первичным минералам, унаследованным от исходных метаморфических железистых кварцитов, относятся магнетит, железная слюда, микрогранобластовый кварц и хлорит. Псевдоморфными являются мартит и дисперсный гематит. Эпигенетические секреционные минералы представлены цементационным кварцем и карбонатом, серпентином, тальком и хлоритом и другими, выполняющими поры и трещины в рудах. Эпигенетически измененные руды образовались за счет ранее сформировавшихся первичных существенно магнетитовых руд в результате выноса из них кварца, обусловившего высокую пористость руд. Реликты магнетита в мартитовых рудах указывают на затухание процесса окисления с глубиной и возможное выявление неокисленных руд существенно магнетитового состава. Имеющиеся рудоконтролирующие факторы являются благоприятными предпосылками обнаружения новых залежей богатых руд в надвиговой части Криворожской структуры.

EDWARDS, MARC B., Consulting Geologist, The Woodlands, Texas, USA

#### THE LATE PROTEROZOIC GLACIATION, FINNMARK, NORTH NORWAY

Lithofacies analysis of the lower part of the Vestertana Group, including the glacial Smalfjord Formation, interglacial marine Hyborg Formation, glacial Mortensnes Tillite, and post-glacial fluviodeltaic Lillevatn Member, indicates climatic, tectonic, eustatic and isostatic controls on sedimentation during regional glaciation.

Both glacial formations rest on glacially-scoured, regional angular unconformities, and consist of repeated vertical sequences of lodgement tillite overlain by glaciomarine laminated mudstones with dropstones. Each sequence formed during a glacial phase by the rapid retreat of a marine ice sheet. In addition, an initial phase of valley glaciation is locally preserved at the base of the Smalfjord Formation.

The interglacial and postglacial units both show evidence of eusta-

sy and local isostatic uplift. Regressive basin fills progress from relatively deep, quiet water, to shallow agitated conditions. However, in the Nyborg Formation the fill consists of turbidites, whereas in the Lillevatn Member it is mudstone. Similarly, the shallow water deposits of the former originated in a wave- and tide-dominated delta, and in the latter, on a coarse-grained alluvial plain.

Deposition occurred in a small basin, perhaps formed by enhanced glacial erosion of sediments adjacent to the Fennoscandian basement. Paleoflow data indicate that ice sheets entered the basin from both the south and north.

RASHAD M. EL BAYOUMI, Geol. Dept. Faculty of Science, Cairo University, EGYPT

#### OPHIOLITE-MELANGE COMPLEX OF WADI GHADIR AREA AND ITS IMPLICATION ON THE TECTONIC EVOLUTION OF THE EASTERN DESERT, EGYPT

Wadi Ghadir area located in the Eastern Desert between Latitudes 24 40'-24 50'N and Longitudes 34 40'-35 OE, represents a segment of an extensive Ophiolite-Melange complex, which occupy the majority of the Eastern Desert and the Arabo-Nubian Shield. Wadi Ghadir Ophiolites is of great importance to the tectonic history of the Eastern Desert, as it is one of the best preserved Pre-cambrian exposures anywhere in the world. The Ophiolite sequence consists (from bottom to top) of tectonized peridotites (mostly dismembered and incorporated in the melange body), gabbro complex (layered gabbro, massive and pegmatitic gabbro), sheeted dykes (diabasic with asymmetric chilled margins), and pillow basalts (intercalated with the overlying deep-sea sediments).

The melange body is composed of a variety of variably-sized obducted native and exotic fragments floating in a pervasively deformed matrix. The components of the melange body is both depositionally and tectonically mixed, with successive increase in metamorphism and deformation from east to west. The melange body is differentiated into proximal and distal facies, and is tectonically dissected into sheets overthrusting each other.

The tectonic history of the area and the surroundings is interpreted as follows: Due to an Andean orogeny, the oceanic crust (to the east) was subducted under the consumed continental margin (to the west). The Ophiolite-Melange was formed in an accretionary prism as a part of a destructive plate margin. With subsequent conversion, the Ophiolite and associated melange were obducted on the eastern part of African continental margin, inducing further deformation on the pre-existing rocks. The subducted slab was then mixed



with the mantle material, then melted and fractionated into calc-alkaline and alkaline intrusive rocks.

EL SHAZLY E.M., Academy of Scientific Research and Technology,  
Cairo, Egypt

#### MINERALIZATIONS ASSOCIATES WITH UPPER PROTEROZOIC AND UPPER PROTEROZOIC-PHANEROZOIC EARTH CRUSTS IN NORTHEAST AFRICA AND SOUTHWEST ASIA

It has been postulated by the present author that the earth crust in Northeast Africa and Southwest Asia is distinguished into alternating old plates trending in a NNW-SSE direction, and each extending for some thousands of kilometers in length and a few hundreds of kilometers in width. Old plates normally encountered as highs with relatively thick crust, preserved the earth crust developed mainly during the Upper Proterozoic. The other set of alternating old plates, found as lows with thinner crust, developed by large scale transformation notably by alkali metasomatism of the Upper Proterozoic crust. The newly formed crust is constituted notably of post orogenic granites with rapakivi-like texture, granodiorites and gneisses with small to very huge relics of incompletely transformed Upper Proterozoic rock. Most of the Rb/Sr isotopic age determinations carried out on the granites indicate that their most likely isotopic age is 585 m.y. The mineral occurrences associated with the Upper Proterozoic crust in Northeast Africa and Southwest Asia are broadly correlated with those occurrences related to the newly formed crust at the Upper Proterozoic - Phanerozoic boundary. The former are multistage mineralizations widely spread in time and space. They include occurrences belonging to metamorphosed sedimentary, volcanogenic, metamorphogenic, magmatic segregation, pegmatitic and hydrothermal genesis. On the other hand the latter mineralizations are comparatively more restricted in time and space, and they are mainly of pegmatitic and hydrothermal genesis. The correlation is carried out considering the evolution of the earth crust during the Upper Proterozoic and the Upper Proterozoic-Phanerozoic boundary.

ELSTON, DONALD P., U S Geological Survey, Flagstaff, Arizona,  
USA

#### PALEOMAGNETIC POLAR PATH AND POLARITY ZONATION FROM MIDDLE PROTEROZOIC

Magnetostratigraphic sections have been developed from Middle Proterozoic strata of the western United States: Grand Canyon Supergroup and associated sills of northern Arizona; Apache Group, Troy Quartzite, and associated sills of central Arizona; the Uinta Mountain Group of Utah and Colorado; and the Belt Supergroup of Montana and Idaho. Polar paths and polarity zonations derived from these have

led to correlations among the sections studied. Detailed correlations of these sections with the Sibley Series and Keweenaw Supergroup of the Lake Superior region; with certain extrusive and intrusive rocks of the Canadian Shield; and with the Little Dal Group and intrusions of the Mackenzie Mountains Supergroup of the Northwest Territories of Canada also have emerged. These correlations have led to a composite polar path and polarity zonation, temporally controlled by selected isotopic ages (mainly U-Pb on zircon and some Rb-Sr ages). The time span covered extends from about 1400 m.y. to 800 m.y. ago.

The composite polar path is in an area that corresponds to much of the present Pacific Ocean. It is an irregular path that appears to represent changes in plate interactions. Additionally, infrequent intervals of multiple polarity reversals seem related to times of rapid apparent polar wandering, in part reflecting abrupt changes in paleolatitude. A long interval of reversed polarity found in the Missoula Group of the Belt Supergroup, and an interval of anomalous polarity reversals of middle Keweenaw age apparently found in the upper Unkar Group as well as in rocks of Lake Superior, hold promise for high-resolution intercontinental correlations. Such correlations would allow ages assigned to strata on other continents to be evaluated in light of the North American data set.

FEDOROVSKY V.S., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### GRANITE-GNEISS DOMES AND GREENSTONE BELTS: COMMON STRUCTURAL PARAGENESIS OF PRECAMBRIAN BAIKAL MOUNTAIN AREA

Granite-gneiss domes and greenstone belts constitute common geodynamic systems of the early Precambrian. The domes are often considered belonging to a specific tectonic class which forms disordered clusters of structures. In fact, there exist no such domes that can be considered separately from greenstone belts, structures of a linear type. The domes line the sides of greenstone belts.

In the Baikal mountain area, greenstone belts and associated granite gneiss domes form the framework of the early Precambrian structure. It consists of the zone of the Principal Belt (1200 km) and the adjacent zone of sedimentary shelf basins with buried early belts. The basement is formed by Archaean granulites. Formation of belts refers to the end of the Archaean or the beginning of the early Proterozoic.

Geodynamic model: a) greenstone belts emerge in the regime of rifting of the Archaean granulitic protocrust; riftogenesis, on the analogy with modern zones of the type, is considered resulting from the appearance of the anomalous mantle strata which generated intense heat and fluid flows; b) rifts (belts) are tectonically open systems with high heat flows, intense energy dissipation, which accounts for the weak metamorphism of the belts rocks; in the inter-rift zones, the infiltration of the reduced fluid through the "dry" granulites has caused its oxidation, liberation of heat energy (exothermic oxidation), rapid growth of partial pressure of water in

the fluid, and granulites granitization; c) the water-saturated shelf sequences that overlaid granulites screened the upflow of oxidized fluids, provided conditions for prolonged thermostatics and concentration of early Proterozoic granite-gneiss domes in the Archaean remetamorphosed basement.

Conclusion: greenstone belts and granite-gneiss domes have one origin which is of subcrustal, mantle nature.

ФЕДОРОВСКИЙ В.С., Геологический ин-т Академии наук СССР, г.Москва, СССР

## ГРАНИТО-ГНЕЙСОВЫЕ КУПОЛА И ЗЕЛЕНОКАМЕННЫЕ ПОЯСА - ЕДИНЫЙ СТРУКТУРНЫЙ ПАРАГЕНЕЗ ДОКЕМБРИЯ БАЙКАЛЬСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Гранито-гнейсовые купола и зеленокаменные пояса составляют единые геодинамические системы раннего докембрия. Нередко купола рассматривают как структуры особого тектонического класса, образующие неориентированные скопления. Но на самом деле куполов, которые развивались бы вне связи с зеленокаменными поясами (структурами линейного типа), нет. Купола трассируют борта зеленокаменных поясов.

В Байкальской горной области зеленокаменные пояса и ассоциирующие с ними гранито-гнейсовые купола образуют каркас структуры раннего докембрия. Здесь выделяются зона Главного зеленокаменного пояса (1200 км) и примыкающая к ней зона осадочных бассейнов шельфового типа с погребенными ранними поясами. Фундамент представлен архейскими гранулитам. Заложение поясов относится к концу архея или началу раннего протерозоя.

Геодинамическая модель: а)зеленокаменные пояса возникают в режиме рифтогенеза архейской гранулитовой протокры; рифтогенез по аналогии с современными зонами такого типа рассматривается как следствие появления слоев аномальной палеомантии, генерировавших интенсивный тепловой и флюидный потоки; б)рифты (пояса) - тектонически открытые системы с высокими скоростями теплопотерь, интенсивной диссипацией энергии, что объясняет слабый метаморфизм пород поясов; в межрифтовых зонах инфильтрация через "сухие" гранулиты восстановленного флюида сопровождалась его окислением, выделением тепловой энергии (экзотермический характер реакций окисления), быстрым возрастанием парциального давления воды во флюиде и гранитизацией гранулитов; в)водонасыщенные толщи шельфов, перекрывавшие гранулиты, экранировали подъем окисленных флюидов, обеспечивали условия длительного термостатирования и концентрацию раннепротерозойских гранито-гнейсовых куполов в архейском, повторно метаморфизованном фундаменте. Вывод: причина формирования зеленокаменных поясов и гранито-гнейсовых куполов едина и имеет подкоровую, мантийную природу.



FERRARA G., SACCHI R., ZANETTIN B., National Directorate for Geology Mozambique, Aquater, Italy

#### NEW DATA ON GEOLOGY AND PETROLOGY OF THE PRECAMBRIAN OF ZAMBESIA (MOZAMBIQUE)

A detailed (1:50,000) map was produced in the southernmost part of the Mozambique Belt over an area of 20,000 sq.km. Two tectonic-metamorphic events of "Lurian" (Kibarian) and pre-Lurian age were detected. In "Panafrikan" time only a thermal event appears to have taken place, prior to emplacement of granites and pegmatites; no important deformation occurred. Basic dykes were emplaced during the Mesozoic, probably tied to the opening of the Mozambique canal. Starting from the bottom, the stratigraphic sequence is the following: Zambesia Group (Mocuba Complex, Mamala and Cavarro Formations), Rio Molocue Group, Mugeba granulitic Complex, Muaquua blastomylonitic complex, granites. The Mocuba Complex, in amphibolite facies with an extended migmatization, probably referred to the prelurian cycle, was subsequently affected by a lurian metamorphic event of amphibolite grade. The dominating orogenic event (Lurian) has produced a mobile zone, the Namama thrust belt, and affected the following types of materials:

- 1) rocks of the crystalline basement (Mocuba Complex, presently polymetamorphic);
- 2) rocks belonging to a postorogenic sequence of the prelurian cycle (Mamala Formation), with a granitic composition i.s. and probably a rhyolitic and volcano-detritic origin (Cavarro F.);
- 3) cover-type rocks (Molocue Group, presently monometamorphic) formed by a sialic sequence (M. Inrepele and Rio Nipiodi Formations) and a phemic sequence (Morrua Complex).

The Namama thrust belt, with a NNW-SSW trend, divides the area into two sectors; and eastern one including the belt itself and its foot wall and the western one corresponding to its hanging wall. The eastern sector is formed by cover rocks and higher basement rocks (Rio Molocue Group, Mamala and Cavarro Formations). The western sector includes a minor extension of higher basement rocks and is characterized by a wide klippe of granulitic rocks. A blastomylonitic horizon is present at the base of the klippe. All metamorphic events were followed by a genesis of the granites.

FERRARA G., SACCHI R., TONARINI S., ZANETTIN B., National Directorate for Geology Mozambique, Aquater, Italy

#### RADIOMETRIC AGES AND GENESIS OF ZAMBESIA GRANITES

The stratigraphic sequence is the following: Zambesia Group (Mocuba

Complex, Mamala and Cavarro Formations), Rio Molocué Group, Mugeba Granulitic Complex, Muaquia blastomylonitic Complex, granites. All the metamorphic events, including the panafrican were followed by a genesis of granites.

The prelurian cycle granites and possibly the "earlies" granites of the lurian cycle are more or less foliated or lineated (pre and sintectonic granites), whereas the "lates" granites of the lurian cycle and the panafrican granites are underformed (post-tectonic granites relatively to the lurian event (Kibarian)).

The panafrican granites age is approximately  $491 \pm 27$  MY with an initial isotopic ratio of 0.7109, indicating their crustal origin. The isotopic data and chemical composition indicate that these granites derive only from a partial fusion of the Mocuba Complex Lithotypes.

The slightly-oriented granites, gradually passing to evolved migmatites, considered "lates" granites of the lurian event, since they originated after the lurian deformation, indicate an age of 1.167 MY, with an initial isotopic ration of  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.701 \pm 0.002$ . This suggests a subcrustal origin, with no significant material transport from the crust.

An age of 1099 MY was calculated for several granitoid samples passing to evolved migmatites and foliated granites, with an initial isotopic ratio of  $0.70272 \pm 0.00003$ , thus indicating material of subcrustal origin.

The K/Ar datings performed on various minerals, indicated a panafrican age, i.e. from approx. 450 MY to 410 MY. The muscovites and K-feldspars of a pegmatite gave an identical result.

FERRARA G., SACCHI R., TONARINI S., ZANETTIN B., National Directorate for Geology Mozambique, Aquater, Italy

#### RADIOMETRIC AGES OF THE MOZAMBIQUE BELT

The geological surveys and radiometric determination have pointed out the following stratigraphic sequence: Zambesia Group (Mocuba Complex, Mamala and Cavarro Formations), Rio Molocué Group, Mugeba granulitic Complex, Muaquia blastomylonitic Complex, granites. Two metamorphic cycles, prelurian and lurian (Kibarian), affect the study area. The ages obtained register only the lurian and panafrican events. An age of  $1.030 \pm 30$  MY was determined for the Mocuba Complex forming the polymetamorphic crystalline basement, with an initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  of  $0.7028 \pm 0.0001$ .

Assuming an isochemical metamorphism the initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratio which is very low for a polymetamorphic sequence, denotes that the prelurian event did not occur much before the lurian.

The Mamala Formation (and its associated Cavarro Formation) indicates an age of  $1003 \pm 14$  MY, with an initial  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ratio =  $0.7134 \pm 0.0025$  and a high Rb content. Thus, their emplacement cannot have occurred before 1050 MY. The Mamala and Cavarro Formations were deposited on the Mocuba Complex after the prelurian event and before deposition of the Rio Molocue Group metasedimentary cover. These formations and metasedimentary cover underwent a common evolution in the Lurian.

Age determination for the Rio Molocue Group resulted in  $950 \pm 39$  MY, with an initial isotopic ratio of  $0.7091 \pm 0.0001$ .

The feldspathic quartz granulites of the Mugeba Klippe gave an initial isotopic ratio of 0.707 and an age of 1150 MY, which could represent the metamorphic age of granulitic facies.

All the metamorphic events were followed by a genesis of the granites.

FURBER, F.M.W., University of Zimbabwe, Harare, Zimbabwe

#### SEDIMENTATION AND VOLCANISM IN A LATE ARCHEAN BASIN IN ZIMBABWE

The late Archean Shamva Group in the Mazowe Valley of Zimbabwe unconformably overlies a typical granite-greenstone terrane. The group has been deformed, metamorphosed to amphibolite facies and intruded by late Archean granodiorite plutons. Unit 1 of the Shamva Group comprises an upward-fining sequence of coarse conglomerates with volcanic and granitoid clasts, and volcanic-lithic arenites that display sedimentary structures and sequences indicative of deposition on an alluvial fan and braidplain. Intercalated with Unit 1 are subaerial pyroclastic flows of dacitic composition, reworked pyroclastic debris derived from local eruptions, and a mafic tuff of extrabasinal origin. Unit 1 passes laterally into Unit 2, which is composed of turbidites and resedimented conglomerates reminiscent of a submarine fan setting. No intervening shallow marine deposits have been preserved. Units 1 and 2 are overlain by deep-water turbidites. (Unit 3).

The Shamva Group is thought to have formed in an intra-cratonic setting following regional faulting. Subsequent volcanism and extensive downwarping resulted in deep-water sediments blanketing the earlier units.



GAAL G., Geol. Survey of Finland, SF-02150 Espoo I5, Finland  
TEIXEIRA J.B.G., Rio Doce Geologia e Mineracao S.A., Rua Guadala-  
jara Salvador, Brazil

#### METALLOGENY AND STRUCTURAL CONTROL OF GOLD IN THE BRAZILIAN SHIELD

Upper Archean greenstone belts in the eastern part of the Brazilian Shield host numerous gold mineralizations, the best known of them being deposits in the volcano-sedimentary Nova Lima group in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais State and in the Rio Itapicuru greenstone belt, Bahia State. Gold is mainly associated with mafic igneous rocks such as metabasalts, metadolerites and layered sills profoundly altered by carbonatization and silicification. It is concluded that gold was carried to crustal levels by tholeiitic and komatiitic magma along N-S striking deep fractures tapping partially melted upper mantle. The primary structural control is given by shear and fracture zones but gold is also concentrated by two or three successive phases of folding.

Gold contents of the Archean crust were later freed and redeposited by exogenic processes. During Early Proterozoic times deposits of the Witwaterstrand type were formed in alluvial quartz conglomerates at Jacobina, Bahia State. In later Proterozoic times gold precipitated in fine-grained epiclastic sediments of shallow basins either from water solutions or as colloidal complexes. The low-grade strata-bound mineralizations were concentrated in shear zones and by two successive phases of folding as seen in the gold deposit of Serra Pelada, Pará State and in numerous small occurrences in the Goiás State.

GALDOBINA, L.P.<sup>1</sup>, SCHIDLOWSKI M.<sup>2</sup>, MATZIGKEIT U.<sup>2</sup>, and SOKOLOV V.A.<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>Karelian Branch, Academy of Sciences USSR, Petrosavodsk, USSR; <sup>2</sup>Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz, F R G )

#### CARBON ISOTOPE INVESTIGATION OF LOWER PROTEROZOIC SHUNGITES FROM KARELIA

A reconnaissance isotope survey was carried out on some 30 samples of carbon-rich sediments ("shungites") systematically collected from well-defined stratigraphic horizons within the Lower Proterozoic suite of the Onega Basin (Karelia). The results constitute an important body of novel information on these carbonaceous rocks and will be discussed in the light of existing theories of shungite formation.

CARBON-BEARING FORMATIONS OF THE UKRAINIAN SHIELD AND THEIR ORE CONTENT

Carbon-bearing rocks are of wide occurrence among terrigene and terrigene-volcanic formations of the Ukrainian Shield Precambrian. They compose the Teterev, Bug, Ingulo-Ingulets, Krivoy Rog, Central-Azov series of Lower Proterozoic, Dniester-Bug of Archean and form bed-like bodies in complicated high-eroded synclines mainly of latitudinal strike. The Zavalevsk, Khashchevatsk, Kosharo-Alexandrovsk, Korsaksk, Central-Azov and other folds are better preserved. Graphite-bearing rocks are confined to limbs, less frequently to synclinal cores, and stretch along the strike for a few kilometres, the thickness being several hundred metres. Their maximum accumulation areas correspond to boundaries of geoblocks traced by deep fracture zones. The four main graphitebearing formational types are flyschoid, molassoid, terrigene, and siliceous-schistose-ferruginous, the terrigene type being the most productive. The main carbon-bearing mineral is graphite, less frequent - anthrocolite, they constitute various graphitebearing gneisses. Carbon is chiefly of biogenic origin, unevenly distributed, its content varies within 1-20%, 6.9% on the average. Formations of the green-schist and epidote-amphibolite facies of metamorphism are featured by dotted (fine-dispersed) and intergranular graphite forms (Krivoy Rog area); the amphibolite-intergranular (Azov area); granulite - coarse-scale and fissured (veined) segregations (Bug area). Graphite-bearing rock mass has an elevated concentration of molybdenum, tungsten, zinc, lead, copper, arsenic, precious and other metals. The most productive are carbonaceous rocks which experienced metasomatic and hydrothermal alteration within the zones of tectono-magmatic and tectono-metasomatic activation. In these zones there occurred mobilization of ore components, their concentration and formation of high-grade coarse-scale graphite ores and oxide-sulphide metallization. Graphite ore reserves predicted to the depth of 100 m and estimated to contain 100 mill. t of graphite make the Ukrainian Shield one of the largest graphite-bearing provinces of the world.

ГАЛЕЦКИЙ Л.С., БОЧАЙ Л.В., ПОЛЬСКОЙ Ф.Р., ТАРАНЮК М.Ф., Центральная тематическая экспедиция Министерства геологии УССР, г.Киев, СССР  
УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИЕ ФОРМАЦИИ УКРАИНСКОГО ЩИТА И ИХ РУДОНОСНОСТЬ

Углеродсодержащие породы широко распространены среди терригенных и терригенно-вулканогенных формаций докембрия Украинского щита. Они

входят в состав тетеревской, бугской, ингуло-ингулецкой, криворожской, центральноприазовской серий нижнего протерозоя, днестровско-бугской - архея и залегают в виде пластообразных тел в сложнопостроенных сильно эродированных синклиналях преимущественно широтного направления. Лучшее сохранились Завальевская, Хашеватская, Кошаро-Александровская, Корсакская, Центрально-Приазовская и др. складки. Графитоносные породы приурочены к крыльям, реже к ядрам синклиналей, вытянуты по простиранию до нескольких десятков километров при мощности до нескольких сотен метров. Площади их максимального накопления соответствуют границам геоблоков, фиксируемых зонами глубинных разломов. Выделяются четыре основных графитосодержащих формационных типа: флишеидный, моласоидный, терригенный и кремнисто-сланцево-железистый. Наиболее продуктивен терригенный тип. Основным минеральным носителем углерода является графит, реже - антрополит; они входят в состав различных графитоносных гнейсов. Углерод преимущественно биогенного происхождения распределен неравномерно, его содержание колеблется от 1 до 20%, в среднем 6,9%. Для образований зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций метаморфизма характерны точечная (тонкодисперсная) и межзерновая формы графита (Криворожье); амфиболитовой - межзерновая (Приазовье); гранулитовой - крупночешуйчатые и трещинные (прожилковые) выделения (Побужье). Графитоносные толщи характеризуются повышенными концентрациями молибдена, вольфрама, цинка, свинца, меди, мышьяка, благородных и других металлов. Наиболее продуктивны углеродистые образования, подвергшиеся метасоматическим и гидротермальным изменениям в пределах зон тектономагматической и тектоно-метасоматической активизации. В этих зонах происходила мобилизация рудных компонентов, их концентрация и образование богатых крупночешуйчатых графитовых руд и окисно-сульфидного оруденения. Прогнозные запасы графитовых руд Украинского щита до глубины 100 м оценены в 100 млн. т графита, что выдвигает его в число крупнейших графитоносных провинций мира.

GALETSKY L.S., KOLOSOVSKAYA V.A., Ministry of Geology of the Ukr SSR, Kiev; ILKEVICH G.I., MATRUNCHIK L.I., Geological Board of the Byelorussian SSR, Minsk; ERMAKOV Yu.N., KONONOV N.D., "Tsentrgeologia" Union, Moscow, USSR

#### CORRELATION OF STRUCTURES, GEOLOGICAL AND ORE FORMATIONS OF THE UKRAINIAN SHIELD, BYELORUSSIAN AND VORONEZH MASSIFES

Similarity is found in the main elements of the Precambrian geological structure and metallogeny of the regions separated by the Dnieper-Donets and Pripjat riftogenous depressions. The earliest formations of the Archean epoch are most homogeneous, bowings of the ancient basement are revealed to contain similar metabasite-granu-



litic and gneiss-granulitic structural-formational complexes composed of two-pyroxene gneiss, crystalline schist, kinzigite, khondalite iron ore-gneiss, charnockite-enderbite formations. Common structures in the Late Archean are granite-green schist bands, constituted by gneiss-amphibolite, metadacite-andesite - tholeiite, metacomatiite-tholeiite, jaspilite-metatholeiite, tonalite-plagiogranite-granodiorite formations. Typical of the Early Proterozoic epoch are linear geosynclinal systems, troughs, sutural structures featured by differentiation, zonality, lateral inhomogeneity and least comparability. The iron-silicon (jaspilite) and migmatite-granite formations are fundamental here. Late Proterozoic is characterized by similarity of formations, products of tectono-magmatic and tectono-metasomatic activation and riftingogenesis. Gabbro-anorthosite, granite-rapakivi, ultrabasic alkaline, trachybasalt-trachyandesite-trachyliparite, conglomerate-sandstone formations are typical too. Common features of the metallogeny are iron-ore, titanium, copper-nickel, copper-pyrite, apatite and rare-earth metallization. A single tectonic zoning of the territory was performed to identify 8 megablocks (Western-Byelorussian, Volyn-Central-Byelorussian, Podolsk-Belotserkovsk-Bryansk, Kirovograd-Desnyansk, Dnieper-Kursk, Priazov-Rossoshansk, Voronezh, Kalachsko-Ertlsk) and several through linear zones of fault (activation), several hundred km long. The largest basic common structure is the Osnitsa volcanoplutonic band composed of basalt-andesite-liparite and gabbrodiorite-granodiorite formations. The revealed structural and metallogenic peculiarities are reflected in the deep structure of the Earth's crust.

ГАЛЕЦКИЙ Л.С., КОЛОСОВСКАЯ В.А., Министерство геологии СССР, г.Киев;  
ИЛЬКЕВИЧ Г.И., МАТРУНЧИК Л.И., Управление геологии БССР, г.Минск;  
ЕРМАКОВ Ю.Н., КОНОНОВ Н.Д., Объединение "Центргеология", г.Москва,  
СССР

#### КОРРЕЛЯЦИЯ СТРУКТУР, ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И РУДНЫХ ФОРМАЦИЙ УКРАИНСКОГО ЩИТА, БЕЛОРУССКОГО И ВОРОНЕЖСКОГО МАССИВОВ

Установлено сходство основных элементов геологического строения и металлогении докембрия этих регионов, разделенных глубокими Днепровско-Донецкой и Припятской впадинами рифтогенного типа. Наиболее однородны самые ранние образования архейской эпохи - в выступах древнего основания выявлены однотипные метабазит-гранулитовые и гнейсово-гранулитовые структурно-формационные комплексы, состоящие из формаций двупироксеновых гнейсов и кристаллосланцев, кинцитовой, кондалитовой, железорудно-гнейсовой, чарнокит-эндербитовой. В позднем архее общими структурами являются гранито-зеленокаменные пояса, представленные гнейсово-амфиболитовой, метадацит-андезит-толеитовой, метакон-

матит-толеитовой, джеспилит-метатолеитовой, тоналит-плагиогранит-гранодиоритовой формациями. Для раннепротерозойской эпохи характерны линейные геосинклинальные системы, трог, шовные структуры, отличающиеся дифференцированностью, зональностью, латеральной неоднородностью и наименьшей сопоставимостью. Наиболее показательны здесь железисто-кремнистая (джеспилитовая) и мигматит-гранитовая формации. В позднем протерозое вновь проявляется однотипность формаций - продуктов тектоно-магматической и тектоно-метасоматической активизации и рифтогенеза. Характерны формации: габбро-анортозитовая, гранитов-рапакиви, ультраосновная щелочная, трахибазальт-трахиандезит-трахилипаритовая, конгломерат-песчаниковая. Общими чертами металлогении является развитие железорудного, титанового, медно-никелевого, медноколчеданного, апатитового и редкометального оруденения. Выполнено единое тектоническое районирование территории - выделены 8 мегаблоков (Западно-Белорусский, Волжно-Центрально-Белорусский, Подольско-Белоцерковско-Брянский, Кировоградско-Деснянский, Днепровско-Курский, Приазовско-Россошанский, Воронежский, Калачско-Эртильский) и ряд сквозных линейных зон разломов (активизации) протяженностью сотни километров. Крупной общей стержневой структурой является Осницкий вулканоплутонический пояс, сложенный базальт-андезит-дипаритовой и габбро-диорит-гранодиоритовой формациями. Выявленные структурные и металлогенические особенности находят выражение в глубинном строении земной коры.

GIBB, R.A., Earth Physics Branch, Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canada

#### DOUBLE INDENTATION TECTONICS AND THE CIRCUM-SUPERIOR FOLDBELT

Recent gravity surveys in eastern and southern Hudson Bay, Canada have revealed, for the first time, the gravity anomaly pattern over the complete length of the proposed circum-Superior suture. A symmetrical distribution of linear, positive anomalies near the southern and eastern perimeters of Hudson Bay suggests a model in which suturing of Superior and Churchill protoplates was accomplished by subduction of oceanic lithosphere and by progressive double indentation of the rigid-plastic Churchill craton by the Thompson and Ungava salients of the rigid Superior protocontinent. Suturing was initiated at the Thompson salient with extrusion of Churchill material laterally along strike-slip faults into the Hudson Bay embayment. With continued subduction, indentation of the Churchill craton by the Ungava salient commenced, so that Churchill material was extruded from two directions to fill the embayment of Hudson Bay. The pattern of faulting and other major structural elements of northern Saskatchewan - Manitoba can be interpreted in terms of the proposed analogue model of plane indentation. The re-

296

gional faults and their senses of motion correspond generally to that predicted by the theoretical pattern of slip lines associated with a wedge-shaped indenter.

GIBBS, ALLAN K., Cornell University, Ithaca, USA

#### IS THE PRECAMBRIAN GEOLOGICAL RECORD GLOBALLY EPISODIC?

Two widely-held ideas about the Precambrian are that the history of orogenesis was episodic, with peaks in the approximate intervals 0.9-1.3, 1.6-2.0, 2.6-2.8, and 3.5-3.7 Ga, and that there was a significant change in the global crust-mantle system at about 2.5 Ga: the Archaean-Proterozoic boundary. The first idea is based on histograms of radiometric age determinations. The second is supported by the supposed absence of substantial "Archaean-style" greenstone belts in the Proterozoic record, and on reported systematic differences in the Sr isotope composition of limestones and rare-earth element patterns in shales from the two Precambrian eras. In the Guiana Shield there are greenstone belts, formed at about 2.25 Ga, comparable in extent and stratigraphy to classic Archaean belts. These occupy one of the perceived gaps in orogenic history, and they demonstrate the persistence of ensimatic volcanism and orogeny on a substantial scale in the Early Proterozoic, when the better-known shields were already continental.

The geochemical evidence for an Archaean-Proterozoic change has been shown to be another case of over-generalization from restricted sampling of Precambrian rocks. When Archaean and Proterozoic greenstone belt metasediments are compared, there are no significant differences in their Sr isotope or rare-earth compositions. Tectonic setting, rather than age, is the major determinant for the sediment compositions.

Taken together, these observations suggest that a more continuous view of Precambrian crustal evolution will be supported when more detailed geochronological, stratigraphic, and geochemical studies are made of some of the lesser-known or poorly-exposed shields and continental basement.

GILYAROVA M.A., Leningrad State University, Geol. Dept., USSR

#### THE DEVELOPMENTAL STAGES OF EARLY PRECAMBRIAN GREENSTONE BELTS

Greenstone belts have formed along a global fault system which divided Early Archaean protocrust into gneiss-granite segments. The segment margins adjacent to the high-temperature zones were affected



by rheomorphic granite formation. By the end of the Late Archean tectonic cycle the block-domal structures were developed. Three episodes of crustal rupture and activation of the pre-existing fault pattern occurred: 1 - in the Late Archean (belt-generation, initial magmatism); 2 - at the beginning of the Early Proterozoic (break up of the pre-Early Proterozoic peneplain, origination of the Early Proterozoic basins); 3 - before accumulation of the Middle Proterozoic series (break up of the protoplatform cover, volcanics of the Middle Proterozoic). Accordingly the most complete greenstone belts have three-stage structure. 1. Protoeugeosyncline sequence of the pre-Karelian-Svionian ( $AR_2$ ) ophiolite assemblage - the lower greenstone formations with komatiitic ultramafites and mafites, phyllite with acid volcanics (spilite-keratophyre) and the upper greenstones (spilites). 2. Protoplatform sediments ( $PR_1$ ) with some tholeiitic volcanics and sills of the trap formation. 3. Subeugeosyncline predominantly volcanic series with komatiitic mafites and ultramafites ( $PR_2$ ). Magmatism of the three pre-Riphean tectogenese epoches was defined by successive shifting of feeder-chambers from the mantle into crust (homodromic) and backwards (antidromic trend). The synchronous generation of the major fault system on various shields, general rhythm of their activity and contemporaneous cessation before the Riphean time were related to a global causes.

ГИЛЯРОВА М.А., Ленинградский государственный университет, геолфак, Ленинград, СССР

#### ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ ДОКЕМБРИЯ

Зеленокаменные пояса закладывались вдоль планетарной системы разломов, расчленивших нижнеархейскую протокуру на гнейсо-гранитные сегменты. Края сегментов, примыкая к высокотемпературным зонам, испытывали реоморфическое гранитообразование. В результате к концу позднеархейского тектонического цикла сформировались глыбо-купольные структуры. Позднее происходило взламывание коры с активизацией первичной сети разломов: в позднем архее (заложение поясов, инициальный магматизм); в начале раннего протерозоя (разрушение предраннепротерозойского пенеппена, заложение раннепротерозойских бассейнов); перед накоплением среднепротерозойских толщ (дробление протоплатформенного чехла, вулканиты  $PR_2$ ). Соответственно наиболее полные разрезы зеленокаменных поясов характеризуются трехэтажным строением.

1. Протозвгеосинклинальные толщи офиолитовой формации докарелия-свиония ( $AR_2$ ), включающие нижнюю зеленокаменную формацию с коматиитовыми ультрамафитами и мафитами, филлитовидную с кислыми эффузивами (спилит-кератофиры) и верхнюю зеленокаменную (спилиты). 2. Протоплатформенные осадочные толщи ( $PR_1$ ) с толеитовыми вулканитами и силлами трапповой формации. 3. Субзвгеосинклинальные существенно вулканоген-

ные толщи с коматитовыми мафитами и ультрамафитами (PP<sub>2</sub>). Магматизм трех дорифейских эпох тектогенеза определялся последовательным перемещением питающих очагов из мантии в кору (гомодромный) и обратно (антидромный характер эволюции). Синхронное заложение долгоживущих разломов на разных щитах, общий ритм их активности и синхронное прекращение их деятельности к рифею связаны с причинами глобального масштаба.

GLEBOVITSKY V.A., DRUGOVA G.M., Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the Academy of Sciences of the USSR, Leningrad, USSR

#### RELATIONSHIP BETWEEN GRANITE-GREENSTONE AND GRANULITE-GNEISS TERRAINS IN EPI-ARCHAEOAN CRATONS

The granulite-gneiss /GGnA/ and granite-greenstone /GGA/ areas represent two main types of structures of the oldest lithosphere which show in general asynchronous development and make up a part of the epi-Archaeoan cratonic basements. Metamorphosed tonalite-gneisses or enderbite-gneisses alongside small quantities of supracrustal rocks are thought to constitute the basement to GGA. They are in addition the oldest rocks within such GGnA as the Aldan, Indian, Antarctic, Kola regions etc. The oldest granulite metamorphism /above 3.6 b.y. in age, i.e. the Akillian assemblage, Enderby Land complex/ occurs under conditions of an intermediate vertical temperature gradient /35°C/km/ which is lower than that of older greenstone belts /45°C/km/. The granulite metamorphism took place repeatedly during late Archaean and early Proterozoic stages of the GGnA evolution when a lateral differentiation of their geothermal regimes occurred /from 45 to 30°C/km in the end of the Archaean/.

The development of the GGA-structures was restricted by Archaean times and characterized by persistent high-grade regimes /45°C/km/ being confined to the periphery of Early Archaean massifs of stabilization upon a relatively thin tonalitic crust. They have not been affected by any reworking under granulite facies conditions during geological history.

The prominent granitization of the basement tonalites at final stages embraced the marginal zones of the greenstone belts and resulted in the formation of "gregarious" granite-gneiss domes. In the paragneissic belts there simultaneously existed a high-grade zonal metamorphism with subgranulite assemblages in the cores of thermal structures, and in the zones of intense magmatic basification of an older silic crust - that of low-grade with the formation of late Archaean eclogite-granulite complexes.

СООТНОШЕНИЕ ГРАНИТНО-ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ И ГРАНУЛИТО-ГНЕЙСОВЫХ ОБЛАСТЕЙ В ЭПИАРХЕЙСКИХ КРАТОНАХ

Гранулитно-гнейсовые (ГГО) и гранитно-зеленокаменные (ГЗО) области - два главных типа структур древнейшей литосферы, развивавшихся в целом синхронно и вошедших в фундамент эпиархейских кратонов. В качестве основания ГЗО всегда выступают метаморфизованные тоналито-гнейсы или эндебито-гнейсы и присутствующие в малых количествах супракrustальные породы. Они же являются древнейшими образованиями таких ГГО, как Алданская, Индийская, Антарктическая, Кольская и др. Древнейший гранулитовый метаморфизм (более 3600 млн. лет, ассоциация Акилия, комплекс земли Эндерби) проявляется при умеренном вертикальном градиенте температуры ( $35^{\circ}/\text{км}$ ), меньшем, чем в древних зеленокаменных поясах ( $45^{\circ}/\text{км}$ ). В дальнейшей эволюции ГГО гранулитовый метаморфизм неоднократно повторялся в течение архея и раннего протерозоя, и происходила латеральная дифференциация их геотермических режимов (от  $45$  до  $30^{\circ}/\text{км}$  для конца архея). ГЗО-структуры развивались только в течение архея в устойчивых высокоградиентных режимах ( $45^{\circ}/\text{км}$ ) на периферии массивов раннеархейской стабилизации на относительно маломощной тоналитовой коре. Ни в один из моментов геологической истории они не подвергались переработке в условиях гранулитовой фации. Сильно проявленная гранитизация тоналитов основания на заключительных этапах эволюции захватывала краевые зоны зеленокаменных поясов и приводила к формированию множества гранито-гнейсовых куполов. Синхронно в парагнейсовых поясах проявился высокоградиентный зональный метаморфизм с субгранулитовыми ассоциациями в ядрах термальных структур, а в зонах интенсивной магматической базификации древней сиалической коры - низкоградиентный метаморфизм с формированием позднеархейских эколито-гнейсовых комплексов.

JORGE GOMES DO GRAVO BARROS, and A. BHASKARA RAO, Dept. de Geociencias, Universidade de Brasilia, Brazil

GENETIC AND EXPLORATORY MODEL FOR EMERALDS IN GREENSTONE BELTS: CASE OF PORANGATU, GOIAS STATE, BRAZIL

Vast Brazilian Archean terrains recently under revision and re-evaluation in view of volcano-sedimentary ambients, are being increasingly indentified as parts of Greenstone Belts with relatively important geographic distribution. They are also proving to be potentially rich in varied mineralizations. Emeralds, in this system, have been reported as new genetic model (Authors, 1982), very important for new sys-



tematics of exploration in such terrains for the discovery of deposits.

Recent discovery of an important emerald producing deposit is situated near Porangatu Town in Goias State (lat.S.  $13^{\circ}28'05''$  Long.W.  $49^{\circ}11'29''$ ). The mineralized zone is related to pegmatite veins rich in oligoclase, intruded into meta-ultramafites (actinolite-talc-chlorite schists) enclosed in tonalitic gneisses of Archean age. Emeralds occur mainly in zones of gludite (unit constituted of biotite and phlogopite) and sporadically in quartz veins. The meta-ultramafites form a tight isocline with high dip towards NW, located in the W flank of a major anticlinal structure with plunge towards NNE. The genetic aspects including the controls of mineralization involve the magnesian schists and the following parameters: a) local fault systems; b) granitic pegmatite producing metasomatic gludite zones; c) hydrothermal-pneumatolytic silica enrichment as quartz veins and atringers; and d) pods and lenses of sodic feldspar (oligoclase). Based on the genetic model and on the controls of mineralization, strategies for exploration are established for target area selection. It is further proposed that they could be conditioned to a NE-SW regional trend of zone of 300 X 50 km, incorporating the Santa Terezinha de Goias and Mara Rosa deposits. This model could be correlated to other deposits in the State of Goias and also of Caraiiba in the State of Bahia. Further it is similar to deposits in Ural mountain region in the USSR.

GORBATSCHIEV, R., Inst. of Geology, Lund University, Sweden

#### PRECAMBRIAN DEVELOPMENT OF THE BALTIC SHIELD-ANALOGIES AND DISSIMILARITIES WITH RECENT PLATE TECTONICS

The Precambrian of the Baltic Shield is subdivided into orogens where the formation of continental crust occurred during relatively short periods. The Archean Orogen in the NE ( $>2.7$  Ga) features the problems of gneiss belt/granite-greenstone belt dualism. In the foreland of the Proterozoic Svecokarelian Orogen, the successors of the early greenstone belts evolve into intracratonic rifts rather than full-size island arcs.

Similar to the Archean, the Middle Proterozoic Svecokarelian (2.1-1.8 Ga) and SW Scandinavian (1.8-1.5 Ga) orogens are characterized by massive formation of new continental crust. They exhibit increasing similarities to recent plate tectonics but also contain apparently deviating traits such as a scarcity of high P/T Svecokarelian metamorphism and specific characteristics of volcanic-arc magmatism. Reinterpretations and their relationship to previous plate-tectonic interpretations are considered. The large tectonic sutures of SW Scandinavia and the associated granite-porphyry belts are interpreted as intracratonic features rather than sites of former oceans.

The Sveconorwegian-Grenvillian Orogeny (1.2-0.9 Ga) essentially reworked older crust and is the earliest Scandinavian event documenting extensive nappe thrusting.

A synthesis of geological, geophysical, geochemical and chronological information is attempted to define the evolution of the Shield and relate it to the problem of actualism in the interpretation of Precambrian cratons.

GOROKHOV I.M., Institute of Precambrian Geology and Geochronology  
of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR

#### Rb-Sr GEOCHRONOLOGY OF THE EASTERN PART OF THE BALTIC SHIELD

The eastern part of the Baltic Shield is subdivided on geological and geophysical grounds into four megablocks: the Kolian, Belomorian, Karelian and Svecofennian ones. They differ both in the crust structure and in geodynamic regimes of endogenous processes. Rb-Sr systems in rocks and minerals of these blocks were studied ( $\lambda_{87\text{Rb}} = 1.42 \cdot 10^{-11} \text{ yr}^{-1}$ ). The closure time of the Rb-Sr whole-rock systems corresponds in most cases to final stages of the igneous and metamorphic events. The behaviour of Rb and Sr in minerals reflects the postcrystallization tectono-thermal history of the rocks. There are no clear-cut age characteristics for the pre-Rebolian (I) period of the geological history of the shield. Amphibolite to granulite facies metamorphism simultaneous with the Rebolian (II) folding phase was over within the Kolian block 2740-2560 m.y. ago and within the Belomorian block ca. 2850 m.y. ago. The minimum age of the associated granites of the Kolian, Belomorian and Karelian blocks is of 2700-2590 m.y. The Seletskaya (III) folding phase was accompanied within the Belomorian block by amphibolite facies metamorphism and by granite emplacement 2370-2170 m.y. ago. Rb-Sr age values of 2480-2090 m.y. for the Karelian granites can not be unambiguously interpreted. Zonal metamorphism of the Svecofennian rocks (the North Ladogan region), being simultaneous with the Late Karelian folding phase, occurred ca. 1850 m.y. ago and was followed by the emplacement of granites with the age of 1830-1780 m.y. In some zones of the Karelian and Kolian blocks the Late Karelian cycle was accompanied by predominantly greenschist facies metamorphism ceased ca. 1650 m.y. ago. The final crystallization stages of the rapakivi granites in the North Ladogan region and the formation of a craton within the eastern part of the Baltic Shield took place 1600-1480 m.y. ago.

# Rb-Sr ГЕОХРОНОЛОГИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ШИТА

На территории восточной части Балтийского щита на основании геологических и геофизических данных выделены Кольский, Беломорский, Карельский и Свекофеннский метаблоки, различающиеся строением земной коры и геодинамическими режимами эндогенных процессов. Изучена Rb-Sr систематика пород и минералов этих блоков ( $\lambda_{87\text{Rb}} = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ год}^{-1}$ ). Время закрытия Rb-Sr систем в масштабе образцов пород в целом в большинстве случаев соответствует завершающим стадиям магматических и метаморфических событий. Поведение Rb и Sr в минералах отражает посткристаллизационную тектоно-термальную историю пород. Доробольский (I) период геологической истории щита не имеет четкой возрастной характеристики. Метаморфизм от амфиболитовой до гранулитовой фации, синхронный с робольской (II) фазой складчатости, в Кольском блоке завершился 2740-2560 млн. лет назад, а в Беломорском - около 2850 млн. лет назад. Минимальный возраст сопутствующих гранитов Кольского, Беломорского и Карельского блоков 2700-2590 млн. лет. Селепкая (III) фаза складчатости сопровождалась в Беломорском блоке метаморфизмом амфиболитовой фации и внедрением гранитов 2370-2170 млн. лет назад. Rb-Sr возрастные значения для гранитов Карельского блока в интервале 2480-2090 млн. лет не могут быть однозначно интерпретированы. Зональный метаморфизм пород Свекофеннского блока (Северное Приладожье), синхронный с позднекарельской (IV) фазой складчатости, происходил около 1850 млн. лет назад и сопровождался внедрением гранитов с возрастом 1830-1780 млн. лет. В некоторых зонах Кольского и Карельского блоков позднекарельский цикл характеризовался метаморфизмом преимущественно зеленосланцевой фации, завершившимся около 1650 млн. лет назад. Заключительные стадии кристаллизации гранитов рапакиви в Северном Приладожье и кратонизация территории восточной части Балтийского щита происходили 1600-1480 млн. лет назад.

GRIZER M.I. and IPATOV M.M., Institute of the Lithosphere of the USSR Acad. of Sci., Moscow, USSR

## EVOLUTION OF CONTINENTAL WEATHERING PROCESSES AND ASSOCIATED METALLOGENESIS IN THE HISTORY OF THE EARTH

The problem bearing on the evolution of continental weathering processes is of scientific and practical interest and of primary importance in prospecting for various mineral deposits.

The prevailing concepts concerning this problem differ markedly.



Some scientists consider that weathering and decay processes were of more intense manifestation during the Precambrian, as compared to the Phanerozoic; other scientists, including the authors, consider that the intensity and depth of chemical weathering processes were of progressive increase from the Archaean to the present time.

This study is compiled from data obtained by the authors during investigations in the areas of the East-European and Siberian Platforms and surrounding folded systems, and other available information.

The earliest weathering crusts (Archaean-Lower Proterozoic) are mainly of quartz-sericite-muscovite and quartz-sericite-chlorite composition. Coeval deposits reveal high-aluminiferous schists and gneisses with a high content of diaspore, pyrophyllite, chloritoid, sillimanite, etc. This tends to suggest that their formation resulted from metamorphism of clay materials, involving kaolinite. Evidence to the wide occurrence of kaolinite crusts is found in the upper sections of the Lower Proterozoic and throughout the Upper Proterozoic (Anabar and Aldan Shields, Yenisei Mountain Range, West-Baikalian, etc.).

The silicon modulus of the high-aluminiferous rocks also gives indication to the amplification of chemical weathering processes in the Precambrian of Siberia. This index varies from 3 in the Lower Proterozoic Purpolskaya Suite, to 5 in the Middle Riphean Lakhandinskaya, and reaches to 10-13 in the Vendian bauxite-bearing formation.

Lateritic crusts are validly known only in the Phanerozoic. They vary in composition from predominantly boehmite (sublaterite) types in the Paleozoic, to gibbsite (laterite) types in the Mesozoic-Cenozoic.

The inherent environmental conditions of each period, controlling the development of exogenic weathering processes, determined the specific type of metallogenesis, as, for-example, the uranium-auriferous conglomerates of the Upper Archaean-Lower Proterozoic, of the Witwatersrand Basin type, and bauxite deposits of the Phanerozoic-Vendian.

ГРАЙЗЕР М.И., ИПАТОВ М.М., Институт литосферы АН СССР, Москва, СССР

#### ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЦЕССОВ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ВЫВЕТРИВАНИЯ И СВЯЗАННОГО С НИМИ РУДООБРАЗОВАНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Эволюция процессов континентального выветривания и ее направленность имеют важное теоретическое и практическое значение: от их понимания зависит направление поисковых работ на многие ценные полезные ископаемые. В настоящее время сложились две противоположные концепции. Одни исследователи считают, что гипергенное разложение пород в докембрии было более интенсивным и глубоким, чем в фанерозое; по мнению других, в том числе и авторов, от архея до настоящего времени имела место интенсификация корообразующих процессов. Авторы рассмотрели эту проблему на примере Восточно-Европейской и Сибирской плат-

форм и их складчатых обрамлений, используя данные личных наблюдений и публикации других исследователей.

Наиболее ранние проявления кор (архей-нижний протерозой) имеют в основном кварц-серицит-мусковитовый и кварц-серицит-хлоритовый состав. Наличие среди отложений этого возраста высокоглиноземистых сланцев и гнейсов с повышенным содержанием диаспора, пирофиллита, хлоритоида, силлиманита и др. позволяет предположить, что они образовались за счет метаморфизма глин, в которых присутствовал каолинит. Достоверные данные о широком развитии каолинитовых кор выветривания имеются только для верхней части нижнего и всего верхнего протерозоя (Анабарский и Алданский щиты, Енисейский край, Западное Прибайкалье и др.).

Показателем направленности корообразующих процессов в докембрии является и характер изменения кремневого модуля высокоглиноземистых пород Сибири. В конкrecиях пурпольской свиты нижнего протерозоя он достигает 3,0, в лахандинской свите среднего рифея — до 5,0, а в боксонской свите венда выявлены бокситы с модулем до 10–13.

Бесспорные свидетельства наличия латеритных кор известны лишь в фанерозое, причем отмечается изменение их состава от преимущественно бемитовых (сублатеритных) в палеозое до гиббситовых (латеритных) в мезозое-кайнозое.

Специфические условия каждой эпохи предопределили характерные, только им присущие особенности гипергенного выветривания и связанного с ним рудообразования, как, например, ураново-золотоносные конгломераты верхов архей-нижнего протерозоя типа Витватерсранд или бокситовые месторождения фанерозоя-венда.

GROSS, GORDON A., Geol. Surv. Canada, Ottawa, Canada

#### A COMPARISON OF METALLIFEROUS SEDIMENTS, PRECAMBRIAN TO RECENT

Modern chemically precipitated metalliferous sediments are directly comparable in composition and depositional environment to many of the older metal-rich sediments in the geological record. Four genetic categories of iron-rich metalliferous sediments are common; those derived by effusive hydrothermal processes, ironformations; by mixed clastic and chemical deposition, ironstones; by accretion forming nodules and crusts; and stratiform deposits derived from laterite and residual gossan materials, including bog-iron.

Sediments of effusive hydrothermal origin are common in the geological record and are referred to here as the "stratafer" group, recognizing their bedded and stratiform nature and the predominance of iron-rich minerals. The stratafer group includes all types of banded cherty ironformation and genetically related manganese and polymetallic sulphide facies as well as oxide, carbonate, silicate, and sulphide facies of metal-rich chemical-biogenic sediments analogous to the ironformations and derived by similar processes.

Selected examples of ancient and recent sediments of the stratafer group are compared to demonstrate that differences in lithology and composition reflect different tectonic and sedimentation conditions in their depositional environment and in the hydrothermal effusive systems that provided the metal constituents and silica.

GROVES D.I. and BATT W.D., Geology Department, University of Western Australia, Nedlands, Western Australia, Australia

# CONTROLS ON THE HETEROGENEOUS DISTRIBUTION OF METALLOGENIC ASSOCIATIONS IN ARCHAEOAN GREENSTONE BELTS WITH PARTICULAR REFERENCE TO THE WESTERN AUSTRALIAN SHIELD

Archaean greenstone belts exhibit a marked spatial and secular heterogeneity in nature and intensity of metallogenic associations. This is interpreted to result from variation in a number of interrelated parameters such as intensity of faulting, extent of irruption of komatiitic and calc-alkaline magmas and water depth of depositional basins. These, in turn, depend on degree of extension and crustal thinning during basin development.

Metallogenesis peaked in the late Archaean (2.8-2.7 b.y.) in association with the development of rift-phase greenstones in major linear rift zones. The marked spatial overlap of magmatic (Ni-Cu), volcanogenic (Cu-Zn) and (?) metamorphogenic (Au) mineralization within these zones is a consequence of the eruption (Ni-Cu, Cu-Zn) and subsequent metamorphism (Au) of thick volcanic-dominated sequences, including significant komatiitic and calc-alkaline components, within and marginal to predominantly deep water, fault-bounded troughs. Similar mineralization is developed more erratically in more extensive younger platform-phase greenstone (3.0-2.8 b.y.), which developed in shallow basins with no significant marginal relief under conditions of lower extension. Older rift-(graben-) phase greenstones (3.2-3.0 b.y) also contain similar metallogenic associations, but developed in more restricted basins with lesser volcanic activity than younger analogues and, consequently, have a lower intensity of mineralization. Secular variation in the nature of Archaean metallogeny are reflected by the evolution from anomalous metallogenic associations in very shallow-water older platform-phase greenstone (3.5-3.2 b.y.), including stratiform barite, small Pb- and sulphate-bearing volcanogenic sulphides and porphyry-style Cu-Mo deposits, through to more characteristic Archaean metallogenic associations in deep water environments of the younger rift-phase greenstones.

GÜPTA A., BASU A., and SINGH S.K., Geological Survey of India, Shillong, India

## PETROCHEMISTRY OF PROTEROZOIC GREENSTONE BELTS OF EASTERN INDIA

Detailed petrochemical studies of two major contemporary Proterozoic greenstone belts viz. Dhanjori and Dalma, straddling the 3.2 Ga Singhbhum granite craton in Eastern Indian shield suggest their comparable magmatic evolutionary trend.



The Dhanjoris are represented by lower psamopelitic assemblage with mafic-ultramafic members and upper volcanisedimentary assemblage, while the Dalmas comprise of a lower sequence of pelites with mafic-ultramafic members and an upper sequence of basalts. Both the belts record subsequent events of deformation and metamorphism.

The occurrence of high magnesian vitric tuffs (ultramafic volcaniclastics) in the lower sequence of both the belts are characteristic and are chemically comparable with the peridotite-pyroxenite komatiites of Archaean greenstone belts. The early magmatism in both the belts was initiated by mafic-ultramafic intrusives and lavas of tholeiitic and komatiitic affinities. In Dalma belts the early magmatism is also represented by some analcite basalts and alkaline basalts, while the late Dalmas are composed uniformly of high-Fe, low-K tholeiites of ocean floor affinity. The younger volcanisedimentary sequence of Dhanjoris comprises of lower units of alkaline /olivine basalts with basaltic komatiites that passes into K-poor oceanic tholeiites within a sequence of tuffaceous rocks and associated sedimentaries.

HACKSPACHER PETER C., Dep, Geologia CCE/UFRN

#### STRUCTURAL AND METAMORPHIC RELATIONSHIPS OF THE ARCHEAN CAICO-COMPLEX IN NE-BRASIL

The precambrian basement of NE-Brasil suffered a complex, until now not sufficiently defined, evolution. There is a lot of inter-related deformative, metamorphic and plutonic activities between 2.7 and 0.5 b.y. Based on radiometric datings of orthogneisses, tonalitic-gneisses and intrusive granites of the Caico-Complex, Almeida (1967, 1968), Ebert (1969) and Brito Neves et al. (1978) built a model in which the old Archaean-Basement suffered a tectono-metamorphic evolution, followed by a new sedimentation in the Middle or Upper Proterozoic, which filled up the supracrustal Sedimentary-Basin. Correlated to the final orogenetic evolution (Upper Proterozoic) Granitic Emplacement and migmatization affected the younger sediments (supracrustal) together with reworking and remobilization of the gneiss-migmatic basement (Caico Complex).

Based on geological and structural fieldwork in the basement and supracrustal areas, a lot of information were obtained. Studies on the interference-patterns, mini-folds, intrusive rocks and metamorphism show the following sequence.

Relict old complex deformed tonalitic-gneisses show evidence for a first  $D_I/M_I$  tectonic-metamorphic evolution (Jequie-Cycle), with NW-trending hornblende aggregates. Intrusive Granites ( $G_2$ ) related

to a  $D_2$  (NE-direction) deformation-phase affected this Archean sockle and the younger (supracrustal) metasediments. The associated recumbent folds varied the  $D_1$ -elements and formed a new  $S_2$ -foliation with mineral paragenesis of amphibolite-facies. A third deformation-phase penetrative in all the region developed a vertical NE-element. Associated foliation with minerals in amphibolite-facies, lineation and granites affects all the basement and supracrustal sequence. Transcurrent movements in the fold-limbs are responsible for strong clockwise movements in the end of this deformation stage. Lastly,  $F_4$ -folds overprint mainly lithologies from the Basement Unit. There developed open-horizontal folds with NW-SE direction. Foliations were not recognized.

It is supposed, that  $D_1$  are related to Archean orogenesis;  $D_2$  belongs to Transamazonian-Cycle and  $D_3$ - $D_4$  related to Brazilian-Granites.

HALLBAUER, DIETER K., Chamber of Mines of S.A. Research Organization, Johannesburg, Republic of South Africa

#### ARCHAEN, GRANITIC SOURCES FOR THE DETRITAL MINERAL ASSEMBLAGE IN WITWATERSRAND CONGLOMERATES

Investigations into the heavy mineral content of some Archaean granites around the Witwatersrand Basin revealed the presence of small amounts of gold particles in a number of granite exposures. They are accompanied by sulphides comprising pyrite, chalcopyrite, sphalerite, molybdenite and, infrequently, arsenopyrite, gersdorffite and galena. Some granites were found to contain up to 0,2% pyrite.

A genetic relationship between the gold particles in granites and those in Witwatersrand conglomerates is indicated by the same range in fineness from about 800 to 960, but perhaps more significantly by a similar mercury content ranging from 0,5 to 1,5%. A number of gold particles from granites were found to be intergrown with pyrite, chalcopyrite or gersdorffite as has often been reported for detrital gold in the conglomerates.

Trace element analysis and inclusion studies of the granitic pyrite have equally shown a number of features reminiscent of the detrital pyrite. Noteworthy is the tellurium content, its high correlation to the silver content and numerous inclusions of albite and micaceous minerals.

Pyrite in granites is usually accompanied by nodules of carbonaceous matter similar to those known as "fly-speck carbon" from Witwatersrand conglomerates.

The mineral assemblage contained in the Archaean granites points to an alteration similar to that associated with porphyry deposits.

HAMBREY, MICHAEL, Department of Earth Sciences, Downing Street,  
Cambridge, U K

#### THE VENDIAN SEQUENCE OF NORTHEASTERN SPITSBERGEN: A DOLOMITE-TILLITE ASSOCIATION

Vendian strata are well-exposed in the highland icefields of northeastern Spitsbergen. Vendian strata are represented essentially by the Polarisbreen Group. The oldest sediments compose the Elbobreen Formation (c.400 m) with four members. The Lower Carbonate member (c.125 m) contains primarily a basal dark limestone of lagoonal origin, followed by dolostones (stromatolitic) with indications of shallow subtidal to intertidal deposition. The Petrovbreen Member consists of diamictites and other detrital dolostones of variable thickness (2-40 m). This represents a short glacial period in which a wide range of marine, intertidal and terrestrial glacial processes were evident. The MacDonaldryggen Member (c.230 m) is a shaly dolostone unit of lagoonal origin, and grades up into the Slangen Member (c.25 m) with sub- to intertidal dolarenites.

The Wilsonbreen Formation (160 m) represents a return to glacial conditions, this time more prolonged and severe. Depositional processes in a marine-intertidal-terrestrial environment are represented.

The Dracoisen Fm. (c.525 m) represents an abrupt return to nonglacial conditions, with an upward-deepening, wave dominated succession of pure dolostones, followed by offshore black shales, and evaporative-lacustrine dolostones.

Deposition of the succession dominantly under marine conditions is inferred, but lacustrine conditions cannot be ruled out in any particular horizon. The dolomite-tillite association can be explained by penecontemporaneous dolomite formation under warm climates, being interrupted by glacial sedimentation with abundant detrital dolomite. Glacial conditions appear to have occupied only a small part of Vendian time.

DAVID HILYARD, School of Applied Geology, South Australian  
Institute of Technology, Adelaide, Australia

#### WOOLTANA METABASALT: LATE PROTEROZOIC CONTINENTAL THOLEIITIC RIFT SEQUENCE, ADELAIDE GEOSYNCLINE, SOUTH AUSTRALIA

The Wooltana Metabasalt is a sequence of variably metamorphosed continental tholeiitic basalt of Late Proterozoic (Adelaidean) age in the northeastern part of the Adelaide Geosyncline, Flinders Ranges, South Australia. The formation lies near the base of the Adelaidean sequence, which here lies unconformably above Lower-Middle Proterozoic crystalline basement of the Mount Painter Complex. The structural setting, thickness changes, sedimentary facies of the enclosing rocks, and tholeiitic composition of the basalt, indicate a continental rift setting for the early part of the Adelaide Geosyncline.

Metabasalt is the predominant lithology in the eastern exposures, with subordinate tuff, dolerite-gabbro, quartz sandstone, calc-silicate metasediments, and breccia. Basalts are massive coherent flows 1-20m thick with amygdaloidal oxidized tops. The flows are lens-shaped, with an observed lateral extent up to 1km. There is no evidence of submarine eruption. Lateral equivalents west of the basement inlier contain abundant calc-silicate metasediment, and represent a facies deposited further from the eruptive centre. Metamorphic grade varies from lower greenschist to upper greenschist-amphibolite facies.



GEODYNAMIC EVOLUTION OF THE SERRA DO ESPINHACO (PROTEROZOIC, EASTERN BRAZIL)

During the early Proterozoic rifting in the east of the São Francisco Craton led to the break-up of the Archean basement (Pre-Espinhaço Supergroup). In its development (Espinhaço Supergroup) a shallow shelf-sea was established at the eastern border of the craton. Sedimentary features show a transport of sediments to the east into an open ocean. Tectonic uplift with westvergent structures accompanied by a low grade metamorphism completed the Espinhaço diastrophism.

During the end of Espinhaço diastrophism great masses of basic rocks ascended and cut as dikes and stocks Espinhaço- and Pre-Espinhaço units but did not inject the São Francisco Supergroup. Three types of basic rocks can be distinguished: (1) synorogenic, foliated and metamorphic rocks, (2) late orogenic, unfoliated rocks of type Datas which were overprinted by the same grade of metamorphism as Espinhaço rocks. Classification diagrams show distinct maxima in the field of tholeiites. Discrimination diagrams indicate ocean-floor basalts. A strong enrichment in large ion lithophile (LIL) elements and light rare earth elements (LREE) can be observed in contradiction to ocean-floor- or mid-ocean ridge basalts (MORB). (3) Postorogenic rocks (type Itambé) which are restricted to the eastern parts of the Serra do Espinhaço. Classification diagrams show andesi-basalts with alkaline to tholeiitic character. Discrimination diagrams indicate continental within-plate basalts (WPB). LIL-element- and LREE-contents are higher than in the Datas-tholeiites.

Geological and geochemical data led to the following model: After a rifting phase and the forming of an open ocean a subsequent subduction to the west generated the Datas tholeiites. LIL- and LRE-element enrichment was caused by passing a probably not very thick crust. Closure of the ocean and collision with the eastern Archean continent led to the thickening of the crust and continental within-plate basalts ascended (Itambé basalts). A small N-S-trending zone in the east of the Serra do Espinhaço with large bodies of ultrabasic rocks (obducted ocean floor?) show imbrication structures with basement and Espinhaço rocks. It represents probably a tectonic mélangé respectively the suture zone between the two collided continents.

IQBALUDDIN, Department of Geology Aligarh Muslim University, Aligarh-202 001, India

PALAEO-SEISMIC BELT FROM THE VINDHYAN BASIN OF INDIA

Fabric isotropy in the intraformational conglomerates from the Bhandar Limestone Formation of the Vindhyan Supergroup has been attributed to synsedimentational palaeoseismic activity. The model con-

ceived to explain the genesis of seismites in the Vindhyan Basin invokes relationship between proto-plate tectonics that controlled the evolution of the Satpura Structural Belt of Central India and the palaeoseismic belt of the Vindhyan Basin of India. Loss of seismic guides inhibits reconstruction of pattern of palaeoplate boundaries and movement across them. Recognition of seismites and their spatial distribution may prove helpful in reconstruction of palaeo-plate margins in older geologic sequences.

IVANOV S.N., KRASNOBALEV A.A., RUSIN A.I., Institute of Geology and Geochemistry of the Urals Scientific Centre of the USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk, USSR

#### GEODYNAMIC REGIMES OF THE PRECAMBRIAN URALS

The late Precambrian is most fully presented in the Urals. The Lower Proterozoic and Archean are reconstructed by separate blocks, which are correlated with the crystalline basement of the adjacent platforms. The radiogenic dating of endogenic processes in the early Precambrian blocks is as well detailed as in the distinctive shield complexes. There have been revealed the features of the oldest protocrust material by the age exceeding 2.9 , which is identified with the complex of "grey gneisses". They are typical of the Archean blocks (Taratash, Mugodjary), which are the fragments of the charnockite-granulite and migmatite-amphibolite complexes of an areal type. Geodynamic regimes of their formation are the most primitive and do not repeat in the following periods of time. The fragments of the Archean greenstone belts have not been found in the Urals. Blocks of the Karelian age (Salda, Selianinsky and etc.) are the mobile belt relics probably of a non-geosynclinal type. The typical ophiolites and island-arc formations are lacking among them, although there are features, indicating the rift-depressional conditions of their formation. In the Urals destruction of the continental crust was not accomplished by its full breaking-up and exposing of the simatic basement during the Karelian time, but it was an important process, as supported by the high-temperature metamorphism and occurrence of the mature sialic material with the higher Sr-isotope ratios and also of mantle basic rocks in some blocks. The initiation of the Urals mobile belt is related to the Riphean period of the earth crust transformation. Recurrent diastrophism (tectono-magmatic activity) of the Elson, Grenville and Baikal diastrophismes have been responsible for thinning and breaking-up of the continental crust and forming of the oceanic basin in the Paleozoic time. The foremost geodynamic regimes of the Precambrian Urals and also of the adjacent platforms were diastrophism and rifting, which resulted in destruction to various extent of the primitive Archean and early Proterozoic crust in the mobile

belts and accumulation of volcano-sedimentary and terrigene rift-depressional complexes. The uncompleted (pre-geosynclinal) type of the development of mobile belts caused by the mantle processes may be related to the evolution of the underlithospheric convective movements, bringing about the full break-up of the continental plate in the Paleozoic time.

ИВАНОВ С.Н., КРАСНОБАЕВ А.А., РУСИН А.И., Институт геологии и геохимии УНЦ Академии наук СССР, г. Свердловск, СССР

#### ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ УРАЛЬСКОГО ДОКЕМБРИЯ

На Урале наиболее полно представлен поздний докембрий. Архей и нижний протерозой реконструируются по отдельным глыбам, коррелируемым с кристаллическим фундаментом прилегающих платформ. Радиологические датировки эндогенных процессов в раннедокембрийских глыбах по своей детальности приближаются к датировкам в типовых комплексах щитов. Выявлены признаки древнейшего протокорового материала с возрастом более 2,9 млрд. лет, отождествляемого с комплексом "серых гнейсов". Они характерны для архейских глыб (Тараташской, Мугоджарской), представляющих собой фрагменты чарнокит-гранулитовых и мигматит-амфиболитовых комплексов ареального типа. Геодинамические режимы их формирования наиболее примитивны и не повторяются в последующие периоды. Фрагменты архейских зеленокаменных поясов на Урале не установлены. Глыбы карельского возраста (Салдинская, Селянкинская и др.) являются реликтами подвижных поясов, видимо, негеосинклинального типа. Среди них отсутствуют типичные офиолиты и островодужные формации, но имеются признаки рифтогенно-депресссионных условий формирования. Деструкция континентальной коры в зоне Урала в карельское время не завершилась ее полным разрывом и обнажением симатического основания, но была значительной, о чем свидетельствуют высокотемпературный метаморфизм и присутствие в отдельных глыбах наряду со зрелым сиалическим материалом с повышенными отношениями изотопов стронция мантийных базитов. С рифейским периодом трансформации земной коры связано заложение уральского подвижного пояса. Периодические диасхизис (тектоно-магматическая активизация) и рифтогенез эльсонского, гренвилльского и байкальского диастрофизмов обусловили утонение континентальной коры, ее разрыв и образование в палеозое океанического бассейна. Ведущими режимами докембрия Урала, как и прилегающих платформ, были континентальные диасхизис и рифтогенез, вызывающие различную степень деструкции первичной архейской и раннепротерозойской коры в подвижных поясах и накопление вулканогенно-осадочных и терригенных рифтогенно-депресссионных комплексов. Обусловленность их мантийными процессами и незавершенный (предгеосинклинальный) тип развития подвижных поясов могут быть связаны с эволюцией подлитосферных конвективных движений, приводящих в палеозое к полному разрыву континентальной плиты.



JIAN WANCHOU, QIU SHUYU, LIU HONGFU, YIN FENGJUAN, WANG XUEYIN,  
Northwestern University, China

#### THE UPPER PRECAMBRIAN OF SOUTH-WESTERN BORDER OF SINO-KOREAN PLATFORM

The Upper Precambrian is widely distributed and well developed in the South-Western border of Sino-Korean Platform. In descending order they may be divided into: (1) Changchengian system; Xionger Group volcanics, Gaoshanhe Group sandstones and shales with minor dolomites the latter been dated at 1492 m.y.; (2) Jixianian system: Luonan Group dolomites whose upper limit has been dated at 999 m.y.; (3) Qingbaikouan System: Luanchuan Group (Dazhuang Formation/Weibei Group) siliceous and carbonaceous shales and limestones, local minor volcanics. The horizon of carbonaceous shales yields Rb-Sr whole rock isochron age 920 m.y. (4) Sinian System: Luoquan Formation mixitites overlain by Cambrian stratum containing Bergeroniellus.

Recent studies show that four stromatolites assemblages are presented in middle and upper Gaoshanhe Group, lower and middle Luonan Group, and Luanchuan Group, each named by leading members as Kussiella-Gruneria, Luoyikoella-Pseudogymnosolen, Baicalia-Chihsienella, Gymnosolen-Minjaria. Microfossils (such as Trematosphaeridium) and Laminarites are found in many specimens. Dark green shales of Weibei Group contain Chuaria.

The Upper Precambrian of the S.-W. border of the Sino-Korean platform can be correlated extensively and reliably with the sections in Jixian, Hebei, and Eastern Yangtze gorges, Hubei by means of stratigraphical successions, lithological characters, palaeontological assemblages, and isotopic ages.

KARFUNKEL, JOACHIM, Instituto de Geociencias da UFMG, Belo Horizonte, Brazil; HOPPE, ANDREAS, Geologisches Institut der Univ., Freiburg, FRG; KARFUNKEL, BARBARA, Department of Geology, Wilmington, USA

#### PROTEROZOIC GLACIATION IN CENTRAL-EASTERN BRAZIL - A SYNTHESIS

During the Upper Proterozoic, new conditions of sedimentation were established around the São Francisco Craton in central-eastern Brazil. Mainly detrital rocks with more than 1.500 m thickness were deposited. Parts of this sequence in the east (Aracuaí Fold Belt), in the west (Brasília Fold Belt) and in the south (São João del Rei Fold Belt) give evidence of a glacial origin.

The analysis of lithofacies and petrogenesis allow a paleogeographic reconstruction: The São Francisco Craton was covered by continental glaciers which graded to

the east, west and south into aquatillites and glacial marine sediments. These glacial deposits can be traced for more than 1.000 km.

Evidences of the glacial origin are as follows: A broad spectrum in composition and granularity, a poor sorting of components, a variable grade in roundness and sphericity, dropstones, flat iron forms, 'décollements'-structures in pelitic rocks caused by glacier flow, striated and faceted pebbles, varvites, eskers, grooved and polished pavements, outwash fans, as well as the lateral change of facies from terrestrial to glacial marine deposits.

KATZ, MICHAEL BARRY, University of New South Wales, Kensington, Australia

#### METALLOGENY OF PRECAMBRIAN GRANULITE FACIES TERRAINS

Although few mineral deposits have been found in Precambrian mobile belt granulite facies terrains and there are widespread beliefs that even if there were mineral concentrations in these high grade areas these would have been destroyed or dispersed by the metamorphic - tectonic processes, the paucity of mineralization is actually a function of the poor exposure, structural - stratigraphic - metamorphic complexity and the general opinions that these areas are not promising targets for mineral exploration. A survey of the literature indicates that many economic mineral deposits are located in Precambrian granulite facies mobile belts and can be found in rock associations that are common to unmetamorphosed and lower grade metamorphosed ores found in Precambrian granite - greenstone cratonic areas. Ores of mafic - ultramafic associations are very common (Selebi-Pikwe, Cu, Ni, Botswana), those of felsic (anorthosite) associations widespread (Fiskenaesset, Greenland, Cr), iron concentrations of sedimentary affiliations are found in the banded iron formation (Imataca, Venezuela) and similar manganese ores (Kodur, India). Stratiform sulfides of marine - volcanic associations are known (Grenville, Pb, Zn, Canada, USA) and stratabound ores of sedimentary affiliations are important (Broken Hill, Pb, Zn, Australia). These "high grade" ore deposits are considered to be, in many cases, metamorphosed and re-worked cratonic equivalents that have been caught in the marginal mobile belt deformation of originally polygonal - cratonic miniplates.

KAZANSKY V.I., Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

## EVOLUTION OF ORE-BEARING TECTONIC STRUCTURES IN THE PRECAMBRIAN

Geological, petrological and geochronological data testify to the considerable tectonic and metallogenic differentiation of the continental crust in the Archean and Proterozoic. Two different trends in its development are distinguished: successive consolidation of stable masses and their transformation as a result of superimposed tectonic movements.

The evolution of continental crust in the Precambrian resulted in consecutive origin of three series of regional ore-bearing tectonic structures, as follows: constructive, stable and destructive ones. The first series is represented by Archean supracrustal Early Proterozoic mobil and Late Proterozoic folded belts, the second - by protoplatforms and ancient platforms, the third - by regions of proto-activation and tectono-magmatic activation.

Different regional ore-bearing structures are characterized by different geological formations, mineral deposits and genetic types of local ore-bearing structures. Some local structures serve as indicators of evolutionary series of regional tectonic elements of Earth crust, others - of definite members of these series.

During last decade many geotectonic and metallogenic concepts underwent critical reappraisal. Many problems are still unresolved, as, for example, intercontinental correlation of Archean supracrustal and Proterozoic mobil belts, localization of unique mineral deposits of diverse age and genesis within limited areas.

КАЗАНСКИЙ В.И., Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Академии наук СССР, г. Москва, СССР

## ЭВОЛЮЦИЯ РУДОНОСНЫХ СТРУКТУР ДОКЕМЕРИЯ

Геологические, петрологические и геохронологические данные свидетельствуют о значительной тектонической и металлогенической дифференциации континентальной земной коры в архее и протерозое. В ее развитии намечаются две тенденции: последовательной консолидации стабильных масс и их разрушения под воздействием более поздних тектонических движений.

Эволюция континентальной коры в докембрии обусловила образование в определенном порядке трех рядов региональных рудоносных тектонических структур, а именно: конструктивного, стабильного и деструктивного. Первый ряд представлен архейскими супракрастальными, раннепротерозойскими подвижными и позднепротерозойскими складчатыми поясами,



второй - протоплатформами и древними платформами, третий - областями протоактивизации и тектоно-магматической активизации.

Разным региональным рудоносным структурам присущи разные геологические формации, минеральные месторождения и локальные рудоносные структуры. Одни типы локальных структур служат индикаторами эволюционных рядов региональных тектонических элементов земной коры, другие - определенных членов этих рядов.

За последнее десятилетие многие геотектонические и металлогенические концепции подверглись критическому пересмотру. Многие проблемы ждут своего решения, как, например, межконтинентальная корреляция архейских супракрустальных и протерозойских подвижных поясов, причины пространственного совмещения на ограниченных площадях уникальных рудных месторождений различного возраста и генезиса.

KELLER B.M., SEMIKHATOV M.A., CHUMAKOV N.M., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### TYPE SECTIONS OF PROTEROZOIC UPPER ERATHEM

Two distinctive approaches to Precambrian subdivision compete now: some specialists regard the geological time as an object for subdivision, while others consider the most complete geological successions as such objects. The stratigraphical schemes compiled according to the last approach are based on a system of type sections or type areas and have more natural units, better opportunities for detalization and are more stable. Such Proterozoic scales are used by Geological Surveys in Australia, Canada, China and the USSR. The comparison of their type sections demonstrates that despite the different names and rank (from system to earthem) many main units of those scales are similar in time-range and geological appearance. Therefore it is possible to identify an upper Precambrian erathem common for several continents. The Riphean type section has important advantages over that of other similar subdivisions in its structural unity, stratigraphic completeness, abundance and diversity of stromatolites, microfossils and microphytolites, as well as in the presence of a complete superposition of the subordinate chronostratigraphic units stratotypes. The Riphean and its subdivisions (phytems or protosystems) were traced throughout the North Eurasia; their analogues were identified on other continents. Therefore the Riphean is proposed as a type of the Proterozoic upper erathem. The lower boundary of the Riphean is defined by a structural unconformity related to the subglobal event: the final stages of formation (cratonization) of vast massifs of continental crust (1650-1700 Ma ago). The subsequent Precambrian tectonic and/or magmatic events were of minor significance: it de-

finest the geological and stratigraphical unity of the Riphean. The natural upper boundary of this erathem is the base of the Phanerozoic, Paleozoic and Vendian. The Riphean is subdivided into 3 phythems (protosystems) by biostratigraphic and geological methods: Burzyanian or Lower Riphean, Yurmatian or Middle Riphean and Karavavian or Upper Riphean; Lower-Middle and Middle-Upper Riphean boundaries are aged  $1350 \pm 50$  and  $1000 \pm 50$  Ma accordingly. The fourth subdivision (Kudashian) identified in the western part of the USSR by means of phytolithes, sometimes is also considered as the phythem (Terminal Riphean).

КЕЛЛЕР Б.М., СЕМИХАТОВ М.А., ЧУМАКОВ Н.М., Геологический институт АН СССР, Москва, СССР

### ТИПОВЫЕ РАЗРЕЗЫ ВЕРХНЕЙ ЭРАТЕМЫ ПРОТЕРОЗОЯ

При выделении подразделений в докембрии часть исследователей считает объектом расчленения геологическое время, а другие — наиболее полные последовательности геологических тел. Основанные на последнем принципе стратиграфические шкалы опираются на системы типовых разрезов или типовых местностей и отличаются наибольшей естественностью своих подразделений, хорошими возможностями дальнейшей детализации и стабильностью. Такого рода шкалы протерозоя используются геологическими службами Австралии, Канады, Китая и СССР. Сравнение типовых разрезов этих шкал показывает, что хотя в них под разными названиями выделяются крупные подразделения разных рангов (от систем до эратем), многие единицы близки между собой. Поэтому возможно выделение общей для ряда континентов верхней эратемы протерозоя. Тип рифея выгодно отличается от типовых разрезов других аналогичных подразделений структурной цельностью, большой стратиграфической полнотой, насыщенностью разнообразными строматолитами, микрофоссилиями и микрофитолитами, а также наличием полной последовательности типов, выделяемых ныне подчиненных хроностратиграфических единиц. Рифей и его подразделения (фитемы или протосистемы) прослежены в пределах Северной Евразии, а их аналоги — на других материках. Поэтому типом верхней эратемы протерозоя предлагается рифей. Нижней границей рифея служит структурное несогласие, соответствующее крупнейшему субглобальному событию — концу формирования огромных массивов континентальной коры (1650–1700 млн. лет назад). Последующие докембрийские тектонические и (или) магматические события были гораздо менее значимы: это определяет геологическое и стратиграфическое единство рифея. Естественной верхней границей этой эратемы является подошва фанерозоя, палеозоя и венда. Рифей с помощью биостратиграфических и историко-геологических методов подразделяется на три хроностратиграфические

единицы - фитемы (протосистемы): бурзяний или нижний рифей, юрматиний или средний рифей и каратавий или верхний рифей; границы нижнего-среднего и среднего-верхнего рифея датируются соответственно  $1350 \pm 50$  и  $1000 \pm 50$  млн. лет. Выделяемое по фитолитам в западной части СССР четвертое подразделение рифея (кудаш) иногда тоже рассматривается как фитема ( терминальный рифей).

KEPEZHINSKAS K.B., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Novosibirsk, USSR;  
LUWSANDANSAN B., Geological Institute of the Academy of Sciences of MPR, Ulan-Bator, MPR

#### STRUCTURAL-METAMORPHIC EVOLUTION OF THE EARTH CRUST AT THE PROTEROZOIC-CAMBRIAN IN THE CENTRAL ASIA FOLDBELT (EXAMPLIFIED BY MONGOLIA)

The Precambrian-Cambrian rocks have been formed in two different environments : continental and oceanic . Pre-Upper Riphean formations are autochthonous and make continental basement . The Riphean-Lower Cambrian ophiolite complexes represent intensively deformed tectonic plates overthrusting the basement (continent). The structure of separate plates is individual.

Distinctly differentiated tholeiitic and calc-alkaline metavolcanic series as well as marianite-boninite rocks discovered for the first time in such ancient ophiolites together with compositional and lithological peculiarities of associated volcanogenic-sedimentary formations unequivocally indicate that these ophiolite complexes were generated in a forearc-marginal basin setting.

The basement rocks have undergone "pre-ophiolite" metamorphism mainly under conditions of the epidote-amphibolite facies ( $T^{\circ} \leq 650$ ), the fluid pressure being up to 5,5-6,5 kbar. Fluid was characterized by water-methane-carbon dioxide composition varying in quantitative relations at time and in space. A notable abundance of nitrogen occurred in rocks from the fractured zones. The lack of the garnet zoning points to the long lasting metamorphic evolution of this stage. The next stage of the structural-metamorphic evolution was connected with tectonic convergence and nappe formation of oceanic crust that was accompanied by progressive metamorphism mainly under conditions of the greenschist facies ( $T^{\circ} \leq 500$ ). The fluid pressure reached up to 5 kbar. The metamorphism was the short-term as evidenced by sharply zoned garnets. The fluid was characterized by water-nitrogen-methane-carbon dioxide composition. The deformation and boudinage of the basement rocks, the formation of the thin diffusion rims around boudines and spotted character of the basement rocks diaphoresis close to interaction zones of continental and oceanic plates have also a bearing on above mentioned stage.



The similar tectonic environments of paleoceanic crust formation are also reconstructed in the Earlier Precambrian greenstone belts of adjacent regions.

КЕПЕЖИНСКАС К.Б., Ин-т геологии и геофизики СО Академии наук СССР, г. Новосибирск, СССР; ЛУВСАНДАНЗАН Б., Геологический ин-т Академии наук МНР, г. Улан-Батор, МНР

#### СТРУКТУРНО-МЕТАМОРФИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЛИТОСФЕРЫ В ПРОТЕРОЗОЕ-КЕМБРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО ПОЯСА ( НА ПРИМЕРЕ МОНГОЛИИ )

Докембрийские-кембрийские породы региона сформированы в двух принципиально различных обстановках: континентальной и океанической. Доверхнерифейские толщи являются автохтонными и образуют континентальный фундамент. Офиолитовые комплексы рифей-нижекембрийского возраста представляют собой аллохтонные интенсивно деформированные тектонические пластины, надвинутые на фундамент (континент). Строение каждой пластины индивидуально.

Сильно дифференцированные толеитовые и известково-щелочные серии в шаровых лавах и дайках, впервые в мире обнаруженные в столь древних офиолитовых комплексах марианит-бонинитовые породы и характер ассоциирующихся с ними вулканогенно-осадочных формаций однозначно указывают на их образование в тектонической обстановке передовая дуга - окраинный бассейн. Породы фундамента претерпели "доофиолитовый" метаморфизм в основном в условиях эпидот-амфиболитовой фации ( $T^Q \approx 650$ ). Давление флюида достигало 5,5-6,5 кбар. Флюид характеризовался водно-метаново-углекислотным составом со значительным изменением количественных соотношений во времени и пространстве. В породах из зон разломов и смятия в заметных количествах появляется азот. Отсутствие зональности гранатов говорит о большой длительности метаморфизма. Следующий этап структурно-метаморфической эволюции связан с закрытием бассейна и тектоническим скупчиванием, что вызвало деформацию офиолитов, надвигание отдельных их фрагментов на окраину континента и прогрессивный метаморфизм офиолитового комплекса преимущественно в условиях фации зеленых сланцев ( $T^Q \approx 500$ ). Давление флюида достигало 5 кбар. Метаморфизм кратковременный (гранаты резко зональные), состав флюида водно-азотно-метаново-углекислотный. С этим этапом также связаны деформация и будинаж пород континента, образование маломощной диффузионной каймы вокруг будин и пятнистый характер диафтореза метаморфитов фундамента вблизи зоны взаимодействия континентальной и океанической плит.

Ближние тектонические обстановки формирования палеоокеанической коры воссоздаются также и в более раннем докембрии в структурах зеленокаменных поясов смежных регионов.

#### THE SIBERIAN RIPHEAN

In accordance with the traditional subdivision of the Uralian stratotype, the Siberian Riphean ( $1650 \pm 50$  -  $650 \pm 20$  Ma) is usually subdivided into three phytoms: the Lower, the Middle, the Upper Riphean. As a historico-geological unit with the specific stromatolite assemblage, the Siberian Lower Riphean is best substantiated within the Uchur-Maya region (hypostratotype of the Riphean). However, tracing its boundaries in other Siberian regions results often in certain difficulties. The Middle Riphean has definite phytolite features as well; however, due to most of its characteristic phytolite taxa rising into the Upper Riphean the position of the Middle-Upper Riphean boundary in Siberia is debatable. New paleontological (stromatolites, microfossils) and radiometrical data allow us to draw this boundary along the base of the Lakhanda group and its analogues which contain Baicalia-Conophyton stromatolite assemblage including several specific Baicalia (e.g., B.lacera). Replacement of this assemblage by the consequent Inzeria Jurusania one occurring in the middle of Lakhanda group fails as a criterion for the definition of the Middle-Upper Riphean boundary. Paleontological and regional geochronological data strongly suggest that a global tectonic activation aged 1000-1100 Ma predates the hypostratotype Kerpyl group which therefore is to be regarded as Upper Riphean in age.

The re-assessed data raise a problem of identification of the upper part of the Upper Riphean as an independent phytom (the Baikalian). The lower boundary of the latter is defined by an important tectonomagmatic activation 800-850 Ma ago widely manifested in Asia and elsewhere. This activation caused important sea regression in the northern and southern parts of the Siberian platform, unconformities at the base of both the type Bakalian sequence and the Vorogovka and Karagas groups, as well as granite activity on the Yenissei Ridge and the Eastern Sayan. The appearance of the rich Kalancha microphytolite assemblage took place in Baikalian deposits. The Baikalian excels the Uralian Kudashian in the time range and has a different criterion for definition.

## РИФЕЙ СИБИРИ

В Сибири, как и в уральском стратотипе, общепринято расчленение рифея ( $1650 \pm 50$  –  $650 \pm 20$  млн. лет) на три фитемы: нижний, средний и верхний рифей (возраст границ  $1350 \pm 50$  и  $1050 \pm 50$  млн. лет). Нижний рифей как историко-геологическое подразделение с характерным комплексом строматолитов в Сибири наиболее полно обоснован в Учуро-Майском регионе (гипостратотип рифея). Прослеживание границ этой фитемы за пределы гипостратотипа в Сибири часто вызывает трудности. Средний рифей также имеет определенную фитолитовую характеристику, но большинство характерных для него форм проходит в верхний рифей. Положение границы этих фитем в Сибири поэтому дискуссионно. Новые палеонтологические (строматолиты, микрофоссилии) и радиометрические материалы позволили, по нашим данным, принять эту границу в основании лахандинской серии гипостратотипа и ее аналогов, содержащих байкалиево-конофитоновую ассоциацию строматолитов и ряд характерных *Baicalia* (*B. lacera* и др.). Смена этой ассоциации инзериево-юрязаниевой, происходящая в средней части лахандинской серии и ее аналогов, потеряла смысл как критерий разграничения верхнего и среднего рифея. Палеонтологические и регионально-геохронологические данные позволяют настаивать, что глобальная тектоническая активизация с возрастом 1000–1100 млн. лет в гипостратотипе предшествовала керпыльской серии, в основание которой и следует опустить границу среднего и верхнего рифея.

Переоценка фактического материала требует вновь поставить вопрос о выделении из верхнего рифея самостоятельной фитемы – байкальского комплекса (байкалия). Его нижнюю границу определяет крупная тектоническая активизация с возрастом 800–850 млн. лет, широко проявившаяся в Азии и за ее пределами. С ней, в частности, связаны: крупный перерыв на севере и юге Сибирской платформы; угловые несогласия в основании трехчленного байкальского комплекса, вороговской и карагасской серии Южной Сибири; формирование гранитных плутонов на Енисейском кряже и в Восточном Саяне и др. В отложениях байкальского комплекса впервые появляется богатая и разнообразная каланчевская ассоциация микрофитолитов. Байкалий по возрастному объему превосходит выделяемый на Урале кудаш, а по критериям обоснования резко отличается от него.



KITSUL V. I., BOGOMOLOVA L. M., Institute of the Geology of Yakutsk Branch of the Siberian Department of the USSR Academy of Sciences, Yakutsk; DOOK V. L., Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR

## STRATIGRAPHICAL SUBDIVISION OF THE EARLY PRECAMBRIAN IN THE ALDAN SHIELD

1. Five cycles of tectonic, igneous and metamorphic processes have been recognized of structural and metamorphic grounds within the Aldan shield. Supracrustal complexes of different age which make up various structural-facial zones, together plutonic suites are regarded in terms of the regional structural-metamorphic scale. 2. The Aldan ( lower Archaean) Sakhaborian (upper Archaean - lower Proterozoic) and Ougüian ( lower Proterozoic) megacomplexes are distinguished. An infrastructural basement complex ( "grey gneisses") is tentatively revealed at the base of the Aldan and Sakhaborian megacomplexes. 3. An older unit (Iengra series) of the former is divided into 5 structural-facial zones that exhibit both the compositional and thermodynamic changes during I-st and II-nd cycles. The thermodynamic regimes at the end of II-nd and III-rd cycles tend to have a high-grade trend. The Aldan megablock and the Olekma-Stanovoy mobile belt with an intervening active zone have been identified. III-rd cycle is documented in the mobile belt and the active zone to produce the early Sakhaborides (Tungurchan complex) and is characterized by low-grade metamorphism in former and by high - and intermediate metamorphic regimes in the latter. 4. Since the beginning of IV -th cycle the mobile regime retains only in Stanovaya zone. During IV-th cycle an activation reflected in the formation of gabbro-plagiogranites suites, folds and tectonic "wedging" of early Sakhaborides into Aldanides had occurred in the western portion of the Aldan megablock. By the end of IV-th cycle the Aldan craton had been formed with the western narrow troughs of V cycle inherited the IV-th structures filled up by late Sakhaborian rocks underwent high-grade zonal metamorphism. Igneous activity is terminated by the formation of the Ougüian complex. 5. Geodynamics and igneous processes took place under conditions of the lateral differentiation of tectonic and thermodynamic regimes. During II-nd and IV-th cycles thrust nappes were formed along margins of crustal segments essentially differing in the thermodynamic metamorphic regimes.

КИЦУЛ В.И., БОГОМОЛОВА Л.М., Институт геологии Якутского филиала СО Академии наук СССР, г.Якутск; ДУК В.Л., Институт геологии и геохронологии докембрия Академии наук СССР, г.Ленинград, СССР

## СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ РАННЕГО ДОКЕМБРИЯ АЛДАНСКОГО ЩИТА

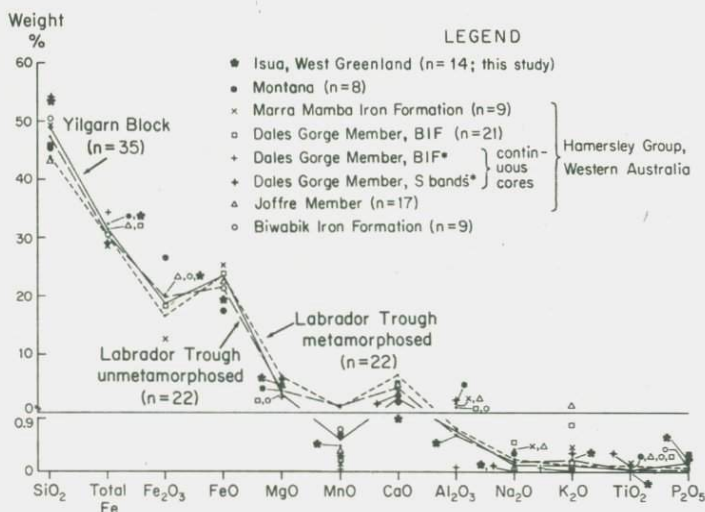
1. Специальными структурными и метаморфическими исследованиями на Алданском щите установлены 5 циклов тектонических, магматических и метаморфических процессов. К этой региональной структурно-метаморфической шкале привязаны разновозрастные супракrustальные комплексы, слагающие различные структурно-фациальные зоны и проявления плутонизма. 2. Выявлены образования алданского (нижний архей), сахаборского (верхний архей - нижний протерозой) и угуйского (нижний протерозой(?)) мегакомплексов. В основании алданского и сахаборского комплексов **предположительно** выделяется интراكрустальный комплекс основания "серых гнейсов". 3. В ранних образованиях алданского мегакомплекса (иенгрский комплекс) выявлено 5 структурно-фациальных зон, в которых наряду с изменением вещественного состава меняются и термодинамические режимы I и II циклов. В конце II и III циклов термодинамические режимы эволюционируют в сторону высокоградиентных. Обособляются Алданский мегаблок и Олекмо-Становой подвижный пояс с узкой активной зоной между ними. В подвижном поясе и в активной зоне III цикла документируется в образовании ранних сахаборид (тургунчинский комплекс) и характеризуется в подвижном поясе низкоградиентным метаморфизмом, а в активной зоне высокоградиентным и переходными режимами метаморфизма. 4. Начиная с IV цикла режим подвижных поясов сохраняется только в Становой зоне. В западной части Алданского мегаблока в IV цикле устанавливается режим зон активизации, выражающейся в формировании габбро-плагиогранитных серий, складчатости и тектоническом заклинивании ранних сахаборид в алданидах. К концу IV цикла сформировался Алданский кратон, в западной части которого в V цикле закладывались узкие прогибы, наследующие структуры IV цикла, выполненные поздними сахаборидами, испытавшими высокоградиентный зональный метаморфизм. Активные эндогенные процессы завершаются формированием угуйского комплекса. 5. Геодинамика и эндогенные процессы осуществлялись в условиях латеральной дифференциации тектонического и термодинамического режимов. Во II и IV циклах на границах сегментов коры, наиболее различавшимися термодинамическими режимами метаморфизма, формировались **покровно-надвиговые** структуры.

METAMORPHOSED BANDED IRON-FORMATIONS FROM THE ~3800 Ma ISUA SUPRACRUSTAL SEQUENCE, SOUTHERN WEST GREENLAND

The Isua supracrustal belt consists of metavolcanic, clastic and chemical meta-sedimentary rock types, including banded iron-formation (BIF). BIF occurs at two levels in the stratigraphy: a relatively thin (less than ~50m) but continuous lower formation found only in the western part of the belt, and a thicker, upper formation that hosts a 2 billion ton magnetite ore body in the northeastern part. The upper BIF occurs within a predominantly quartzitic (metachert?) sequence in which BIF units are discontinuous (in part due to deformation) and range in thickness from a few cm to greater than 50m. Conspicuous mm to cm banding in the BIF is due mainly to alternations of quartz- and magnetite-rich bands but local carbonate- and/or amphibole-rich bands also occur. These units represent quartz-oxide and quartz-silicate-oxide-carbonate types; sulphides (some py and traces of cp) are present only sporadically. Hematite is absent. In addition, some graphite-rich units occur.

Typical assemblages are: qtz-hbl-d-grun-mag-alm; qtz-mag-grun-ripidolite; sid-ferrodo-mag-grun-py-ripidolite; qtz-mag-grun-alm-calcite. Unique assemblages are: qtz-mag-act-hebenberg and qtz-mag-grun-stilpn. In most of these assemblages retrograde reactions are absent. Such assemblages are consistent with previous estimates of T ~550°C and P ~5 kb for mainstage amphibolite facies metamorphism at Isua (Boak and Dymek, 1982, EPSL), and are analogous to assemblages in younger Archean and Proterozoic magnetite-rich BIF metamorphosed to amphibolite facies.

The average major element composition of 14 samples of BIF from the upper formation (on a CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O free basis) is (in weight %): SiO<sub>2</sub>-53.10; TiO<sub>2</sub>-0.03; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-0.65; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-19.87; FeO-19.34; MnO-0.39; MgO-4.61; CaO-0.90; Na<sub>2</sub>O-0.03; K<sub>2</sub>O-0.20; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-0.20; S-0.28; C-0.38; total 99.98. These values are in the normal range of averages of younger Archean and Proterozoic BIF (see figure below). As the Isua BIF appear to be sedimentary in origin (from a possible volcanogenic source) these occurrences show that, as early as 3800 Ma, restricted basins with the appropriate physical-chemical conditions for the sedimentation of Fe-rich sediments were established. The assemblages and bulk chemistry suggest that these conditions were analogous to those for magnetite-rich sequences of the major Proterozoic BIF.





KOCHEMASOV G.G., SAINT GAL DE PONS A., Nations Unies, Projet  
"Recherches Minières Sud-Est Cameroun - SMR/81/005", Yaoundé,  
Republique Unie du Cameroun

PRESENCE DE STRUCTURES ANNULAIRES ET RADIALES AU NORD-OUEST DU  
CRATON CONGOLAIS (SUD-EST DU CAMEROUN)

Au Nord-Ouest de la large et ancienne structure sensiblement circulaire du craton du Congo, au centre de l'Afrique, on observe une relation caractéristique entre les roches du socle et de la couverture.

Le socle, composé d'orthogneiss basiques, intermédiaires, rarement acides et de granites gneissiques, charnokitiques (d'âge absolu d'environ 2,8 - 2,9 Milliards d'années), est recoupé par deux structures, en forme de grabens, remplies de métasédiments contenant des restes de serpentinites. L'une en forme d'arc longue d'environ 250 km sur le territoire camerounais et large de 40 km minimum, est orientée NE - ENE. Elle représente probablement les vestiges d'un des grabens annulaires de la zone externe du craton congolais.

L'autre, relativement rectiligne, de direction NW, d'une longueur d'environ 400 km et d'une largeur moyenne inférieure à 50 km, est radiale par rapport au craton. Les levés aéromagnétiques suggèrent ce style structural. Si ces deux grabens semblent avoir une origine ancienne (Archéen supérieur ?) et de longues et complexes relations entre eux, on observe cependant que le deuxième (radial) recoupe le premier à son niveau d'érosion actuel. Les trois séries métasédimentaires de la couverture Précambriennes sont présentes: la plus ancienne, micaschisteuse et paragneissique; l'intermédiaire, schisto-quartzitique; la plus récente, argilo-quartzitique (Protérozoïque moyen). Il est à noter que les deux premières séries se sont développées de préférence dans le graben annulaire et les deux dernières dans le graben radial. La constitution des grabens montre parfois une zonalité grossière. En périphérie prédominent les séries les plus anciennes ou les faciès littoraux et au centre les séries les plus jeunes ou les faciès abyssales. On remarque qu'au croisement de ces deux grabens se développent des calcaires du Protérozoïque moyen qui sont rares ailleurs.

THE RIPHEAN OF THE TIEN SHAN

It is distinguished three types of the sequences of the Riphean in the Tien Shan: kirghis-tersekeysky (KT), talas-karatausky (TK), chatkal-narynsky (H). The Lower Riphean is selected for the geochronology data in KT. These are the series of the porphyroids, which are covered with unconformity on the Lower Proterozoic and have the age of 1500 m.y., and possibly the higher bodies of the traps. Conditionally the lower part of the thick carbonate-clastic sequences, which lies between the Lower Proterozoic and the Middle Riphean, belongs to the Lower Riphean. The Middle Riphean in KT overlaps transgressively and consists of the two parts: below terrigenous, above terrigenous-carbonate deposits with stromatolites of the avsjansky level. They are intruded by the granitoids with the age of 1000-1100 m.y. Perhaps the part of the porphyroid sequences in H with the age of 1260 m.y. belongs to the Middle Riphean. In TK the Lower and Middle Riphean are conditionally distinguished on the position in the section. The Upper Riphean in KT consists of the three parts. In the base the arcose and quartzose sandstones lie transgressively on the Middle Riphean and maintain the clastic zircons with the age of 1200-1250 m.y. Above it is followed by the thick bodies of the spilites, which are transgressively overlapped by the terrigenous-carbonate series with stromatolites of the Upper Riphean and microfitolites of the III and IV complexes. In TK the Upper Riphean is represented by the thick flyshoid series below and molassoid series above. They maintain stromatolites of the Upper Riphean and microfitolites III and IV and are unconformitiedly overlain by the supposed analogues of the Kudash, the Vendian, the Lower Cambrian. In H the Upper Riphean is formed by the porphyric series with the age of 700-800 m.y., which are unconformitiedly overlapped by the Kudash (?) or the Vendian. It is yielded by the correlations with the Riphean of the Urals and Siberia and the Sinian of the China.

КОРОЛЕВ В.Г., КИСЕЛЕВ В.В., МАКСУМОВА Р.А., Институт геологии Академии наук Киргизской ССР, г. Фрунзе, СССР

РИФЕЙ ТЯНЬ-ШАНЯ

Выделяются три типа разрезов рифейских отложений в Тянь-Шане: киргизско-терскейский (КТ), таласо-каратауский (ТК) и чаткало-нарын-ский (ЧН). Нижний рифей выделяется по геохронологическим данным в

КТ. Это толщи порфиroidов, несогласно залегающие на нижнем протерозое, с возрастом 1,5 млрд. лет и, возможно, тесно связанные с ними вулканиты траппового типа. Условно к нижнему рифею относится часть карбонатно-терригенных толщ, широко развитых в Тянь-Шане между нижним протерозоем и средним рифеем. Средний рифей в КТ залегает трансгрессивно, имеет двухчленное строение: внизу терригенные, сверху терригенно-карбонатные отложения со строматолитами авзянского уровня, прорванные гранитоидами с возрастом 1,0-1,1 млрд. лет. К среднему рифею, видимо, относится часть порфиroidидных толщ в ЧН, возраст которых определен в 1,26 млрд. лет. В ТК нижний и средний рифей выделены условно по положению в разрезе. Верхний рифей в КТ трехчленный. В основании трансгрессивно залегающие аркозовые и кварцевые песчаники с обломочным цирконом в 1,2-1,25 млрд. лет, выше мощные толщи основных вулканитов, трансгрессивно перекрытые терригенно-карбонатными толщами со строматолитами верхнего рифея, микрофитолиитами III и IV комплексов. В ТК верхний рифей представлен мощными флишиидными внизу и молассоидными сверху толщами, содержащими строматолииты верхнего рифея, микрофитолииты III и IV комплексов. Они несогласно перекрываются толщами, вероятно, кудашского уровня, местами венда и нижнего кембрия. В ЧН в верхнем рифее развиты толщи порфиroidовой формации с возрастом 0,7-0,8 млрд. лет, также несогласно перекрыты или кудашем (?) или вендом. Проводится сопоставление с рифеем Урала и Сибири, с синием Китая.

KOROLEV V.G., MAKSUMOVA R.A., Institute of Geology of the Academy of Sciences of the Kirgiz SSR, Frunze, USSR

#### THE PRECAMBRIEN TILLITES AND TILLOIDS IN THE TIEN - SHAN

The deposits of the Upper Proterozoic in the Tien Shan include the tillites and tilloids in great volume. The study of this formation allows to decide the two problems: to create the schemes of the subdivision and the stratigraphic correlation and to reveal the paleogeographic and paleotectonic environments of the sedimentation of the containing formation. The deposits with the tillites and tilloids in the Tien Shan are the compound part of thick terrigenous and volcanic- terrigenous sequence. They correspond to the Vendian of the Russian platform. Their age is based on the discovery of the Upper Riphean and Judomian stromatolites and microfitolites, which are present in the fragments of the rocks in the tillites and tilloids, on the date of the zirconic age of the granitoids and also porphyritic series, which lie below tillites (700-800 m.y.), and on the ceiling of the tilloid complex by the Lower Cambrien. Tillites and tilloides are localized in the interval of 600-660 m.y. (K-Ar, glauconite). They are approximately simultaneous with the tillites in the



North-Western and Southern China, churochinskaya suite of the Poljudov Ridge and serebrjanskaya serie in the Middle Urals. The tillites and tilloids of the Tien Shan are include in the composition of the three formations: tilloid-carbonic-shale, tilloid-flysh-molassic and baiconur tilloidic. The first formation is formed in the continental environments. The gradations of the formation correspond with the facial range: the mountain glaciers-piedmont plain with the lakes and the temporary torrents-the subwater delta. The tillites occur only in the border mountain-glacier gradations. They replace the tilloids in the other gradations. The deposits on the tilloid-flysh-molassic formation are accumulated in the environment on the shallow see. The baiconur tilloids have the mixed proluvial-morain origin. The tilloid formation in the Tien Shan are formed in the environment of the orogenic regime: the great volume of the polymict clastic rocks, including the coarce deposits, the existence of the acid and basic lavas of the contrast series, the predominant continental environment of the sedimentation, the great facial changeability and the great gradient of the thicknesses. This regime is replaced by the subplatformic regime during the accumulation of the baiconur tilloids: the mantle occurrence, the ceiling by the chemical mantle of waste. The formation of the tilloid complex is final in the baical orogenic stage.

КОРОЛЕВ В.Г., МАКСУМОВА Р.А., Институт геологии Академии наук Киргизской ССР, г.Фрунзе, СССР

#### ДОКЕМБРИЙСКИЕ ТИЛЛИТЫ И ТИЛЛОИДЫ ТЯНЬ-ШАНЯ

Позднепротерозойские отложения Тянь-Шаня включают в большом объеме тиллиты и тиллоидные породы. Изучение этих образований связано с решением двух проблем: созданием схем расчленения верхнего докембрия региона и их стратиграфической корреляцией и выявлением палеогеографической и палеотектонической обстановки накопления вмещающих их формаций. Тиллит- и тиллоидсодержащие отложения Тянь-Шаня являются составной частью мощного терригенного и вулканогенно-терригенного разреза. Они соответствуют вендским отложениям Русской платформы. Обоснование возраста базируется на находках верхнерифейских и юдомских строматолитов и микрофитоидов, присутствующих в обломках пород в тиллитах и тиллоидах, на датировках возраста прорывающих подстилающие отложения интрузивных комплексов, а также возраста циркона подстилающих порфи́ров (около 700-800 млн. лет), налеганием на тиллоидный комплекс нижнекембрийских отложений. По глаукониту тиллиты и тиллоиды располагаются в интервале 660 и 600 млн. лет. По времени формирования и составу тиллиты и тиллоиды Тянь-Шаня ближе всего стоят к тиллитам

Северо-Западного и Южного Китая, чурочинской свите Подкова Кража и серебрянской серии Среднего Урала. Тиллиты и тиллоиды входят в состав трех формаций: тиллоид-углеродисто-сланцевой, тиллоидной флишидно-молассовой и байконурской тиллоидной. Первая формируется в континентальных условиях. Градации формации отвечают пространственному фациальному ряду: горные ледники – предгорная равнина, покрытая озерами с периодическими выносами рек, – подводная дельта. Тиллиты встречены только в горно-ледниковой краевой градации. В других градациях тиллиты сменяются тиллоидами. Отложения тиллоидной флишидно-молассовой формации накапливались в условиях мелкого моря. Байконурские тиллоиды имеют смешанное пролювиально-моренное происхождение. Большой объем полимиктовых терригенных, в том числе грубообломочных пород, включающих горизонты щелочных кислых и основных лав контрастной формации, преимущественно континентальная обстановка осадконакопления, сильная фациальная изменчивость и большие перепады мощностей свидетельствуют о формировании тиллоидных образований Тянь-Шаня в условиях орогенного режима, к концу этапа сменившегося субплатформенным (плащеобразное залегание байконурских тиллитов, смена их химическими корами выветривания). Формирование тиллоидного комплекса завершает байкальский орогенный этап.

KOZHOUKHAROVA EVGENIJA, Geol. Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

#### PRECAMBRIAN BASIC-ULTRABASIC MAGMATISM IN THE RHODOPE MASSIF

Basic-ultrabasic magmatism is found at four stratigraphic levels in the Precambrian of the Rhodope Massif. Magmatic products with carbonate and pelitic sediments form volcanogenic-sedimentary formations with well-expressed lateral variability. Regions of most active submarine igneous activity are situated in the southern part of the massif. The primary magmatic rocks have been represented by basalts, komatiites, diabases and gabbros. Basic volcanites correspond according to their chemical composition to low-potassium tholeiitic basalts. Three petrochemical groups are distinguished: titanium-enriched, high-ferritic and high-alumina basites. Ultrabasic volcanics alternate with the basic ones and represent differentiates of a common basaltic magma with poorly expressed (primitive type) differentiation. Magmatism developed over a crust of continental type, probably in shelf seas, related to deep faults affecting the marginal parts of a continental plate. The magmatic epochs coincided with periods of tectonic activation. As a result, parts of oceanic lithosphere, mainly with serpentinite composition, have been probably obducted and included spatially within the volcanogenic-sedimentary

formations. Eclogites have been formed at the base of the serpentinite tectonic lenticles. The following regional metamorphism (amphibolite facies) superimposed differential changes over this heterogeneous rock association. Various amphibolites and actinolite and chlorite schists replaced partially or totally the basic magmatites, komatiites and eclogites. The obducted parts of oceanic lithosphere were disrupted co-evally with the regional metamorphism. Thus serpentinite megaboudins have been formed, which changed allochemically in the peripheral parts into chlorite and actinolite schists, and isochemically, in the central parts, with occurrence of regenerated antophyllite, pyroxene and olivine. Some of the serpentinite massifs have been remobilized during the Alpine tectogenesis.

КОЖУХАРОВА ЕВГЕНИЯ, Геологический институт Болгарской Академии наук, София, НРБ

#### ДОКЕМБРИЙСКИЙ БАЗИТ-УЛЬТРАБАЗИТОВЫЙ МАГМАТИЗМ РОДОПСКОГО МАССИВА

Базит-ультрабазитовый магматизм установлен в четырех стратиграфических уровнях докембрия Родопского массива. Магматические продукты вместе с известковыми и пелитовыми осадками формируют осадочно-вулканогенные формации с хорошо выраженной латеральной изменчивостью. Районы самой активной подводной магматической деятельности находятся в южной части Родопского массива.

Первичные магматические породы представлены базальтами, коматиитами, диабазами и габброидами. Базитовые вулканиды по химическому составу относятся к низкокальциевым толеитовым базальтам, среди которых выделяются три петрохимические группы: высокотитановые, высокожелезистые и высокоглиноземистые. Коматииты чередуются с основными вулканидами и являются дифференциатами единой базальтовой магмы со слабо выраженной примитивной дифференциацией.

Магматизм развит в коре континентального типа, вероятно, в шельфовых морях, в связи с глубинными разломами на окраинах континентальной плиты. Эпохи магматизма сопровождаются тектонической активизацией и обдукцией частей океанической коры серпентинитового состава на континентальный шельф, которые включаются в состав осадочно-вулканогенных формаций. В основе серпентинитовых тектонических пластин образовались эклогиты.

Последующий региональный метаморфизм амфиболитовой фации вызывает дифференцированное изменение разнородной скальной ассоциации. Амфиболиты, актинолитовые и хлоритовые сланцы замещают основные магматиты, коматииты и эклогиты. Обдукцированные части океанической коры разрываются при региональном метаморфизме и формируют серпентинитовые мегабудины. Последние изменяются аллохимически на периферии, образуя хлоритовые и актинолитовые сланцы, а в центре — изохимически с



появлением регенерированного антофиллита, пироксена и оливина. Во время альпийской тектогенезы некоторые из серпентинитовых массивов ремобилизовались.

KOZLOV V.I., Geological Institute of the Bashkirian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Ufa, USSR

#### STRATOTYPE OF THE RИPEAN IN THE URALS

The Upper Proterozoic of the USSR is subdivided into Riphean ( $1650 \pm 50$  -  $650 \pm 20$  Ma) and Vendian. The Upper Precambrian sequence of the central and western parts of the Bashkirian anticlynorium in the South Urals is considered to be the stratotype of the Riphean. The type sequence is characterized by:

1. A distinctive rhythmic composition: it contains four megarhythms-groups, separated by disconformities and in some places by unconformities. Each of the three lower groups (Burzyan, Yurmata, Karatau) consists of clastics in the lower and of shales and/or carbonates in the upper part; the fourth group (Krivoluk) consists of clastics only.
2. Weak epigenetic alternation of the rocks and diverse successive sets of phytolites and microfossils. Four stromatolite and micro-phytolite assemblages and a number of microbios are superimposed in the sequence, constituting a specific paleontological characteristics of each group.
3. Decreasing of the radiometric ages upsection from 1540 Ma to 660-630 Ma.
4. Presence of lithologically specific members in each group.

The Uralian stratotype of the Riphean contains superposition of the type sections of the main chronostratigraphic subdivisions, defined within the Riphean by means of geological and paleontological criteria: Burzyanian or Lower Riphean ( $1650 \pm 50$  Ma), Yurmatanian or Middle Riphean ( $1350 \pm 50$  -  $1000 \pm 50$  Ma), Karatovian or Upper Riphean ( $1000 \pm 50$  -  $690 \pm 20$  Ma) and Kudashian.

Characteristic lithological and paleontological features, lithostratigraphy and isotopic ages of the type sections are discussed.

КОЗЛОВ В.И., Институт геологии Башкирского филиала АН СССР, Уфа, СССР

#### СТРАТОТИП РИФЕЯ УРАЛА

В общей стратиграфической шкале докембрия СССР в составе верхнего протерозоя выделены рифей ( $1650 \pm 50$  -  $650 \pm 20$  млн. лет) и венд. Стратотипом рифея служит разрез верхнего докембрия западного крыла и

осевой части Башкирского антиклинория на Южном Урале. Для стратотипа характерны.

1. Четкая ритмичность строения: разрез объединяет четыре мегаритма, выделяемых в ранге серий, разделенных перерывами, а иногда и угловыми несогласиями. Три нижние серии (бурзьянская, юрматинская и каратавская) начинаются обломочными, а заканчиваются глинистыми и(или) карбонатными толщами; четвертая серия (криволукская) сложена терригенными породами.

2. Незначительные эпигенетические изменения пород и разнообразные наборы фитоцитов и микрофоссилий. В карбонатных отложениях выделяются четыре последовательных комплекса строматолитов и микрофитоцитов, а в терригенных - ряд микробитов; они определяют специфику палеонтологической характеристики каждой серии.

3. Последовательное убывание радиометрических дат снизу вверх по разрезу от 1540 до 660-630 млн. лет.

4. Наличие в составе каждой серии специфических литологически выдержанных толщ.

Уральский стратотип рифея вмещает последовательность типовых подразделений главных хроностратиграфических единиц, установленных в составе рифея: бурзяния или нижнего рифея ( $1650 \pm 50$  -  $1350 \pm 50$  млн. лет), юрматиния или среднего рифея ( $1350 \pm 50$  -  $1000 \pm 50$  млн. лет), каратавия или верхнего рифея ( $1000 \pm 50$  -  $690 \pm 20$  млн. лет) и кудаша. Рассматриваются характерные черты литологии, палеонтологии, изотопного возраста типового разреза рифея.

KRATZ K.O., Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the USSR Acad. of Sciences, Leningrad;

BOGDANOV Yu.B., All-Union Geological Institute, Leningrad;

ZAGORODNYI V.G., Kola Branch of the USSR Acad. of Sciences,

Apatity; NEGRUTSA V.Z., North-Western Industrial Geological Board,

Leningrad; ROBONEN V.I., SOKOLOV V.A., Karelian Branch of the USSR

Acad. of Sciences, Petrozavodsk, USSR

#### TYPE SECTION OF THE BALTIC SHIELD LOWER PRECAMBRIAN

The Lower Precambrian section of the eastern part of the Baltic Shield, regarded as a type one for the USSR territory, is subdivided into three high-rank chrono-stratigraphic units: Saamian, Iopian and Karelian. They reflect three megacycles in the evolution of the region's Earth's crust. The boundaries of the units are defined by the principal unconformities marking cratonization and deep denudation epochs, dated  $3100$ ,  $2700 \pm 100$  and  $1650 \pm 50$  Ma. The Saamian complex comprises charnockite, amphibolite and gneiss-granitoid-tonalitic assemblages. The Iopian complex is represented by

two superimposed strata which in the most complete sequences demonstrate superposition of the following rock-assemblages: metaclastic, metabasite-komatiite, metabasite-liparite, BIF and/or pyritic and gneiss-schists ones. Karelian complex is subdivided into six regional chronostratigraphic units: Sumian, Sariolian (dominated by basic and, less frequently, ultrabasic and acid volcanics and conglomerates), Jatulian (paleosols, grey and red quartz conglomerates and sandstones, dolomites and basic volcanics), Indivian (carbonaceous siliceous-carbonate-shaly and deposits and volcanics), Livvian (flyschoid clastic deposits), and Vepsian (red quartz sandstones). Each straton comprise several lithostratigraphic units and has type sections located in Karelia.

The above Lower Precambrian chronostratigraphic subdivisions by means of geological and radiometric criteria are traced throughout the whole Karelian and Kola region, however positions of the boundaries of some of them in the Kola sequences are disputable. Time-analogues of the subdivisions are recognizable in the Finnish part of the Baltic Shield.

КРАТЦ К.О., Институт геологии и геохронологии докембрия АН СССР, г.Ленинград; БОГДАНОВ О.Б., Всесоюзный геологический институт, г.Ленинград; ЗАГОРОДНЫЙ В.Г., Кольский филиал АН СССР, г.Апатиты; НЕГРУЦА В.З., Северо-Западное производственное геологическое управление, г.Ленинград; РОБОНЕН В.И., СОКОЛОВ В.А., Карельский филиал АН СССР, г.Петрозаводск, СССР

#### ТИПОВОЙ РАЗРЕЗ НИЖНЕГО ДОКЕМБРИЯ БАЛТИЙСКОГО ШИТА

В разрезе нижнего докембрия восточной части Балтийского щита, признанного типовым для территории СССР, выделяется три хроностратиграфических подразделения высокого ранга: саамий, лопий, карелий, - которые отражают три мегаэтапа необратимого развития земной коры региона. Границами комплексов служат несогласия, отмечающие эпохи кратонизации и глубокой денудации 3100; 3, 2700±100 и 1650±50 млн. лет назад. Саамский комплекс объединяет амфиболитовую, чарнокитовую и гнейсо-гранитоидно-тоналитовую ассоциации пород. Лопийский комплекс представлен двумя разновозрастными стратонами, в полных разрезах которых устанавливаются последовательность следующих толщ: метаобломочная, metabasite-komatiitовая, metabasite-liparitовая, сланцево-кварцитовая железорудная и (или) колчеданная и гнейсово-сланцевая. Карельский комплекс подразделяется на шесть стратонов, понимаемых как региональные хроностратиграфические единицы: сумий, сариолий (преобладают вулканы основного, среднего, реже ультраосновного и кислого состава, конгломераты), ятулий (коры химического выветривания, серо- и красноцветные кварцевые конгломераты, песчаники, доломиты, основные



эффузивы), людитовый (углеродистые, кремнисто-карбонатно-сланцевые и вулканогенные толщи), ливвий (флишoidные песчано-сланцевые толщи), вепсий (красноцветные кварцито-песчаники). Каждый из стратонов объединяет по несколько стратиграфических подразделений и опирается на систему стратотипов, расположенных в Карелии.

Перечисленные хроностратиграфические подразделения нижнего докембрия с помощью геологических и радиометрических критериев прослеживаются по всему Кольско-Карельскому региону, но положение границ некоторых из них в Кольских разрезах дискуссионно. Аналоги названных подразделений выделяются на Финской части Балтийского щита.

KRÖNER A., Institut für Geowissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität, Saarstr. 21, 6500 Mainz, FRG

#### FOLD BELTS AND PLATE TECTONICS IN THE PRECAMBRIAN

Mobile belts of the Precambrian differ considerably from each other in rock composition, metamorphic grade, tectonic style and length of evolution, but they can all be explained through horizontal interaction of rigid lithospheric segments and they were therefore *all* produced by plate tectonics. This conclusion is supported by evidence for plate motion since the early Archaean.

Archaean high-grade terrains appear to underlie most, if not all, granite-greenstone terrains and may therefore be representative of the lower Archaean crust in general. They are not the result of distinct orogenic processes but were generated through repeated crustal interstacking associated with early Precambrian plate interaction whose detailed mechanism remains unknown. These terrains are unlikely to have been formed in accretionary wedges above subduction zones. Intracrustal thrust zones, where segments of the lower crust were brought to the surface along listric faults, superimposed a linearity on the high-grade gneisses that defines the mobile belt.

Early Proterozoic mobile belts are explained by a model that involves large-scale crustal distortion, predominantly by stretching, elongate basin-formation and intracontinental (ensialic) orogeny, through mechanisms ranging from crust restacking to transform shearing. Small ocean basins may have been destroyed during this process, but the full modern Wilson-cycle was not in operation in these cases.

The evolution of early Proterozoic domains dominated by calc-alkaline assemblages remains enigmatic, and decisive evidence for arc accretion and Andean-type development is lacking although geochemical data support these settings. Major oceans *may* have been destroyed under these terrains, but the mechanism of subduction remains unknown.

Late Proterozoic rock assemblages suggest that ensialic mobile belts were still formed by limited crustal dispersal and reassemblage at some places while elsewhere the full Wilson-cycle was in operation since at least 900 Ma ago, and geological evidence for sea-floor spreading and lateral crustal accretion becomes widespread.

Precambrian mobile belts therefore reflect the unidirectional development of global plate tectonics towards present dynamics of plate interaction.

KRYLOV I.N., LEVCHENKOV O.A., LOBACH-ZHUCHENKO S.B., CHEKULAJEV V.P.,  
Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR

#### HETEROGENEITY OF STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF ARCHAEOAN LITHOSPHERE OF THE KARELIAN GRANITE-GREENSTONE TERRAIN

The structural heterogeneity of the Karelian granite-greenstone terrain is due to the diversity in volcanic suites within individual greenstone belts, compositional variations of basalts (which predominate in the successions), composition and structure of gneiss-granite areals, separating the greenstone belts. The heterogeneity of the development of the Karelian granite-greenstone terrain is reflected in the diachronous occurrence of similar endogenous processes in different parts of the terrain, change of intermediate pressure metamorphism by high-gradient metamorphism. The revealed features of structure and development show spatial regularities. The following 4 zones can be distinguished: the East Karelian (1), Central Karelian (2), West Karelian (3) and East Finland (4). The zones 1 and 2 are characterized by volcanic events at the 3.0 - 2.9 b. y. boundary with an subsequent metamorphism under intermediate pressure conditions, granite-forming event in the 2.9 - 2.8 b. y. range. In the zones 3 and 4 the volcanism occurred in the 2.8 - 2.65 b. y. range. These zones exhibit a high-gradient metamorphism, granites are dated at 2.75 - 2.65 b. y. The zones 1 and 3 are similar in the type of volcanism. A whole spectrum of volcanics ranging from peridotitic komatiites to rhyodacites is recognized in these zones. There is, in addition, a similarity between the volcanism of the zones 2 and 4, where bimodal volcanism (lacking andesites) is common. The correlation of endogenous processes in space and in time suggests that the revealed zones had been characterized by different regime of the deep-seated processes yet at an earlier (3.0 - 2.9 b. y. ago) stage in accordance to different thickness and thermal state of an ancient lithosphere.

КРЫЛОВ И.Н., ЛЕВЧЕНКОВ О.А., ЛОБАЧ-ЖУЧЕНКО С.Б., ЧЕКУЛАЕВ В.П.,  
Институт геологии и геохронологии докембрия АН СССР, г. Ленинград,  
СССР

## ГЕТЕРОГЕННОСТЬ СТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АРХЕЙСКОЙ ЛИТОСФЕРЫ КАРЕЛЬСКОЙ ГРАНИТ-ЗЕЛЕНОКАМЕННОЙ ОБЛАСТИ

Гетерогенность строения Карельской гранит-зеленокаменной области связана с различиями в ассоциациях вулканитов отдельных зеленокаменных поясов, с вариациями в составе базальтов (преобладающих в разрезах), с составом и структурой гнейсо-гранитных ареалов, разделяющих зеленокаменные пояса. Гетерогенность развития Карельской гранит-зеленокаменной области находит свое отражение в разновременности сходных эндогенных процессов в различных частях области, смене метаморфизма умеренного давления высокоградиентным метаморфизмом. Установленные особенности строения и развития закономерны в пространстве — выделяются 4 зоны: Восточно-Карельская (1), Центрально-Карельская (2), Западно-Карельская (3) и Восточно-Финляндская (4). Зоны 1 и 2 характеризуются проявлением вулканизма на рубеже 3,0–2,9 млрд. лет, последующим метаморфизмом в условиях умеренного давления, гранитообразованием в интервале 2,9–2,8 млрд. лет. Вулканизм в зонах 3 и 4 имел место в интервале 2,8–2,65 млрд. лет; для них характерен высокоградиентный метаморфизм, возраст гранитов определяется равным 2,75–2,65 млрд. лет. Зоны 1 и 3 сходны по характеру вулканизма. Для них устанавливается полный спектр вулканитов — от перидотитовых коматитов до риодацитов. Сходен вулканизм и зон 2 и 4, где проявлен бимодальный вулканизм (отсутствуют андезиты). Корреляция эндогенных процессов в пространстве и во времени позволяет показать, что выделенные зоны различались режимом глубинных процессов уже на раннем (3,0–2,9 млрд. лет) этапе развития, отражая различную мощность и термическое состояние древней литосферы.

КУБИЦКИ С., РЫКА В., Геологический институт, г. Варшава, ПНР

## ПОЗДНЕДОКЕМБРИЙСКИЙ ПЛАТФОРМЕННЫЙ МАГМАТИЗМ И КАРБОНАТИТЫ В КРАЕВОЙ ЧАСТИ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА В ПОЛЬШЕ

Тектоно-магматическое развитие кристаллического фундамента Польши (западная часть Восточно-Европейской платформы) завершилось платформенным магматизмом, который, по-видимому, проявился около 900 млн. лет тому назад. Тогда вдоль глубинных разломов главным образом субширотного простирания внедрились интрузии сиенитов, нефелиновых сиенитов, габбро и пироксенитов. В настоящее время эрозионный срез этих массивов под подмезозойской поверхностью составляет от 5 до



400 км<sup>2</sup>. Они сложного, кольцевого строения, как правило, полициклические и полигенные и, кроме того, разбиты многочисленными более поздними сбросами. Магматические породы были омоложены в заальской фазе, когда внедрились многочисленные дайки микросиенитов и лампрофиров и, по-видимому, того же возраста интенсивная метасоматическая переработка пород. Эти превращения сопровождалось образованием высоко- и низкотемпературных карбонатов.

Высокотемпературные карбонатиты приурочены к нефелиновым сиенитам, в которых образуют зоны мощности от нескольких до более десятка метров в виде штокверков, иногда с преобладанием жильных форм. Среди многочисленных разновидностей жильных карбонатитов, в которых ранние эгирин-альбит-лопаритовые сменяются разнообразными ассоциациями, содержащими преимущественно альбит и обычные карбонаты с большой примесью флюорита, лопарита, циркона и цирконолита, эвдиалита, бастнезита, пироклора, редкоземельных фосфатов, катаплевита, анальцима, содалита, гематита и др.

Низкотемпературные карбонатиты в основном цементируют брекчию пироксенитов. Они сложены главным образом кальцитом, альбитом, флюоритом, которые сопровождаются бербанкитом, пиритом, пирротинитом, стронцианитом, хлоритом, галенитом, халькопиритом, а также доломитом, баритом и реже кварцем и каолинитом.

KULIKOV V.S., RYBAKOV S.L., Institute of Geology of the Karelian Branch of the Academy of Sciences of the USSR, Petrozavodsk; BERKOVSKY A.N., CHEKULAYEV V.P., IGGD of the Academy of Sciences of the USSR, Leningrad; KRESTIN E.M., MGRI, Moscow; SIVORONOV A.A., MALIUK B.I., State University of Lvov, Lvov, USSR

#### GEOLOGY AND METALLOGENY OF THE ARCHEAN GREENSTONE BELTS IN THE BASEMENT OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM

Being confined to the axial part of the East European platform, the three major granite-greenstone areas (Karelian, Kursk and Srednedneprovskaya) seem to be the relics of a single Archean megastructure stretching for over 2000 km from north to south. The greenstone belts are composed of Archean (3.1 - 2.7 b.y.) rocks that belong to the Lopian complex, the Mikhailovskaya and Konsko-Verhovtsevsкая series. The formation of the belts is due to the specific geodynamic regime of the Archean lithosphere. This is reflected in the structure of the volcanogenic-sedimentary terrains characterized by the following three main types of sequence (from bottom to top): 1) tholeiite + komatiite → tholeiite + dacite ( ± andesite) → dacite + andesite; 2) andesite ( ± dacite) → tholeiite ( ± komatiite) → dacite →

tholeiite  $\rightarrow$  dacite ( $\pm$  sediments) ; 3) tholeiite ( $\pm$  komatiite)  $\rightarrow$  rhyodacite  $\rightarrow$  tholeiite  $\rightarrow$  sediments. Mafite-ultramafite intrusions are typical of the early developmental stages of the belts whereas granitoid intrusions are characteristic of the late stages. The volcanogenic-sedimentary ore genesis responsible for the formation of extensive stratiform pyrite and iron ore deposits was a leading ore-generating process in the belts. Deposits of magmatic (Ni, Co, Cu, Cr, Pt, Ti, V - in mafites and ultramafites) and hydrothermal - metasomatic (Cu, Zn, Pb, Mo, Au, rare metals related to acid magmatism) classes are subordinate. Regional metamorphism contributed to the regeneration of stratiform deposits.

КУЛИКОВ В.С., РЫБАКОВ С.И., Институт геологии Карельского филиала АН СССР, г.Петрозаводск; БЕРКОВСКИЙ А.Н., ЧЕКУЛАЕВ В.П., ИГТД АН СССР, г.Ленинград; КРЕСТИН Е.М., МГРИ, г.Москва; СИВОРОНОВ А.А., МАЛОК Б.И., Львовский госуниверситет, г.Львов, СССР

#### ГЕОЛОГИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ АРХЕЙСКИХ ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ ФУНДАМЕНТА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

К осевой части фундамента Восточно-Европейской платформы приурочены три главные гранит-зеленокаменные области (Карельская, Курская и Среднеднепровская), которые, вероятно, представляют собой реликты единой архейской мегаструктуры, протягивающейся в субмеридиональном направлении на расстояние более 2000 км. Зеленокаменные пояса в них сложены архейскими (3,1-2,7 млн. лет) породами лопийского комплекса, михайловской и конско-верховцевской серий. Формирование поясов обусловлено специфическим геодинамическим режимом архейской литосферы. Это нашло отражение в строении вулканогенно-осадочных толщ, характеризующихся тремя главными типами разрезов (снизу вверх): 1) толеит+коматит  $\rightarrow$  толеит+дацит ( $\pm$ андезит)  $\rightarrow$  дацит+андезит; 2) андезит ( $\pm$ дацит)  $\rightarrow$  толеит ( $\pm$ коматит)  $\rightarrow$  дацит  $\rightarrow$  толеит  $\rightarrow$  дацит ( $\pm$ осадки); 3) толеит ( $\pm$ коматит)  $\rightarrow$  риодацит  $\rightarrow$  толеит  $\rightarrow$  осадки. Для ранних стадий формирования поясов типичны мафит-ультрамафитовые интрузии, для поздних - гранитоидные.

Ведущим рудогенерирующим процессом в поясах был вулканогенно-осадочный рудогенез, ответственный за формирование крупных стратиформных колчеданных и железорудных месторождений. Подчиненное значение имеют месторождения магматического (Ni, Co, Cu, Cr, Pt, Ti, V в мафитах и ультрамафитах) и гидротермально-метасоматического (Cu, Zn, Pb, Mo, Au, редкие металлы, связанные с кислым магматизмом) классов. Процессы регионального метаморфизма способствовали регенерации стратиформных месторождений.

PRECAMBRIAN METAMORPHOGENETIC ORE FORMATION IN THE SOVIET FAR EAST

Precambrian formations of the North-Western part of the Pacific mobile belt (the Soviet Far East) are diverse in ages, geostructural situation and material composition (Aldan shield, Stanovaya and Sikhote-Alin folded systems, Bureinsky, Khankaisky, Eskimosky, Taigonosky and other massives). A range of metamorphism manifestations is great in forms, stages, in time and space, and that is responsible for the presence of various genetic, mineral and chemical different-aged metamorphogenetic ore formations in Precambrian complexes (iron, manganese, titanium, alumina, apatite, graphite, quartz, phlogopite, muscovite, boron, magnesium, copper, gold, lead, zinc, nickel, etc.). Deposits occurring in the Archean formations are due to regional metamorphism of granulitic and amphibolitic facies of moderate pressure. Lower-Proterozoic complexes were metamorphosed under conditions of amphibolite-greenschist facies of moderate (here, and there of high) pressure and enclose metamorphosed, metamorphic and rarely ultramorphic deposits. Upper-Proterozoic strata contain metamorphosed deposits in the places of manifestations of regional metamorphism of greenschist-zeolite facies of moderate pressure, and contact-metamorphosed deposits - in the places of contact metamorphism near by granitoid intrusions. Stratiform concentrations of non-ferrous and precious metals are of great interest, these concentrations occur in Upper-Proterozoic complexes of the Southern and Eastern marginal parts of the Siberian platform. Activation of rigid structures in the fractured zones resulted in the development of occurrences of mineral deposits, that appeared under regressive alkaline metasomatism and hydrothermal metamorphism. Higher concentrations of matter accumulated in Precambrian in the period of the forming of sedimentary, volcanogenic-sedimentary and magmatic rocks are the main constituent of metamorphogenetic deposits. Metamorphogenetic minerageny is characterized by multi-staged development (several productive epochs) and by "through" polygenetic concentrations of elements (iron, manganese, aluminium, phosphorus, titanium, gold, etc.). The characteristic features of ore specialization of the oldest complex made it possible to define this region as the Far-East mineragenetic section of the Pacific Precambrian mineragenetic belt, where morphogenetic ore formation plays an important role.



## МЕТАМОРФОГЕННОЕ РУДООБРАЗОВАНИЕ В ДОКЕМБРИИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА СССР

Докембрийские образования северо-западного сектора Тихоокеанского подвижного пояса (Дальний Восток СССР) разнообразны по возрасту, геоструктурному положению и вещественному составу (Алданский щит, Становая и Сихотэ-Алиньская складчатые системы, Буреинский, Ханкайский, Эскимосский, Тайгоносский и др. массивы). Крайне широк спектр проявления метаморфизма по видам и степеням, во времени и пространстве это обусловило наличие среди комплексов докембрия многообразного в генетическом, минеральном и химическом отношении разновозрастного метаморфогенного рудообразования (железо, марганец, титан, глинозем, апатит, графит, кварц, флогопит, мусковит, магнит, бор, медь, золото, свинец, цинк, никель и др.). В архейских формациях развиты месторождения, являющиеся результатом регионального метаморфизма и ультраметаморфизма гранулитовой и амфиболитовой фаций умеренного давления. Комплексы нижнего протерозоя метаморфизованы в условиях амфиболитовой-зеленосланцевой фации умеренных (местами высоких) давлений и вмещают метаморфизованные, метаморфические, реже ультраметаморфические месторождения. Толщи верхнего протерозоя в местах проявления регионального метаморфизма зеленосланцевой-цеолитовой фации умеренного давления несут метаморфизованные месторождения, а в местах контактового метаморфизма вблизи гранитоидных интрузий — контактово-метаморфизованные месторождения. Особо интересны стратиформные концентрации цветных и благородных металлов, отмеченные в верхнепротерозойских комплексах южного и восточного обрамления Сибирской платформы. Как результат активизации жестких структур в зонах разломов развиты залежи полезных ископаемых, возникших при регрессивных щелочном метасоматозе и гидротермальном метаморфизме. Основу метаморфогенных месторождений составляют повышенные концентрации вещества, накопленные в докембрии при формировании первичных осадочных, вулканогенно-осадочных и магматических пород. Метаморфогенной минерации характерна многоэтапность (несколько продуктивных эпох) и "сквозной" характер полигенных концентраций ряда элементов (железо, марганец, алюминий, фосфор, титан, золото и др.). Особенности рудной специализации древнейших комплексов определяют регион как Дальневосточный докембрийский минерогенический сектор Тихоокеанского докембрийского минерогенического пояса, в котором существенную роль играет метаморфогенное рудообразование.

KUSHEV V.G., GABOV N.F., Geological Institute of the Buryat Branch of the Siberian Division of the Acad. of Sci. of the USSR, Ulan-Ude, USSR

# ECLOGITES OF THE SOUTH BORDER OF SIBERIAN PLATFORM AS INDICATOR OF ANCIENT SUTURE ZONES

For a long time eclogites, especially in association with blueschists and lawsonite-bearing rocks were supposed to be of young age. Only 20-25 y. ago there were proved occurrences of significantly older eclogites with isotope ages about 1800 m.y. and even more, in high-grade metamorphics.

Eclogites of this kind (e.g. in Northern Kazakhstan and Northern Transbaikalian) occur as layers up to 300 m thick, lenses, boudins and small massifs that are in most instances gradational and in equilibrium with the surrounding shists and gneisses of amphibolite - granulite facies.

Eclogites of all ages from Precambrian to Tertiary indicate a high-pressure origin but a wide range of temperatures which are characteristic for suture zones similar to junctions of ocean-continent type. The existence of the eclogite-gneiss series in the South Border of the Siberian Platform is of great importance for paleo-metamorphic and paleotectonic reconstructions. In details it is demonstrated on the example of the Northern Transbaikalian.

The eclogites and zoisite-bearing rocks must substitute blueschists and lawsonite-bearing rocks at depth and then remain stable up to amphibolite - granulite facies levels. Moreover eclogites may also substitute chemically suitable rocks of the former metamorphic series under relative low-temperature - high-pressure conditions of superimposed metamorphic events.

The existence of eclogites and of eclogitic shists together with high-pressure granulites may be regarded as indication of ancient suture zones which provided high pressures necessary for eclogite formation. This is in good agreement with previous assumption that first suture zones appeared in the Early Proterozoic thus indicating the very important change of the Archean tectonic style to the regime of mobile belts, with primitive subduction zones marked by eclogites. The fixed by ophiolites suture zones similar to Phanerozoic ones appeared on the borders of the evolving mobile belts only at the end of Riphean.

## ЭКЛОГИТЫ ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ДРЕВНИХ ШОВНЫХ ЗОН СОЧЛЕНЕНИЯ

Долгое время предполагалось, что эклогиты, особенно в ассоциации с глаукофановыми сланцами и лавсонитсодержащими породами, имеют молодой возраст. Только 20–25 лет назад были выявлены значительно более древние эклогиты с изотопными возрастами порядка 1800 млн. лет и даже древнее среди глубокометаморфизованных пород.

Эклогиты данного типа (например, в Северном Казахстане и в Северном Забайкалье) залегают в виде пластовых тел мощностью до 300 м, линз, будин и небольших массивов, которые в большинстве случаев обнаруживают постепенные переходы и равновесность с окружающими сланцами и гнейсами амфиболитовой или гранулитовой фаций.

Эклогиты всех возрастов, от докембрия до третичного, являются показателями высоких давлений в момент образования при широких колебаниях температуры, что характерно для шовных зон сочленения, подобных существующим зонам сочленения типа океан – континент. Наличие эклогит-гнейсовых серий в южном обрамлении Сибирской платформы имеет большое значение для палеометаморфических и палеотектонических реконструкций. Подробно это иллюстрируется на примере Северного Забайкалья.

Эклогиты и цоизитсодержащие породы должны замещать глаукофановые сланцы и лавсонитсодержащие породы на глубине и затем оставаться устойчивыми вплоть до уровня амфиболитовой – гранулитовой фаций. Более того, эклогиты могут также замещать соответствующие по химизму породы прежних метаморфических толщ при наложении метаморфизма в условиях относительно низких температур и повышенных давлений.

Существование эклогитов и эклогитовых сланцев совместно с гранулитами высоких давлений может рассматриваться как свидетельство существования древних шовных зон сочленения, в которых возникали высокие давления, необходимые для формирования эклогитов. Это согласуется с ранее высказанными предположениями о том, что шовные зоны сочленения впервые появились в раннем протерозое, знаменуя собой очень важный рубеж – смену архейского стиля тектоники режимом подвижных поясов с еще примитивными зонами субдукции, опознаваемыми по эклогитам. Шовные зоны сочленения, фиксируемые по офиолитам, и достаточно сходные с фанерозойскими, появились по краям развивавшихся подвижных поясов только в позднем рифе.



## РОЛЬ ДОКЕМБРИЯ В МЕТАЛЛОГЕНИИ ЧЕШСКОГО МАССИВА

Не так давно большинство рудных месторождений Чешского массива считалось продуктом варисской металлогенической эпохи. К более древним принадлежали лишь протерозойские колчеданные месторождения и раннепалеозойские осадочные железные руды. Более молодыми считались лишь рудопрооявления в третичных вулканитах.

Только в 60-х годах выделена новая важная эпоха мезозойского возраста, которая характеризуется месторождениями флюорит-баритовых и полиметаллических руд (Ванечек, Легиерски, Хрт) в северо-западной и северной части Чехии.

В последнее время на основе работ Руса, Поубы, Моравка определено большое значение древней кадомской металлогенической эпохи для формирования рудного потенциала Чешского массива.

Настоящие результаты показывают, что оруденение встречается в двух основных типах: а) стратиформное оруденение в докембрийских породах, которое обыкновенно ассоциирует с субмаринным вулканизмом (баритовые и полиметаллические руды); б) древнее оруденение, которое частично переотложено в варисской металлогенической эпохе (Au-оруденение и полиметаллическое оруденение типа Кржижановице).

Имеющиеся результаты разведочных работ свидетельствуют о необходимости переоценки взглядов и большом значении докембрийского оруденения.

LAAJOKI, KAUKO, University of Oulu, Oulu, Finland

## EVOLUTION OF THE PRECAMBRIAN SEDIMENTATION AND VOLCANISM IN FINLAND

From the point of view of exogenic geology, four main Precambrian evolutionary stages can be established in Finland: 1) Late Archaean (Presvecokarelidic) greenstone-schist evolution on an unknown basement. 2) At least four cycles of Early Proterozoic (Karelian) continental-epi/pericontinental sedimentation and volcanism on the cratonized Late Archaean basement. 3) Early Proterozoic (Svecofennian) eugeosynclinal evolution west of, or in part on the Late Archaean basement and its cratogenic cover. 4) Middle-Late Proterozoic continental sedimentation on the stabilized Early Proterozoic (Post-Svecokarelidic) basement.

## THE PROBLEM OF RELATIONS OF GRANULITES AND GRANITE-GREENSTONE TERRAINS

1. Relations of granulite and granite-greenstone complexes are traced out in two geological situations: 1/ in marginal zones of granulites and greenstones joinings, 2/ within granite-greenstone terrains, where monofacially metamorphized granites and gneisses of an amphibolitic facies include granulitic blocks. Relations of the first type are observed: in the southern part of Dharwar granite-greenstone Region /South India/ in the zone of its joining with the condalite-charnockites province; in the south-western part of Yilgarn granite-greenstone region /West Australia/ on the boundaries with a large granulitic massif; in the western part of the Aldan-Vitim shield /the zone of Chara-Olekma granite-greenstone region joining with the Aldan crystal massif/. Relations of the second type are known in a lot of granite-greenstone terrains, especially in the Superior Province /South Canada/, in Finn-Karelia and Middle Dnieper Area.

2. In spite of the complex history of tectonic and metamorphic processes in the regions mentioned above, it is possible to determine everywhere through geological correlations more ancient age granulite complexes in relation not only to greenstone structures but to their foundations as well. In all cases marginal parts of granulitic regions and blocks bear indisputable features of later metamorphic influence and deep structural reconstructions which are synchronous with the process of granite-greenstone terrains formations.

3. Seismic analysis show that granite-greenstone regions are characterized by the presence of a layer of heightened speeds in the lower horizons of the earth crust, physical characteristics of which are close to those of granulites. This layer spreads from the Conrad boundaries to the Mohorovicich division.

ЛАЗЬКО Е.М., СИВОРОНОВ А.А., ЛЫСАК А.М., Львовский государственный университет, геолфак, г. Львов, СССР

## К ПРОБЛЕМЕ СООТНОШЕНИЯ ГРАНУЛИТОВЫХ И ГРАНИТО-ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ОБЛАСТЕЙ

1. Соотношения гранулитовых и гранито-зеленокаменных комплексов отмечаются в двух геологических обстановках: 1) в приконтактовых зонах сочленения гранулитовых и гранито-зеленокаменных областей и 2) внутри гранито-зеленокаменных областей, где среди монофациаль-

ных метаморфизованных в условиях амфиболитовой фации гранито-гнейсовых образований фундамента зеленокаменных поясов находятся глыбы гранулитов. Соотношения первого типа наблюдаются: в южной части Дарварской гранито-зеленокаменной области (Южная Индия) в зоне ее сочленения с кондалит-чарнокитовой провинцией; в юго-западной части Илгариской гранито-зеленокаменной области (Западная Австралия) на границе с крупным гранулитовым массивом; в западной части Алдано-Витимского щита (зона сочленения Чаро-Олекминской гранито-зеленокаменной области с Алданским кристаллическим массивом). Соотношения второго типа известны во многих гранито-зеленокаменных областях, но особенно отчетливо проявлены в провинции Сьюперior (Южная Канада), в Фенно-Карельской и Среднеприднепровской областях.

2. Несмотря на сложную историю тектонических и метаморфических процессов в указанных регионах, по геологическим соотношениям всюду удается установить более древний возраст гранулитовых комплексов не только по отношению к зеленокаменным структурам, но и их фундаменту. Во всех случаях краевые части гранулитовых областей и глыб несут явные признаки более позднего метаморфического воздействия и глубоких структурных перестроек, синхронных с процессами формирования гранито-зеленокаменных областей.

3. Сейсмические исследования показывают, что гранито-зеленокаменные области характеризуются наличием в нижних горизонтах земной коры слоя повышенных скоростей, физические параметры которого близки к гранулитам. Этот слой распространяется от границы Конрада до раздела Мохоровичича.

LESHER C.M., Univ. of Toronto, Canada; GROVES D.I., Univ. of Western Australia

#### CONTROLS ON THE FORMATION OF ARCHAEOAN KOMATIITIC NICKEL SULPHIDE DEPOSITS

Archaean Fe-Ni-Cu sulphide deposits associated with rocks of komatiitic affinity may be divided into three general types: 1) stratiform, massive-disseminated sulphides hosted by linear, cumulate komatiite lava flows (e.g. Kambalda), 2) strata-bound, coarse disseminated to massive sulphides hosted by cumulate komatiite bodies possibly near volcanic vents (e.g. Damba-Silwane), and 3) fine disseminated sulphides and more restricted massive sulphide lenses hosted by intrusive komatiitic dunites (e.g. Mt Keith). These deposit types represent a continuum of environments of emplacement from distal volcanic through proximal and near-vent to subvolcanic.

On the basis of field relationships and geochemistry, the sulphides in these deposits are considered to be of magmatic origin. Previous models for their formation suggest derivation directly from the mantle, but high temperature komatiitic melts generated by high degree partial melting or sequential melting of mantle source rocks are unlikely to be sulphur-saturated in the source region or to remain sulphur-saturated during ascent. Furthermore, limited but detailed petrographic and geochemical studies indicate that the cumulate rocks formed at least in part by *in situ* fractional crystallization of olivine in a continually replenished system (e.g. lava conduits, feeder sills), not simply as



statically-emplaced olivine-komatiite, crystal-liquid mushes. There are physical problems in transporting dense sulphides in low viscosity komatiitic magmas. The temporal concentration of nickel sulphide deposits in the late Archaean-early Proterozoic has been previously attributed to progressive sulphur depletion in the mantle with time, but this not consistent with their paucity in early (3.3-3.0 Ga) Archaean greenstone belts nor with observations that many modern basalts are sulphur-saturated on eruption and that many upper mantle ultramafic nodules (residua of partial melting) contain sulphides.

It is more likely that the enhanced sulphur contents of these mineralized komatiitic magmas is due to introduction of crustal sulphur during emplacement of the magmas, the textures of the ores representing variations in i) the mode of emplacement and assimilation, ii) the volume and sulphur capacity of the magma and iii) the timing of sulphide separation and opportunity for segregation. For example, local assimilation of sulphidic sediments by thermal erosion beneath narrow lava conduits, such as interpreted for the Kambalda deposits, would result in more extensive sulphide separation and segregation prior to crystallization of the host unit — resulting in massive ores. In contrast, assimilation of sulphidic country rocks during intrusion of a larger komatiitic dunite body may not induce sulphur saturation immediately and sulphur separation could be delayed until late in the crystallization history — resulting in disseminated ores.

A fundamental aspect of this model is the coincidence of cumulate komatiitic hosts and sulphidic country rocks, the former representing a source of heat for assimilation (a consequence of lava/magma replenishment) and of ore metals, and the latter a source of sulphur. Certain rift-phase greenstones (e.g. Norseman-Wiluna Belt) appear to have formed in deeper water under conditions of greater extension than other platform-phase greenstones (e.g. Barberton), and therefore represent the most favorable tectonic environment for both rapid emplacement of komatiites and accumulation of sulphidic sediments. Variations in the degree of extension along or within the rift and/or tectonic timing of emplacement may influence the mode of emplacement of the host and therefore the type of deposit.

ЛЕ ЗУЙ БАТЬ, Институт наук о Земле, Ханой, СРВ

## ДОКЕМБРИЙСКИЕ СКЛАДЧАТЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

Юго-Восточная Азия занимает промежуточное положение между северным, лавразийским, и южным, гондванским, рядами древних платформ. В ее пределах располагаются разномасштабные раннеконденсированные блоки континентальной земной коры, представленные складчатыми комплексами докембрийских подвижных поясов и их меланократовым фундаментом. По новейшим данным древнейшими комплексами здесь являются архейские образования, состоящие из гранулитов, гнейсов и основных кристаллических сланцев, которые находятся на гранулитовой ступени регионального метаморфизма и испытали мигматитизацию и гранитизацию. Эти комплексы сильно дислоцированы и образуют древний фундамент Китайско-Вьетнамского кратона и Индосинийского и Шанского массивов. Нижнепротерозойские комплексы отличаются от архейских повсеместно проявленным малоглубинным зональным метаморфизмом в широком диапазоне температур и разнообразием формационного состава исходных пород. Они включают в себе образования океанической стадии, серии начальной стадии раскрытия океанических структур, комплексы переходной

стадии, включающие отложения внутренних прогибов протоконтинента, шельфа, склона, островодужных серий, а также различные магматические образования.

Для рифейских комплексов характерны еще большее разнообразие в отношении формационного состава слагающих их пород, степени регионального метаморфизма и высокая дифференциация тектонических обстановок, отражающих важные особенности переломных моментов в ходе эволюции региона: формирование новой континентальной коры и заложение новых геосинклинальных систем неогея.

Анализ истории формирования и эволюции структур докембрийских комплексов Юго-Восточной Азии позволяет наметить ранние стадии заложения и общую модель развития крупнейших подвижных поясов планеты - Тихоокеанского и Средиземноморского, - что очень важно для понимания тектонической природы рассматриваемой территории.

LU SONGNIAN, Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources,  
Chinese Academy of Geological Sciences, Tianjin, China;  
GAO ZHENJIA, Xinjiang Bureau of Geology, China

#### PROTEROZOIC DIAMICTITES IN CHINA

The Proterozoic Eon in China is tripartite. The Early Proterozoic is bracketed between 2500 Ma and 1900 Ma. The age of boundary between the Middle and Late Proterozoic is fixed at about 1000 Ma. The age of the upper boundary for the Late Proterozoic is inferred to be of 610 Ma.

There are many reports on the Proterozoic glacial deposits in China. The metamorphosed diamictites from the Early Proterozoic Huto Group in Shanxi Province was first recognized as tillite by Wang Yuelun. In northwestern Jiangxi, the low-grade metamorphosed diamictites from the Middle Proterozoic Shuangjiaoshan Group have been found more recently. These diamictites may be related to glaciation or mass flow in their origin. In North China, there are diamictites consisting almost completely of gcherts, which are corresponding to the Late Proterozoic Qingbaikou System and used to be considered as tillites, but they are nonglacial deposits.

The undoubted glacial deposits are developed within the Sinian System, which comprises three ice ages, in ascending order, as the Guocheng, Nantuo and Luoquan Ice Ages. The time range between the Guocheng and Nantuo Ice Ages is of 740 Ma to 700 Ma. The Luoquan Ice Age is roughly referred to be of 640-580 Ma. The glacial deposits of the Luoquan Ice Age are widespread and are of great importance for stratigraphic correlation and for

the study of the evolution of Earth's crust in Late Proterozoic in the northern part of China.

B. MAHABALESWAR and EUNUSE AKON, Department of Geology,  
Bangalore University, Bangalore, India

#### GEOCHEMISTRY OF BANDIHALLI ASSOCIATION - AN ARCHAean HIGHGRADE COMPLEX OF KARNATAKA CRATON, INDIA

Bandihalli association is characterised by an interesting suite of rocks which include amphibolites, metapelites, calcsilicates, iron formations, quartzites and ultrabasic pods and sheets represented by actinolite schists. The whole sequence is intruded by quartzofelspathic gneisses.

Chemical studies of the metasediments indicate that they are products of metamorphism of a series of sediments, namely, shales, dolomitic limestones and silica enriched ferruginous sediments, which in turn are derived from a mixed source predominantly consisting of basic rocks with subordinate amounts of granitic material. Chemical characterisation of amphibolites using major and trace elements has shown that they are oceanic tholeiites. The Fe-enriched fractionation pattern of these amphibolites do not suggest komatiitic chemistry. Though the actinolite schists have compositions similar to basaltic komatiites, the petrologic and textural evidences and their non-chondritic nature do not permit them to be designated as komatiites. They are cumulates and their komatiitic affinities may be due to crystal accumulation. The chemical composition of the quartzofelspathic gneisses reflect their gneisses reflect their granodioritic nature and calc-alkaline affinities. The chemical characteristics of Bandihalli association as a whole, indicates that they are not true greenstone belts, but are akin to the supracrustal suites of other Archaean highgrade terrai-

MAKHIAEV L.V., Krasnoyarsk Institute of Non-Ferrous Metals, Geological Department, Krasnoyarsk;

SECHERBAKOV I.B., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Ukr SSR Acad. of Sci., Kiev, USSR

#### VARIETY OF PETROGRAPHIC TYPES OF PRECAMBRIAN ULTRAMETAMORPHOGENIC GRANITOIDS AS A RESULT OF HETEROGENEITY OF CRUSTAL SUBSTRATUM IN THE COURSE OF GRANITE FORMATION

G. Read's concept about the granitoid series (autochthonous, para-autochthonous and allochthonous) is well applied for Precambrian



ultrametamorphogenic granites. There are three petrochemical types of granitoids peculiar to each of the above series, i.e.: (1) high alumina granites containing cordierite, sillimanite, garnet and muscovite; (2) moderately aluminous granites with hypersthene or biotite; (3) calcic granites with hornblende or diopside. Other granite types (hastingsitic, tourmalinic, topasic ones, etc.) are exotic. The above mentioned data are well known but not sufficiently appreciated.

Our data from the Ukraine and Taymir show that granitoids of the three types form parallel series resulting from transformation of metamorphic rocks of a definite initial composition. High alumina, moderate alumina and calcic granitoids result from metapellites (apopellitic isolithogenic range), metagreywackes and metabasites (apobasitic isolithogenic range), correspondingly.

Alevropellites, greywackes, basites (or marls) are most typical of geosynclinal strata. Granitoids formed due to ultrametamorphism of these rocks appear to be common here. Analogous picture must be observed in ultrametamorphic granitic series of other regions both in Precambrian and Phanerozoic series. The criteria for referring these granitoids to certain isolithogenic ranges are as follows: the set and composition of petrogenic and accessory minerals, biotite composition, petrochemical and geochemical features of the rocks. Peculiarities of the initial substratum define the metallogenic specialization of granitoids. So, tin, thorium, rare earth are usually associated with apopellitic granites; tungsten, molybdenum, phosphorus are associated with apobasitic ones, etc. But in this relation granitoids of rare (exotic) ranges are of most interest.

МАХЛАЕВ Л.В., Красноярский институт цветных металлов, геолфак, г.Красноярск; ЩЕРБАКОВ И.Б., Институт геохимии и физики минералов АН УССР, г.Киев, СССР

#### РАЗНООБРАЗИЕ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ТИПОВ ДОКЕМБРИЙСКИХ УЛЬТРАМЕТАМОРФОГЕННЫХ ГРАНИТОИДОВ КАК СЛЕДСТВИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ КОРОВОГО СУБСТРАТА ГРАНИТООБРАЗОВАНИЯ

К докембрийским ультраметаморфогенным гранитам хорошо приложима концепция Г.Рида о существовании гранитных серий, включающих автохтонные, параавтохтонные и аллохтонные гранитоиды. Общеизвестен, но не получил должной оценки, тот факт, что в каждой из серий наиболее обычны три петрохимических типа гранитоидов: 1) высокоглиноземистые с кордиеритом, sillиманитом, гранатом или мусковитом; 2) умеренно глиноземистые с гиперстеном или биотитом; 3) кальциевые с роговой обманкой или диопсидом. Прочие типы гранитов (гастингситовые, турмалиновые, топазовые и др.) являются экзотическими.

На примере Таймыра и Украины нами установлено, что гранитоиды этих трех типов образуют в пределах серий параллельные ряды, причем породы каждого ряда возникают в результате переработки метаморфических пород вполне определенного исходного состава: высокоглиноземистые гранитоиды возникают по метапелитам (апопелитовый изолитогенный ряд), умеренно глиноземистые — по метаграуваккам, кальциевые — по metabазитам (апобазитовый изолитогенный ряд).

Алевропелиты, граувакки, базиты (или мергели) являются наиболее типичными породами геосинклинальных толщ. Возможно, потому и гранитоиды, образующиеся при ультраметаморфизме этих пород, наиболее обычны. Аналогичные линии состава должны быть и в ультраметаморфических гранитных сериях других районов не только докембрийских, но и фанерозойских. Критериями принадлежности гранитоидов к тому или иному изолитогенному ряду служат набор и содержание темноцветных и акцессорных минералов, состав биотита, петрохимические и геохимические признаки пород. Особенности исходного субстрата определяют металло-геническую специализацию гранитоидов. Так, к апопелитовым гранитам обычно приурочены олово, торий, редкие земли, к апобазитовым — вольфрам, молибден, фосфор и т.д. Наиболее интересны в отношении рудоносности все же гранитоиды редких (экзотических) рядов.

MAMDOUH, A. HASSAN, AHMED H. HASHAD, Nuclear Materials Corp.,  
Cairo, Egypt; RASHAD EL BAYOUMI, Cairo Univ., Egypt

#### THE RECOGNITION OF OPHIOLITIC MELANGES WITH ASSOCIATED OPHIOLITES AND THEIR SIGNIFICANCE IN THE EVOLUTION OF THE PAN AFRICAN OROGENIC BELT

The Arabo-Nubian shield of the Pan African belt was conventionally interpreted in terms of a geosynclinal orogenic cycle. Recently, ophiolitic melanges with ophiolite sheets and fragments were recognised in several parts of the Nubian shield in Egypt. These melange bodies were previously mapped, partly as metasediments of the geosynclinal fill, and partly as ultramafic intrusions. Investigations in several areas in the Eastern Desert of Egypt showed that three tectonostratigraphic horizons of melange occur in the Nubian shield, designated here as the lower, middle and upper horizons. The lower and middle horizons are of limited extent and crop out within deeply eroded cores of domal uplifts. They are highly foliated and metamorphosed in the middle amphibolite facies. On the other hand, the upper melange horizon is much more extensive and less metamorphosed. It contains ophiolite fragments and sheets of all sizes. It was thrust over the two lower horizons before their

doming up. These melanges were emplaced in at least two successive orogenic cycles in the Middle or Late Proterozoic. They were originally the filling of a trench over a subduction zone in front of a continental mass or a mature island arc.

MARTIN F., CECILIA, Consultant Engineering Geologist for 'Tecno-Consult', Caracas, Venezuela

#### STRATIGRAPHY AND TECTONICS OF THE CARONI-ARO-PARAGUA REGION, VENEZUELA

The stratigraphic column of the Caroni-Aro-Paragua area is described, consisting of the following units, from oldest to youngest: - Imataca Complex (3400 my) (granulite facies): essentially acid and basic granulites of different compositions, associated with iron-bearing horizons, amphibolites, schists, metagabbros and granitic, migmatitic and nebulitic gneisses; lower contact unknown. It underlies -- in unconformable or fault contact -- the El Cedral Gneiss (amphibolite facies; 2700 my). This is followed, in structural and generally conformable metamorphic contact, by the amphibolite sequence with associated rocks of the Santa Barbara and Esperanza Groups (high-grade amphibolite facies) (Aroan, approx. 2700-2500 my), correlatives of the Carichapo Group and similar rocks in the rest of the Guayana Shield. These sequences underlie -- in structural and unconformable metamorphic contact -- the acid to intermediate metavolcanic and associated pyroclastic rocks (green-schist facies) of the Caroni Group (Transamazonian, approx. 2200-1800 my), associated to which are the manganese deposits of the area. This is followed, in partly unconformable contact, by the metamorphosed (green-schist facies) sedimentary-volcanic Chiguao Group (Transamazonian) which in turn unconformably underlies the oxidized pelitic metasediments (lower-grade greenschist facies) with associated acid and basic flows of the Maracapa Group (close of the Transamazonian, 1800 my).

Acid metavolcanic and associated pyroclastic rocks occur in the western part of the area: La Vergaena Group (Transamazonian, 1900 my), a lateral correlative of the trough and platform Caroni-Chiguao-Maracapa sequence, but in which metamorphism (lower-grade green-schist facies) is thermal; this same sequence overlies the El Cedral Gneiss and unconformably underlies the slightly metamorphosed arkosic sedimentary sequence of the La Quina Formation, an equivalent of the Cinaruco Formation, which includes iron-bearing horizons.

The Roraima Group (1750-1600 my) of molasse sediments overlies the above-described trough and platform sequences with a large angular unconformity, and was intruded by diabase sills at different times; glassy tuffaceous flows (1600 my) occurring towards the top of the sequence mark the onset of cratonization in the Shield.

Characteristic structural features, magmatism and migmatization, associated metalliferous accumulations of each lithological unit and isotopic age determinations of the several episodes are discussed.

MCCULLOCH, MALCOLM T., HENSEL, HANS-DIETER. Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, A.C.T. Australia

#### Sm-Nd ISOTOPIC EVIDENCE FOR A MAJOR EARLY TO MID-PROTEROZOIC EPISODE OF CRUSTAL GROWTH IN THE AUSTRALIAN CONTINENT

Although there is general consensus on the importance of a late Archaean episode of crustal growth, the role and relative volume of younger crustal additions is less certain. This is mainly due to the difficulty in identifying what are fundamentally new additions to the crust as opposed to reworking or remelting of pre-existing crust.



In the eastern half of the Australian continent this problem is manifest in the Precambrian Inliers as well as the granitoids which occur in the Phanerozoic fold belts.

In order to evaluate the role of post-Archaeon crustal additions, we have undertaken an extensive survey of Sm-Nd model ages in eastern Australia. The Mt Isa, Tennant Creek and Arunta Blocks which occur in central Australia have Sm-Nd model ages ( $T_{DM}^{Nd}$ ) ranging from 2000 m.y. to 2200 m.y., south of this area, in the Broken Hill and Olary Blocks there is similar range of model ages of from 2100 m.y. to

2300 m.y. The Nimbawah Complex of the Pine Creek Inlier (northern Australia) and the Georgetown Inliers (north-eastern Australia) also have model ages of from 2100 m.y. to 2300 m.y. Younger model ages of from 1700 m.y. to 2000 m.y. are present in the Albany-Fraser Province of south-western Australia, the Musgrave Block (central Australia) and Mt Painter Blocks (south Australia). These results suggest that at least one-third of the present-day exposed area of the Australian upper crust consists of material newly added during the Proterozoic (1700 m.y. to 2300 m.y.). There is no evidence in these terrains for the presence of Archaeon crust.

The widespread occurrence of Proterozoic crust is also evident in the protoliths of Paleozoic granitoids of the Lachlan and New England Fold Belts. In the Lachlan Fold Belt granitoids have a large range of model ages of from 600 m.y. to 1700 m.y., with a substantial proportion ( $\sim 1/3$ ) having model ages  $> 1200$  m.y. This suggests that a significant portion of the Lachlan Fold Belt is underlain by Proterozoic crust. In contrast there is a marked absence of Proterozoic crustal signatures in the southern parts of the New England Fold Belt. However in the Georgetown segment of the New England Fold Belt Siluro-Devonian granites have model ages similar to the Proterozoic basement ( $\sim 2100$  m.y.).

Although the overall importance of Proterozoic crustal growth cannot be fully evaluated, in Australia it appears to constitute at least one third and possibly one half of the continent. Studies of granitoids in Paleozoic batholiths of Peninsular Malaya, North Victoria Land Antarctica, Japan, Cornwall England, New England USA and the western USA also suggest the ubiquitous occurrence of Proterozoic crust.

MIKHAILOVA N.P., KARZANOVA A.Ya., Institute of Geophysics of the UkrSSR Ac. of Sci., Kiev; KOTLOVSKAYA F.I., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the UkrSSR Ac. of Sci., Kiev; SHATALOV N.N., Institute of Geological Sciences of the UkrSSR Ac. of Sci., Kiev, USSR

#### CORRELATION OF DIKE FORMATIONS IN THE UKRAINIAN SHIELD IN THE LIGHT OF PALEOMAGNETIC AND ISOTOPIC DATA

The possibility of classification and stratification of igneous rocks including dikes is limited by the structural method accounting for intersection of geological bodies and the age determination method whose resolution for Precambrian rocks is no more than 50 m.y. New independent information on synchronous and asynchronous magmatic events is provided by paleomagnetic method which uses directions of original magnetization. A combined analysis of paleomagnetic and isotopic data improves the prospects of the age classification of dikes and correlation of dikes in separate blocks. In the Ukrainian Shield the isotopic age is determined for dike formations in all major areas of their distribution; several age complexes are identified both in the Precambrian and Phanerozoic. Paleomagnetic features are revealed for more than 300 dikes of varying composition in the age range of 2500 to 250 m.y. Combined paleomagnetic and isotopic data are available for part of them. Original magnetization is found in a run of laboratory tests using magnetic and thermal fields to be 90 to 10% of the original  $I_n$  value; it is maximum in andesite, quartz porphyry and lamprophyre; 60% of diabase samples provide paleomagnetic informations. Conservation of ferromagnetics and their magnetic properties depend on tectonic conditions of dike intrusions, specific features of magmatic chambers and magnetic prehistory and considered as a correlational feature. In the Ukrainian Shield, dikes with normal, reverse and intermediate magnetization are found. These are used for dike classification and correlation. The local deposit of quartz porphyry in the peri-Azov area is found by using the direction of magnetization.  $I_n$  directions vary significantly in lamprophyre, while andesite has the same  $I_n$  direction in different bodies. Orientation of original magnetization varies in olivine diabase of Bazavluk and Bobrinetsk Dike Belts; paleomagnetic data from the former indicate three eruptions of basic magma. Paleomagnetic poles in Lower Proterozoic rocks are localized in the equatorial Pacific and displaced northward in younger rocks. A fragment of the migration curve is presented for the time span of 2500 to 250 m.y.

МИХАЙЛОВА Н.П., КАРЗАНОВА А.Я., Институт геофизики АН УССР, Киев;  
КОТЛОВСКАЯ Ф.И., Институт геохимии и физики минералов АН УССР, Киев;  
ШАТАЛОВ Н.Н., Институт геологических наук АН УССР, Киев, СССР

# КОРРЕЛЯЦИЯ ДАЙКОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ УКРАИНСКОГО ШИТА В СВЕТЕ ПАЛЕОМАГНИТНЫХ И РАДИОИЗОТОПНЫХ ДАННЫХ.

Возможности расчленения и стратификации изверженных пород ограничены структурным методом, учитывающим взаимные пересечения геологических тел, и геохронологическим методом, разрешающая способность которого для докембрийских пород не выше 50 млн. лет. Независимую информацию о синхронных и асинхронных магматических событиях дает палеомагнитный метод, использующий направление первичной (образованной в момент становления породы) намагниченности. Совместный анализ палеомагнитных и радиоизотопных данных повышает возможность хронологического расчленения дайковых тел и их корреляции, особенно между разобщенными блоками. На Украинском щите изотопные возрасты получены для дайковых образований из всех основных районов их распространения; выделено несколько возрастных комплексов как в докембрии, так и фанерозое. Палеомагнитно охарактеризовано более 300 даек разного состава и возраста. Для части из них имеются совмещенные палеомагнитные и радиоизотопные данные. Первичная намагниченность породы выделена на основе современного комплекса лабораторных испытаний в магнитных и тепловых полях и составляет 90-10% начальной величины  $I_p$ : она максимальна у андезитов, кварцевых порфиров, лампрофиров; среди диабазов палеомагнитно-информативные образцы составляют 60%.

Сохранность ферромагнетиков, их магнитная характеристика определяются тектонической обстановкой района внедрения даек, специфичностью питающих очагов, магнитной предисторией пород и рассматриваются как определенный корреляционный признак. На Украинском щите выявлены дайки с прямой, обратной и промежуточной намагниченностью, что использовано для их расчленения и корреляции. Четко различаются направлением намагниченности кварцевые порфиры, локализованные на ограниченной территории в Приазовье, значительные вариации направлений  $I_p$  у лампрофиров, а андезиты из разобщенных тел, напротив, имеют одинаковую ориентировку  $I_p^0$ . Различно направление первичной намагниченности у оливиновых диабазов Базавлукского и Бобринецкого дайковых поясов, причем в пределах первого по палеомагнитным данным фиксируется до трех всышек основного магнетизма. Палеомагнитные полюсы нижнепротерозойских пород локализуются в экваториальной части Тихого океана и по мере омоложения пород смещаются к северу. Представлен фрагмент кажущейся миграции геомагнитного полюса во временном диапазоне 2500-250 млн. лет.



MITROPHANOV G.L., NIKOLSKY F.V., TASKIN A.P., KHRENOV P.M. East-Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Products of the USSR Min.Geo., Irkutsk, USSR

#### THE UPPER PRECAMBRIAN FOLD BELTS OF THE SOUTH OF EAST SIBERIA

The main peculiarities of structure and history of geological evolution in the Upper Precambrian Sayano-Baikalian and Transbaikalian fold belts are considered. In both belts the Upper Precambrian formations are bedded upon the Epikarelian sialic basement with different degree of consolidation and disintegration. The Upper Precambrian megacomplex includes the lateral and vertical set of platform, geosynclinal and orogenic structure-formational complexes which were formed during the period from the Lower Riphean to Vendian comprising. Sedimentation in all periods was marked by the miogeosynclinal character with essential role of the carbonate and terrigenous arkosic formations. Volcanism was concentrated practically in three local zones: Baikal-Muya, Central-Sayansk and Aginsk-Borshevochnaya. In the same zones the processes of folding and orogenesis took place originally. Formation of megacomplex was limited by the subplatform Vendian-Cambrian stage. It was concluded that the Upper Precambrian (Baikalian) geosynclinal cycle in the South of Siberia has had an independent character.

The type and tectonic development peculiarities in the Upper Precambrian, the lack of linear-alongated belts of the same type, zones with sharply increased thickness of the earth crust, insufficiently clear synchronization of tectonic processes, the looped non-linear structural pattern of the fold zones essentially granitoid magmatism and peculiarities of sedimentation allow to compare the geodynamic conditions of the Upper Precambrian region with Recent margin-continental marine basin conditions.

МИТРОФАНОВ Г.Л., НИКОЛЬСКИЙ Ф.В., ТАСКИН А.П., ХРЕНОВ П.М., Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья Мингео СССР, г.Иркутск, СССР

#### ВЕРХНЕДОКЕМБРИЙСКИЕ СКЛАДЧАТЫЕ ПОЯСА ЮГА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Рассмотрены основные черты строения и истории геологического развития в верхнем докембрии Саяно-Байкальского и Забайкальского складчатых поясов. В обоих поясах верхнедокембрийские образования залегают на эпикарельском сиалическом фундаменте различной степени консолидации и раздробленности. Верхнедокембрийский мегакомплекс включает латеральный и вертикальный ряд платформенных, геосинклинальных и орогенных структурно-формационных комплексов, формиру-

вавшихся от нижнего рифея до венда включительно. Осадконакопление во все периоды отличалось миогеосинклинальным характером с большой ролью карбонатных и терригенных аркозовых формаций. Вулканизм был сосредоточен практически в трех локальных зонах: Байкало-Муйской, Центрально-Саянской и Агинско-Борщевочной. В этих же зонах в первую очередь проходили процессы складчатости и орогенеза. Формирование мегакомплекса ограничивается субплатформенным венд-кембрийским этапом. Сделан вывод о самостоятельности верхнедокембрийского (байкальского) геосинклинального цикла на юге Восточной Сибири. Стиль и особенности тектонического развития в верхнем докембрии, отсутствие линейно вытянутых однотипных поясов, зон с резко увеличенной мощностью земной коры, недостаточно четкая синхронизация тектонических процессов, петельчатый и нелинейный структурный рисунок складчатых зон, существенно гранитоидный магматизм и особенности осадконакопления позволяют сравнивать геодинамические условия верхнего докембрия региона с условиями современных окраинно-континентальных морских бассейнов.

MUKHERJEE K.K., Geological Survey of India, Calcutta, India

#### THE SINGHBHUM COPPER BELT - A PALAEO BENIOFF ZONE ?

The Singbhum Copper Belt or Shear Zone (SSZ) of eastern India extends for 250 km as an arcuate feature that separates two grossly dissimilar tectono-metamorphic cum stratigraphic assemblages. It contains noted Cu, U, Mo and apatite-magnetite mineralisations and dips at  $45^{\circ}$  towards north below the high grade rocks. Classically, the shear zone with the closing date around 900 m.a. has been interpreted as the severed southern limb of a southerly overtuned anticline (Dunn & Dey, 1942). Recently, several models, based on plate tectonic principles, have been proposed, e.g. intra-plats subduction along the SSZ (Sarkar & Saha, 1977), marginal sea-floor spreading (Bose & Chakraborty, 1977), evolving micro-continents (Sarkar, A.N., 1982), etc. In this regard, the present paper highlights its close similarity with several such linear/arcuate features of other shield areas which have of late been interpreted as ancient subduction zones (Dewey & Burke, 1975, & others). It is further contended that the associated Dalma traps in the north by dint of their oceanic, though not ophiolitic, character (Yellur, 1977) and paucity of calc-alkaline magmatism are likely to have spread in a marginal basin, which might be related to continued plate convergence along the SSZ. The present day analogues are the island festoons of the west Pacific with their back-arc basins. Disposition of the stratigraphic, metamorphic and geochemical assemblages with available age data across the SSZ favours this conclusion.

MYERS J.S., GEE R.D., WILLIAMS I.R., TRENDALL A.F., Geological Survey of Western Australia, Perth, Australia

#### RELATIONSHIP BETWEEN GRANULITE AND GRANITE-GREENSTONE TERRAINS IN WESTERN AUSTRALIA

Western Australia contains two major regions of Archaean rocks - the Pilbara and Yilgarn Blocks. All of the Pilbara, and most of the Yilgarn Block consists of typical granite-greenstone terrain. Most rocks show greenschist or low amphibolite facies metamorphism, but they range in age from 3.5 - 3.3 b.y. old in the Pilbara to 2.8 - 2.6 b.y. old in the Yilgarn Block.

In contrast, gneisses in a belt along the western margin of the Yilgarn Block are typical of a high-grade gneiss terrain. They are heterogeneous and show polyphase deformation and metamorphism in amphibolite and granulite facies, which pre-dates the granite-greenstone sequences to the east. The oldest known orthogneisses formed 3.7 - 3.4 b.y. ago, but the presence of 4.2 - 4.1 b.y. old detrital zircon in quartzites indicates the existence of even older sialic crust. These rocks were metamorphosed in granulite facies 3.3 b.y. ago, at the same time as granite-greenstone rocks formed in the Pilbara Block.

The relationships between granulite and granite-greenstone terrains are therefore varied and complex, but it is clear that, at least locally, the granulite terrain of the western Yilgarn predates, and may have formed a basement to, the granite-greenstone terrain to the east.

NAIR N.G.K., SOMAN K., SANTOSH M., Centre for Earth Science Studies, Trivandrum, India

#### THE CHARNOKITE-QUARTZOFELDSPATHIC GNEISS-KHONDALITE SUITES OF ROCKS OF SOUTH KERALA, INDIA AND THEIR INTERRELATIONSHIP

The Precambrian crystalline rocks of Kerala, formed of the Charnokite-Quartzofeldspathic gneiss-Khondalite suites of rocks exhibit records of the major tectonic and thermal events relating to the crustal evolution of southwest India. Imprints of four phases of deformation are discernible in the structural styles of these rocks. The ages for these crystalline rocks and the associated intrusives cluster around 2700 m.y., 1600 m.y., 1000 m.y., 700 m.y. and 500m.y. The interrelationships of these diverse suites of rocks are not yet clear due to widespread migmatisation caused by anatexis mel-



ting at depth during granulite facies metamorphism and due to magmatic activity along the deep crustal fractures. Varieties of gneissic rocks in the region have developed due to migmatization aided by shearing. The geochemical and mineralogical data suggest the basic and ultrabasic charnockites to be of igneous (proto-crust?) and the Khondalites to be of sedimentary parentages.

NEGRUTSA T.F., Leningrad State University, Institute of the Earth's Crust, USSR

#### EVOLUTION OF THE LITHOSPHERE ON THE ARCHEAN-PROTEROZOIC BOUNDARY

Taken as the Archean-Proterozoic boundary, the structural and denudational surface is dated on different shields within the geochronological limits covering the time interval from 2,9 to 2,4 Gy. To this period, which was nearly as long as the Phanerozoic, corresponds the laterally varying structural-compositional rock association, its typomorphical peculiarities being similar to that of Archean on the one hand and acquiring Proterozoic features on the other. They are, therefore, considered as either terminating the Archean (e.g. in Canada) or starting the Proterozoic (Baltic Shield, South Africa, etc.).

Two types of structures predominate, namely (1) isometrical (paleosynclines) filled chiefly with highly mature terrigenous deposits and (2) linear volcano-tectonic riftlike ones comprised mainly of volcanogenic and immature rudaceous rocks with the subordinate horizons of highly mature sedimentary rocks. The two types of the structures had formed on the continental crust and indicated the destruction of consolidated Archean regions subjected to the extended peneplanation and chemical weathering. Subsequently they developed both as intra- and intercontinental structures, occasionally turning, perhaps, into the oceanic-rift-type structures. Their progressive development gave rise to the variations of the Archean-Proterozoic boundary in time. The series formed in this period display at least two complete cycles of sedimentation and magmatism, i.e. twice manifestation of exogenic and endogenic rock-forming processes, which is characteristic of a full cycle of tectogenesis. The contact between Lopian (Upper Archean) and Karelian (Lower Proterozoic) in the Karelian autonomous Republic, USSR, may be regarded as the standard for the Archean-Proterozoic boundary.

НЕГРУЦА Т.Ф., Ленинградский государственный университет, Институт земной коры, г. Ленинград, СССР

#### РАЗВИТИЕ ЛИТОСФЕРЫ НА РУБЕЖЕ АРХЕЯ И ПРОТЕРОЗОЯ

Структурно-денудационная поверхность, принимаемая за границу архея и протерозоя, датируется на разных щитах геохронологическими рубежами в интервале времени от 2900 до 2400 млн. лет. Этому промежутку времени, почти равному длительности фанерозоя, соответствует латерально изменчивая структурно-вещественная ассоциация пород, типоморфные особенности которой, с одной стороны, олизки архейским, с другой — приобретают черты протерозоя. Поэтому они рассматриваются либо как завершающие архей (например, Канада) или как начинающие протерозой (Балтийский щит, Южная Африка и др.). Преобладают два типа структур: 1) изометричные (палеосинеклизы), заполненные в основном высокосозревшими терригенными отложениями; 2) линейные вулканогенные и неэрозивные грубообломочными породами с подчиненными им горизонтами пород высокой осадочной зрелости. Оба типа структур закладывались на континентальной коре и знаменуют деструкцию консолидированных архейских областей, испытавших длительную пенепленизацию и химическое выветривание. В дальнейшем они развивались как внутри- и межконтинентальные структуры, в ряде случаев, возможно, переходящие в структуры типа океанических рифтов. Поступательное развитие их обусловило скользящий во времени характер границы архея и протерозоя. Сформированные в этот период толщи определяют по меньшей мере два полных цикла осадконакопления и магматизма, т.е. двукратное проявление процессов экзогенного и эндогенного породообразования, свойственное законченному циклу тектогенеза. Эталоном границы архея и протерозоя рекомендуется контакт лопия (верхнего архея) и карелия (нижнего протерозоя) в Карельской АССР.

NEWTON R.C., HANSEN E.C., Dept. of the Geophysical Sciences, Univ. of Chicago, USA; JANARDHAN A.S., Dept. of Geology, Univ. of Mysore, India

#### A CONTINUOUS PROGRADE AMPHIBOLITE-FACIES TO GRANULITE-FACIES TRANSITION IN THE ARCHAEOAN OF SOUTHERN INDIA

A steady increase of metamorphic grade southward in the Archaeoan terrain of southern Karnataka and northern Tamil Nadu, India, has long been recognized. Gray gneisses and sedimentary-volcanic enclaves of the greenschist grade in central Karnataka give way to amphibolite grade and finally granulite grade rocks in southern Karnataka. Near the Tamil Nadu border, a region of mixed amphibole-bearing gneiss and charnockite exists in the Satnur area. At Kabbal, transgressive veins of coarse charnockite cut migmatitic gneiss and obliterate foliation. These relations imply that the charnockite is younger than the gray gneiss, although several authors have interpreted the gray gneiss as retrogressive after charnockite.

A north-south sampling traverse at about 77°15'E was made across a region from 12°45'N to 12°00'N. This region spans the amphibolite facies to granulite facies transition and appears to be uninterrupted by major structural breaks, based on N-S continuity of linear features in LANDSAT imagery. The major results are listed:

Geothermometry/geobarometry. The apparent average metamorphic temperature based on garnet-pyroxene  $K_D^{Fe-Mg}$  is 750°C. No certain lateral variation was detected. Garnet-plagioclase-pyroxene-quartz barometry shows a continuous increase of pressure from 5.4 kbar at 12°45'N in a gray gneiss-migmatite area to 7.5 kbar at 12°00'N in the charnockite massif of the Biligirirangan (BR) Hills.

Fluid inclusions. The primary fluid inclusions in quartz of gray gneiss, migmatite and charnockite are all dominantly (> 75 mol %) CO<sub>2</sub>. Coarse charnockites and granitic leucosomes have many more fluid inclusions than gray gneisses. Predominant homogenization temperatures range continuously from 0°C at 12°45' to -35°C in the southern part of the area, indicating entrapment pressures at 750°C from 5.1 kbar to 7.7 kbar. This southward increase of pressure is quantitatively consistent with the mineralogic geobarometry and indicates that the CO<sub>2</sub>-rich inclusions represent the peak metamorphic fluids.

Biotite and amphibole chemistry. High F content of biotite and amphibole associated with high-F apatite indicates that the gray gneisses are not retrogressive at Kabbal. Coexisting charnockite lacks primary amphibole by the same criterion: rare retrogressive amphibole in charnockite is nearly F-free. Primary biotite is stable in charnockite to the highest metamorphic grade. Ti of biotite increases regularly southward to levels of 6 to 7 wt % in the BR Hills massif, and this represents a stabilizing factor against low H<sub>2</sub>O fugacities.

K/Rb ratio. Gray gneiss, granite leucosomes and incipient charnockite at the Kabbal-Satnur latitude show low (~ 300) values typical of upper-crustal rocks. South of 12°15'N, some, but not all, of the rocks have high ratios (> 1000), indicating intense Rb depletion. The very high values may coincide with the absence of primary biotite.

These features all point to the influx during metamorphism of a copious CO<sub>2</sub>-rich, H<sub>2</sub>O-poor fluid. Amphibole was dehydrated to pyroxene. F-rich, Ti-rich biotite was the only stable hydrate in acid to intermediate rocks. The CO<sub>2</sub> activity increased with increasing pressure; therefore CO<sub>2</sub> came from a deep level. Possible sources include mantle out-gassing, exsolution from deep-seated magmas, and deeply buried carbonaceous sediments. The latter possibility, resulting from shelf sediments deeply buried in a continental collision process is increasingly cited as a source of fluids in Precambrian granulite metamorphism. Stratigraphic sources of metamorphic fluids seem better suited to explain high levels of F and B found in many granulites than do mantle sources.

NIKITIN I.V., Geological Institute of the Kola Department of the USSR Academy of Sciences, Apatity, USSR

#### **EARLY PRECAMBRIAN KOLMOZERO-VORONIA ZONE - GEODYNAMICAL ANALOGY OF MODERN DEEP-WATER TRENCHS (KOLA PENINSULA)**

In the modern geological position the Kolmozero-Voronia zone is the original length of the ancient long-developmented deep-seated fault or the suture structure placed between Murmansk and Center-Kola blocks of the earth crust. The inner structure of the zone is limited by partial different-age diagonal and arc faults in which rocks are modified in the result of dynamometamorphic and ultrametamorphic processes. The structure of the zone is the combination of lens-scale bodies with traces of subhorizontal and subvertical dislocations which were con-



nected with the protracted thrusting of rocks of Murmansk block in direction of Center-Kola block. The geological cross-section of volcano-sedimentary rocks of the zone is reduced as a result of a intensive tectonic integration. Volcano-sedimentary rocks of the zone is presented by amphibolitic and gneiss-schistic complexes. The former is consisted of metamorphed mafic and ultramafic rocks, partly pillow-lavas. They have special features of ophiolitic associations. The complex of gneisses and schists is characterized by a suite of indications of sediments of bottom currents, turbidite fluxes, large-scale submarine slumpings and collapsings - indicators of consedimentary horizontal movements. This is an anticlinal elevation of Mohorovicic discontinuity under the basis of the zone, and a reducing of a thickness of Kolmozero-Voronia structure as the geodynamic analogy of modern deep-water trenches. The geotectonic regime of the object of study conforms to a specific features of a deep-seated fault but the subsequent geological history of the zone was determined by a transformation of the deep-water trench in the suture structure between two blocks of the continental crust.

НИКИТИН И.В., Геологический институт Кольского филиала Академии наук СССР, г.Апатиты, СССР

#### РАННЕДОКЕМБРИЙСКАЯ ЗОНА КОЛМОЗЕРО-ВОРОНЯ - ГЕОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛОГ СОВРЕМЕННЫХ ГЛУБОКОВОДНЫХ ЖЕЛОБОВ (КОЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

В современной геологической позиции зона Колмозеро-Воронья - шовная структура между Мурманским и Центральнo-Кольским блоками земной коры, фрагмент древнейшего, долгоживущего, глубинного разлома. Ее ограничивают частные разновозрастные, кососекающие и дугообразные разломы, в которых наблюдается динамометаморфическое и ультраметаморфическое преобразование пород. Внутренняя структура зоны представляет собой сочетание линзовидных и изогнуто-линзовидных чешуй со следами субгоризонтальных и субвертикальных перемещений при длительном надвигании пород Мурманского блока на Центральнo-Кольский. Вследствие интенсивной тектонической интеграции вулканогенно-осадочных пород их разрез в зоне редуцирован. Эти породы представлены двумя комплексами: амфиболитовым и гнейсо-сланцевым. К первому относятся метаморфизованные подушечные лавы, базиты и гипербазиты, т.е. породы, типичные для офиолитовой ассоциации. Для комплекса гнейсов и сланцев характерны отложения донных течений, турбидитных истоков, подводных оползней и обрушений - индикаторов конседиментационных горизонтальных движений. Наличие в основании зоны валообразного воздымания поверхности Мохоровичича и сокращение мощности коры хорошо согласуется с интерпретацией структуры Колмозеро-Воронья в качестве геодинамического аналога современных глубоководных желобов. Специфичность ге-

тектонического режима, соответствующего глубинному разлому, в последующей геологической истории зоны определяется трансформацией глубоководного желоба в новую структуру между двумя блоками континентальной коры.

NOZHKIN A.D., Institute of Geology and Geophysics of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk, USSR

#### GEOCHEMICAL INHOMOGENEITY OF ARCHEAN LITHOSPHERE AND ITS SIGNIFICANCE FOR METALLOGENY

The problem under discussion is based on the results of geologic - geochemical study of the basement of the Siberian (Yenisei) Ridge, Angaro-Kansky, Kansky, Biryusinsky and oth. massif and East European (Kursk-Voronezh massif Ukrainian Shield) Platforms, from which the author collected and studied about 15000 samples, analyzing them for K and some other microelements, selection Au, Ag, petrogenetic oxides. A remarkable geochemical inhomogeneity of the ancient segments of the continental crust has been fixed for the first time expressed by alternation in sialic and mafic masses. The inhomogeneity in the composition of the Earth's Crust protomatter caused by the differentiation processes seems to be the main cause of metallogene provinces to form. The rare metal ore mineralization (Li, Rb, Be, U, Th, TR et al.) of the large blocks of sialic crust is largely a function of the maturity of Archean rock assemblages. The mature sialic cores if of granite-gneiss composition, the occurrence of the Late Archean K-Na granites, pegmatites and acid volcanites with high background content of the rare and radioactive elements being the primary specialized geochemical provinces. The most important factor responsible for the oremineralization of the mafic zones is the presence of the greenstone belts, whose differentiated mafite-ultramafite rock series are rich in Ni, Co, Cu, Au and others; the products of acid magmatic activity contain high Ag, Au and Pb. The following metamorphism and intrusive magmatism have resulted in evolution of the ore concentrations in the latter. The ore mineralization of the overlying rock series containing metalliferous conglomerates, black schists and carbonate rock series as well as activated zones of rare metal granites, pegmatites and metasomatites (~1,9 b.y.) is largely of inherited nature. The study of this sort has aided in understanding the nature of metallogene epoch, province and evolution of ore-forming processes in the history of the earth crust.

НОЖКИН А.Д., Ин-т геологии и геофизики СО Академии наук СССР,  
г. Новосибирск, СССР

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ АРХЕЙСКОЙ ЛИТОСФЕРЫ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ МЕТАЛЛОГЕНИИ

Рассматриваемые положения базируются на результатах геолого-геохимического исследования фундамента Сибирской (Енисейский кряж, Ангара-Канский, Канский, Бирюсинский и др. выступы) и Восточно-Европейской (Курско-Воронежский массив, Украинский щит) платформ, где автором изучено около 15000 проб, проанализированных на К и другие микро-элементы, выборочно на  $Au$ ,  $Ag$ , петрогенные окислы.

Впервые выявлена резкая геохимическая неоднородность древнейших сегментов материковой коры, выражающаяся чередованием сиалических и фемических масс. Неоднородность состава земного протовещества, обусловленная процессами его дифференциации, является, очевидно, главной причиной формирования металлогенических провинций. Редкометальная ( $Li$ ,  $Rb$ ,  $Be$ ,  $U$ ,  $Th$ ,  $TR$  и др.) рудоносность крупных блоков сиалической коры в значительной мере определяется степенью зрелости архейских комплексов. Зрелые сиалические ядра отличаются гранито-гнейсовым составом, развитием позднеархейских калий-натриевых гранитов, пегматитов и кислых вулканитов с повышенным фоновым содержанием редких и радиоактивных элементов и представляют по существу первичные специализированные геохимические провинции.

Важнейший фактор рудоносности фемических зон - наличие зеленокаменных поясов, дифференцированные мафит-ультрамафитовые комплексы которых обогащены  $Ni$ ,  $Co$ ,  $Cu$ ,  $Au$  и др.; продукты кислого магматизма содержат повышенную примесь  $Au$ ,  $Ag$ ,  $Pb$ . Последующий метаморфизм и интрузивный магматизм обусловили развитие в них рудных концентраций. Рудоносность перекрывающих комплексов с металлоносными конгломератами, черносланцевыми и карбонатными толщами, а также активизированных зон с редкометальными гранитами, пегматитами и метасоматитами (~1,9 млрд. лет) в основном унаследована. Подобные исследования приводят к пониманию причин появления металлогенических эпох и провинций и эволюции рудообразования в истории земной коры.

NUNEZ ALBERTO, Inst.Nat.Investig.Geol,Min. "INGEOMINAS". Apartado  
Aereo 916, Ibaguе, Colombia

## PRECAMBRIAN LITHOLOGY OF THE EASTERN FLANK OF THE CENTRAL CORDILLERA OF COLOMBIA, SOUTH AMERICA

Based on lithologic and stratigraphic data, groups of metamorphic rocks, intermittently outcropping along the eastern side of the Central Cordillera of Colombia, between the Serrania of San Lucas and the Ecuador frontier, have been considered of Precambrian age.



Metamorphism is of low pressure and of amphibolite, sometimes, granulite facies. Gneiss, amphibolite, quartzite, marble, migmatite and granulite are the most abundant rocks. Strong deformation due to different tecto-magmatic events make their study and interpretation difficult.

Por la litología y relaciones estratigráficas, se ha asignado edad Precámbrica, a una serie de metamorfitas, que forman afloramientos aislados, en el lado occidental de la Cordillera Central de Colombia, entre la Serranía de San Lucas, en el norte, y la frontera con Ecuador, en el sur.

El metamorfismo es de baja presión y facies anfíbolita, ocasionalmente facies granulita. Las rocas más frecuentes son neises félsicos y máficos, anfíbolitas, cuarcitas, mármoles, migmatitas y granulitas. Existe intensa deformación causada por diferentes eventos tecto-magmáticos, que hacen difícil su estudio e interpretación.

OJAKANGAS, RICHARD W., Department of Geology, University of Minnesota, Duluth, Minnesota, USA

#### EARLY PROTEROZOIC GLACIATION

As of 1981, well-documented Lower Proterozoic glacial deposits had been identified only in North America and South Africa, with possible deposits in Australia and India (Hambrey and Harland, 1981). Diamictites and associated dropstone units have now been described in eastern Finland (Marmo and Ojakangas, 1983; in press). In adjacent Karelia (U S S R), diamictites and dropstone units (Negrutsa and Negrutsa, 1981) have been reinterpreted as glacial (Salop, 1983).

In Canada, diamictites and dropstone units occur in the Huronian Supergroup (Ontario), as well as in Quebec and Northwest Territories. In the U S A, they occur in Michigan, Wyoming and South Dakota. The best dated are those in Ontario (2150 to 2500 m.y., and perhaps 2300 m.y.).

South African glaciations occurred between 2300 and 2800 m.y. ago (Witwatersrand Supergroup) and between 2100 and 2300 m.y. ago (Transvaal Supergroup).

In Finland, the Urkkavaara Formation (Savolaxian Supergroup) is 2100 to 2500, and perhaps 2300 to 2450 m.y. old. The USSR deposits have similar age.

It seems possible that continental glaciation occurred synchronously over parts of the Canadian and Baltic Shields, and perhaps also in South Africa. Palaeomagnetic data place the Huronian and Finnish deposits at 50°N about 2400 m.y. ago (Pesonen and Neuvonen, 1981).

OJAKANGAS, RICHARD W., Department of Geology, University of Minnesota, Duluth, Minnesota, USA

## DEPOSITION OF LOWER PROTEROZOIC BANDED IRON-FORMATION ON A TIDALLY-INFLUENCED SHELF, LAKE SUPERIOR REGION, USA

The Biwabik Iron Formation of the Mesabi range in Minnesota and the Ironwood Iron Formation of the Gogebic range in Wisconsin and Michigan may have been deposited on tidally-influenced shallow shelves on the north and south sides, respectively, of the Animikie basin. The evidence for this model comes largely from the underlying siliciclastic formations which have been interpreted as tidal flat and subtidal deposits on the basis of sedimentary structures, including tidal bedding, and bimodal-bipolar paleocurrent patterns (Ojakangas, 1983).

Application of Walther's Law (facies sequences observed vertically are also found laterally) to the conformable sedimentary sequences indicates that granular (chert and iron oxide) facies iron-formation with medium-scale cross-bedding was deposited seaward of the siliciclastics on a shallow, high-energy tidally-influenced shelf, whereas the laminated and finer-grained (iron carbonate and iron silicate) facies was deposited under lower energy conditions still further seaward near the edge of the shelf and adjacent to the site of turbidite-pelagite sedimentation.

Proximity to basaltic rock units of possible rift origin indicates a volcanogenic source for the iron and silica of the iron-formation. Precipitation may have occurred as upwelling waters in the rift basin reached the shelves.

PAGE R.W., Bureau of Mineral Resources, Canberra, A.C.T., Australia,  
McCULLOCH M.T., Research School of Earth Sciences, Australian National University, Canberra, A.C.T., Australia, and BLACK L.P., Bureau of Mineral Resources, Canberra, A.C.T., Australia

## ISOTOPIC RECORD OF MAJOR PRECAMBRIAN EVENTS IN AUSTRALIA

A review has been made of the chronology of major geological processes in the Australian Precambrian. This reveals seven (7) coherent episodes of continental crust generation, some of which were accompanied by metamorphism/tectonism. Nominal ages of these events are: 3.45-3.7 Ga, 3.2 Ga, 2.8 Ga, 2.5-2.7 Ga, 1.9-2.1 Ga, 1.5-1.8 Ga, and 1.0-1.3 Ga. In addition, zircon relicts in the Western Australian Shield suggest that formation of silica-saturated rocks occurred as early as 4.15 Ga. The successive formation of these protolithic blocks in the Precambrian was largely achieved by the addition of relatively primitive material from the mantle or juvenile lower crust. Other than in the Phanerozoic of southeastern Australia, there is little evidence for contamination by or extensive recycling of pre-existing upper crust. Primary crustal formation or mantle extraction processes inferred for some Proterozoic blocks, preceded the oldest recognisable upper crustal, igneous crystallisation events by a few hundred million years.

PAPUNEN, HEIKKI, Department of Geology and Mineralogy, University of Turku, Finland

## NI-CU DEPOSITS OF THE BALTIC SHIELD

On the basis of the age and type of the mafic or ultramafic host intrusion the Ni-Cu deposits of the Baltic Shield can be divided into following groups:

1) Archean Ni-Cu deposits associated with the greenstone belts of eastern Finland, the West Inari greenstone belt of Lapland, northern Finland and the Windy greenstone belt of eastern Karelia, USSR. 2) Early Proterozoic layered mafic intrusions in Koillismaa, Finland, contain low-grade Cu-Ni and PGE occurrences. The Monchegorsk deposit in Kolā, USSR has been included in the same group. 3) Early Proterozoic Ni deposits associated with serpentinites, cherty quartzites, calc-silicate rocks and allied massive Cu-Zn-Co deposits of the Outokumpu type in eastern Finland. 4) Early Proterozoic Ni-Cu deposits in layered mafic-ultramafic intrusions in volcanic environment and in the ultramafic intrusions of the granitoid environment of the Pechenga area, USSR. 5) Early Proterozoic Svecokarelian deposits including, in central Finland the subgroups of the Nivala area, the Haukivesi-Kotalahti area, the Saimaa area, the Pori-Kylmäkoski belt and the Lappvattnet belt in Sweden. Nickel deposits of Norway include minor Middle Proterozoic (?) gabbro-hosted bodies and several Ni-Cu deposits in the mafic-ultramafic intrusions of Caledonian age. The most important features of each group will be described on the basis of a monograph recently appeared in co-operation of Finnish, Norwegian, Soviet and Swedish geologists.

TIM PHARAOH, Department of Geology, The University, Newcastle upon Tyne, UK

#### VOLCANIC AND GEOCHEMICAL STRATIGRAPHY OF AN EARLY PROTEROZOIC GREENSTONE SEQUENCE FROM NORTHERN NORWAY

The Early Proterozoic Nussir Group of Arctic Norway is a 1.8 km thick sequence of metabasaltic lavas and tuffs, lithologically comparable to Karelian metavolcanic suites elsewhere in the Baltic Shield.

Although the metabasalts suffered severe chemical and mineralogical alteration due to greenschist facies metamorphism during the Svecokarelian Orogeny, field textures are well preserved and the excellent exposure of the sequence has allowed establishment of a detailed stratigraphy. The lower part of the group is dominated by mafic aquagene tuffs, but flows of massive or pillowed lava become more important upward and predominate in the upper part of the group.

The content of comparatively immobile elements such as Ni, Cr, Ti and Zr varies markedly up the sequence, defining a geochemical stratigraphy which can be interpreted in terms of the progressive development of an open-system magma chamber. The potential of volcanological and geochemical stratigraphies for correlation of greenstone sequences is considered by comparing the Nussir Group with other Karelian supracrustal sequences in Northern Norway. Lithological and geochemical evidence suggests that these Early Proterozoic greenstone sequences are distinctly different in nature from Archean greenstone belts and Phanerozoic ophiolitic, mid-oceanic or arc basalts and much more akin to Phanerozoic continental flood basalts.

TIM PHARAOH, Department of Geology, The University, Newcastle upon Tyne, UK

#### A GEODYNAMIC MODEL FOR THE SVECOKARELIAN OROGENY

The Svecokarelian Orogeny was a polyphase deformational and metamorphic event which affected most of the Baltic Shield between 1930 and 1780 Ma. In the north, comparatively simple patterns of deformation affect the Karelian



supracrustal rocks and the underlying Archean basement. In the southern part of the shield, the structurally complex Svecofennian terrain represents juvenile crustal material e.g. eugeosynclinal sediments and volcanic arcs accreted onto the shield nucleus during the Early Proterozoic. In between these two terrains, in Northern Sweden and Central Finland lies an economically significant but geologically complex suture zone.

Evidence for the nature of the orogeny is provided by the geochemical composition of the various synorogenic magmatic suites. Early synorogenic suites are mainly mantle-derived and bear an arc-type geochemical signature which reflects subduction of lithosphere during the collisional phase of the orogeny. Later synorogenic magmatic suites postdate the metamorphic maximum and involve crustal anatexis of either pre-Karelian basement (in the north of the shield) or juvenile Svecofennian lithosphere (in the south).

The tectonic style changed from an early collisional regime, involving thrusting and nappe tectonics to a later phase of transpression, with late orogenic deformation being accommodated on major transcurrent shear zones.

PHILLIPS G.N., BROWNING P., FALCONER L.J., GROVES D.I., HOUSTOUN S.M., and WOAD G.M., Department of Geology, University of Western Australia, Australia

#### A METAMORPHIC REPLACEMENT MODEL FOR THE GENESIS OF GOLD DEPOSITS OCCURRING IN AUSTRALIAN BANDED IRON FORMATION (BIF)

Archaean banded iron formations (BIF) have contributed over 10 per cent (200 tonnes) of the gold produced from the Yilgarn Block of Western Australia, and as the BIFs represent a very small part of the total greenstone sequences they thus serve as highly favourable exploration targets.

Gold deposits in BIFs, commonly in the medium to large size range (1-100 tonnes Au), are found in most Yilgarn greenstones, with the important exception of the Norseman-Wiluna Belt. In contrast, major mafic-hosted vein deposits are concentrated in this Belt and include very large to giant deposits (100 to over 1000 tonnes Au). This contrasting distribution is believed to reflect the initial tectonic setting and age of the greenstone belts, with the more widespread platform environments being favourable for BIF deposition.

The Australian BIF-hosted gold deposits are specifically associated with spatially restricted pyrite or pyrrhotite sections of iron formation. More widespread oxide-facies BIF is typified by negligible gold abundances. A strong structural control is found at many deposits including ore restriction to hinge zones, late faults or areas of quartz veining. Such a control is apparent in other Archaean cratons.

Although the structural control of gold deposits within BIFs has been documented for many years, recent genetic models (particularly based on Canadian and Zimbabwean deposits) have generally drawn ana-

ologies to syngenetic mineralization akin to massive base metal sulphide ores. However, research in Western Australia over the last five years strongly suggests that the low basemetal to precious metal ratios, probable fluid compositions, veining and/or observable replacement features combined with structural control are contrary to syngenetic mineralization, but are indicative of epigenetic deposition of gold and sulphur.

A metamorphic replacement model, as developed for mafic-hosted vein gold deposits, best fits the ore-forming parameters that apply to the BIF-hosted deposits. In this model, fluid access is controlled by preferential fracture of more competent rock types, while gold precipitation results from fluid interaction with wallrocks and the concomitant destabilization of complexes such as  $\text{Au}(\text{HS})_2$ . The Perich character and high competence of BIFs make them preferred hosts for metamorphic replacement in greenstone belts.

PIVEN' P.I., VAGANOV P.A., NEYER V.A., KOVATCH V.P., Leningrad State University, Geol. Department, Leningrad; LESNAYA I.M., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Ukrainian Academy of Sciences, Kiev; KAMENEV E.N., Geological Society "Sevmorgeologia", Leningrad; ARESTOVA N.A., Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR

#### GEOCHEMISTRY OF EARLY PRE-CAMBRIAN GRANULITE COMPLEXES OF ENDERBY LAND (EAST ANTARCTICA) AND THE MIDDLE BUG REGION (UKRAINIAN CRYSTALLINE SHIELD)

Geochemistry of basic, intermediate and granite gneisses of granulite complexes of Enderby Land and the Middle Bug region was studied to comprehend regularities of early Precambrian protocrust forming in Antarctica and Ukrainian crystalline shield (UCS). The very old diorite-tonalite-trondhjemite association with inclusions of basic rocks was marked out (Antarctica - Raggatt series, UCS - Dniester-Bug series). Petrological properties of the rocks are described, variations of their geochemical composition are given. According to distribution of rare and rare-earth elements in gneisses with the same quantity of silicon there is no marked difference between the series. Basic rocks (pyroxene crystalline schists) have moderate degree of rare-earth elements fractionation; intermediate and granite rocks (enderbyites) have high degree of fractionation with low content of heavy rare-earth elements and positive europium anomaly. Partial melting and fractional crystallization models were calculated to describe behaviour of rare-earth, large ion lithophile (LIL) elements and transition elements of the group

of iron. The following petrological scheme is proposed: basic gneisses were generated by partial melting of mantle peridotite with subsequent fractional crystallization; dioritic and tonalitic gneisses are not bound genetically with the basic gneisses, but were formed by different of melting of mafic source with residual garnet (amphibole); trondhjemitic gneisses were generated either by melting of mafic source with fractionating of garnet or by partial melting of gneiss complex.

ПИВЕНЬ П.И., БАГАНОВ П.А., МЕЙЕР В.А., КОВАЧ В.П., Ленинградский государственный университет, геолфак, г. Ленинград; ЛЕСНАЯ И.М., Ин-т геохимии и физики минералов Академии наук УССР, г. Киев; КАМЕНЕВ Е.Н., Производственное геологическое объединение "Севмор-геология", г. Ленинград; АРЕСТОВА Н.А., Ин-т геологии и геохронологии докембрия Академии наук СССР, г. Ленинград, СССР

#### ГЕОХИМИЯ РАННЕДОКЕМБРИЙСКИХ ГРАНУЛИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ЗЕМЛИ ЭНДЕРБИ (ВОСТОЧНАЯ АНТАРКТИДА) И СРЕДНЕГО ПОБУЖЬЯ (УКШ)

Для понимания закономерностей формирования протокры в раннем докембрии Антарктиды и УКШ изучена геохимия основных, средних и кислых гнейсов, составляющих гранулитовые комплексы Земли Эндерби и Среднего Побужья. Исследование проводилось с помощью метода нейтронно-активационного анализа. Выделена древнейшая диорит-тоналит-трондьемитовая ассоциация с включениями основных пород (Антарктида - серия Раггатт, УКШ - Днестровско-Бугская). Охарактеризованы петрологические свойства изучаемых пород, даны вариации их геохимического состава. По распределению редких и редкоземельных элементов в гнейсах при равных содержаниях кремнекислоты между сериями не имеется значительных различий. Основные породы (пироксеновые кристаллические сланцы) имеют умеренно фракционированный характер редкоземельных элементов; средние и кислые (эндербиты) - сильно фракционированный характер с низким содержанием тяжелых редких земель и положительную европиевую аномалию. Рассчитаны модели с применением условий частичного плавления и фракционной кристаллизации, описывающие поведение редкоземельных, крупноионных литофильных элементов и переходных металлов группы железа. Предлагается следующая петрогенетическая схема: основные гнейсы генерированы частичным плавлением мантийного перидотита с последующей фракционной кристаллизацией; диоритовые и тоналитовые гнейсы генетически не связаны с основными, но образованы различными степенями плавления мафического источника с остаточным гранатом (амфиболом); трондьемитовые гнейсы генерированы либо плавлением мафического источника с фракционированием граната, либо как результат частичного плавления гнейсового комплекса.



NON-INVERSION GEOSYNCLINES - SPECIFIC TYPE OF PRECAMBRIAN GREENSTONE BELTS

Two sharply different structural types are recognized as typical among greenstone belts: 1) troughs characterized by normal homodromous magmatic evolution, inversion, regional metamorphism of amphibolite facies and granite intrusion, similar in many respects to Phanerozoic eugeosynclines; 2) riftogenic type structures with magmatic complexes known for antidiromous evolution trend, characterized by lack of holomorph folding and granite emplacement: with metamorphism not exceeding pumpellyite-prehnite facies (near-fault zones excluding). The specific character of the second type belts, the similarity of the composed formations with early geosyncline complexes were recognized by Staritsky (1959). Later attention was given to a characteristic riftogenic appearance of the structures (Milanovsky, 1977; Rundquist, Popov, 1978) named "non-inversion geosynclines" representing typical zones of continental spreading.

The following specific structural features have been identified, exemplified by the Pechenga-Varzuga and Vetreng Poyas belts of the Baltic shield and by the similar Keweenaw and Ungava of the Canadian and Norseman-Wiluna belts of Australian shields, respectively:

- step-like (in plan) outlines of extended belts related to separate trough displacement along transform faults; asymmetrical trough-structure conditioned by later thrusts;

- specific three-layered model of the earth's crust composed (from the surface downward) of the mantle-basalt layer (sedimentary rocks including), buried gneiss-granite layer (confirmed by super-deep drilling data) and primary "basaltic" layer with an earth's crust-mantle intermediate layer; the M-discontinuity being from 38-42 to 50 km deep (depends on interpretation);

- stage-by-stage development of magmatic complexes displays the following series: 1) for volcanics: plateau-basalt (traps), oceanic olivine basalt, picrite (komatiite), local andesite-dacite and latite; 2) for intrusions: olivine-peridotite, gabbro-wehrilite, gabbro-norite, gabbro-diorite complexes; in faults connecting the trough - alkaline gabbroids; all magmatic complexes are characterized by distinct sidero- and chalcophile metallogenic specialization.

БЕЗИНВЕРСИОННЫЕ ГЕОСИНКЛИНАЛИ - СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ТИП ЗЕЛЕНОКАМЕННЫХ ПОЯСОВ ДОКЕМБРИЯ

Среди зеленокаменных поясов как типичные выделяются два резко различных структурных типа: 1) трогои с нормальной гомодромной эволюцией магматизма, испытывающие инверсию, региональный метаморфизм амфиболитовой фации и гранитообразование, во многом сходные с фанерозойскими эвгеосинклиналями; 2) структуры рифтогенного типа, магматические комплексы которых имеют антидромную тенденцию эволюции, голоморфная складчатость и гранитообразование отсутствуют, а магматизм (кроме приразломных зон) обычно не поднимается выше пумпеллит-пренитовой фации. Специфичность второго типа поясов, сходство слагающих его формаций с раннегеосинклинальными комплексами отмечались и ранее (Старицкий, 1959), позднее было обращено внимание на характерный рифтогенный облик этих структур (Милановский, 1977; Рундквист, Попов, 1978), получивших название "безинверсионных геосинклиналей" и являющихся типичными зонами континентального спрединга.

На примере Печенгско-Варзугского и Ветреного поясов Балтийского щита, а также сходных с ними (Унгава на Канадском, Норсмен-Уилун на Австралийском щитах и др.), выявляются следующие характерные черты их строения:

- ступенчатые в плане очертания протяженных поясов, связанные со смещением отдельных трогов по трансформным разломам; асимметричное строение трогов, обусловленное более поздними надвигами;
- специфичная трехслойная модель земной коры, сложенной с поверхности мантийно-базальтовым слоем (с участием осадочных пород), ниже погребенным гнейсо-гранитовым слоем (подтверждено данными сверхглубокого бурения) и еще ниже - первично "базальтовым" слоем с промежуточным слоем кора-мантия; глубина поверхности М в зависимости от трактовки определяется от 38-42 до 50 км;
- стадийность развития магматических комплексов показывает ряды: 1) для вулканитов - платобазальты, океанические оливиновые базальты, пикриты (коматиты), локально развитые андезитодациты и латиты; 2) для интрузий - оливинит-перидотитовые, габбро-верлитовые, габбро-норитовые, габбро-диабазовые комплексы; в соединительных разломах между трогом щелочные габброиды; все магматические комплексы имеют отчетливую сидеро- и халькофильную металлогеническую специализацию.

PRECAMBRIAN CRUSTS OF WEATHERING AND SOME FEATURES  
OF THEIR EVOLUTION

In Precambrian history of the Earth the following epochs of chemical weathering are distinguished: Early Proterozoic, Middle Proterozoic, Preriphean and Late-Riphean-Vendian. Analysis of petrogenic elements behaviour in Precambrian crusts of weathering of granitoids and their comparison with phanerozoic crusts of analogous rocks shows principal similarity of crust formation processes during the whole geological history. In spite of general tendency there are differences in the intensity of weathering and the resulting products which is connected with evolution of physical-geographic surrounding. Some peculiarities of hypergene processes in Early Proterozoic led to origin of enormous formations of ferruginous quartzites and gold-uranium conglomerates. As a result of Early Riphean weathering mass formation of terrigenous quartzites took place as well as aluminous rocks and first bauxites. The earliest large-scale formation of reliably diagnosed kaolinite products in the crust of weathering is associated with Late-Riphean-Vendian epoch. The most intensive chemical weathering took place in Early Riphean epoch, when leaching, allitization and oxidation processes were in full swing. Potassium behaviour in crusts of weathering is due to its biophilicity. Oxidation processes with participation of atmospheric oxygen began in Early Riphean and in crusts of weathering in Early Proterozoic appeared only sporadically. The allitization degree in crust of weathering proves that processes of accumulation of alumina reached maximum intensity during bauxite formation epochs. Coefficient analysis of weathering gives evidence of intensification of chemical weathering processes in the course of time and as for intensity and character of weathering the borderline is drawn somewhere at the end of Paleozoic which is associated mainly with qualitative shift of biosphere towards mass development of terrestrial flora. In general, changes of chemical weathering in evolutionary aspect coincide with greatest changes upon the surface of the Earth.

ПОПОВ Ю.Г., МАЦ В.Д., Иркутский политехнический институт, геологоразведочный факультет, г.Иркутск, СССР

ДОКЕМБРИЙСКИЕ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ И НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ ИХ ЭВОЛЮЦИИ

В докембрийской истории Земли выделяются эпохи химического выветривания: раннепротерозойская, среднепротерозойская, дорифейская и позднерифейско-вендская. Анализ поведения петрогенных элементов в докем-



брийских корях выветривания гранитоидов и сопоставление их с фанерозойскими корами аналогичных пород показывает принципиальное сходство процессов корообразования на протяжении всей геологической истории. Несмотря на единую направленность, намечаются различия в интенсивности выветривания и образующихся продуктах, что связано с эволюцией физико-химической обстановки. Специфика гипергенных процессов в раннем протерозое привела к широкому образованию формаций железистых кварцитов и золотоурановых конгломератов. В результате раннерифейского выветривания произошло массовое образование терригенных кварцевых и высокоглиноземистых пород и первых бокситов. Древнейшее крупномасштабное образование надежно диагностируемых каолинитовых продуктов в коре выветривания связано с позднерифейско-вендской эпохой. Наиболее интенсивно химическое выветривание происходило в раннерифейскую эпоху, когда широкий размах приобрели процессы выщелачивания, аллитизации и окисления. Поведение калия в корях выветривания связано с его биофильностью. Процессы окисления при участии атмосферного кислорода происходили с раннего рифея, а в корях выветривания раннего протерозоя проявились лишь спорадически. Степень аллитизации кор выветривания показывает, что наибольшей интенсивности процессы накопления глинозема достигали в эпохи бокситообразования. Анализ коэффициентов выветривания свидетельствует об интенсификации процессов химического выветривания с течением времени, причем рубеж в характере и интенсивности выветривания приходится где-то на конец палеозоя, что связывается главным образом с качественными изменениями биосферы в сторону широкого распространения наземной флоры. В общих чертах изменения химического выветривания в эволюционном аспекте совпадают с крупнейшими изменениями обстановки на земной поверхности.

POUBA Z., Department of Economic Geology, Charles Univ., Prague, Czechoslovakia

#### ORGANIC COMPOUNDS IN THE PRECAMBRIAN STRATIFORM DEPOSITS (BOHEMIAN MASSIF)

Organic compounds have been found in the slightly metamorphosed and unmetamorphosed stratiform deposits and biogenic rocks of Proterozoic age in the Barrandian area (Bohemian Massif). The organic compound have been analyzed from the silicites (chert-like rocks) partly associated with Fe ores of jaspilite type. High values of organic compounds correlate with the high values of V (0, X %) and U. The Proterozoic organic compounds of kerogen type are close to shungite according to the chemical analysis. Aliphatic hydrocarbons, fatty acids, aminoacids, phenols and aromatic aldehydes originated probably during later contamination.

Higher values of V and U are found only in the rocks of oxide facies associated with volcanic rocks. Graphitic schists with sulphides of the same area are very poor in V and U. It is suggested that the volcanic rocks were the source of U and V and these elements were concentrated at the geochemical barrier between the sulphide and oxide facies where the organic compounds had been accumulated.

The organic compounds and possibly even U of the Late Proterozoic Series might have been the source rocks for U-bearing antraxolites of the ore veins of the Příbram ore district. The isotopic composition of the antraxolites ( $\delta^{13}\text{C} = -19,8$  to  $-20,7$ ) and the presence of isoprenoid hydrocarbons (phytane and pristane) of the bituminous fraction suggest a biogenic origin.

Contents of gold amounting to 0,3-0,5 ppm and contents of silver 10-150 ppm were found in silicites and some other quartz-rich sediments of the Barrandian Upper Proterozoic. Siliceous rocks with higher gold contents predominantly occur in the Svojšíň volcanic belt. The origin of gold accumulations is probably associated with the Proterozoic volcanism sedimentation and biogenesis (the highest contents of metals are in the siliceous stromatolites).

It is presumed that Variscan granitization and anatexis of rocks could have brought about further concentration of gold in hydrothermal solutions and, therefore, a spatial connection between gold accumulations in the Proterozoic sediments and the occurrence of younger vein deposits associated with Variscan granitoids may be expected.

POWAR K.B., PATIL D.N., and PATWARDHAN A.M., Department of Geology, University of Poona, PUNE, INDIA

#### TECTONIC EVOLUTION OF THE ARAVALLI-DELHI BELT, INDIA

In the Aravalli-Delhi belt of northwestern India an Archaean platform of the Bhilwara Super Group (3500-2500 Ma) supports towards its southwest and west metasediments of the Proterozoic Aravalli (2500-2000 Ma) and Delhi (2000-1000 Ma) Super Groups. Post-Delhi magmatic activity is represented by the Bairath-Khetri Granites (1660-1480 Ma) and the Erinpura-Abu-Idar Granites (950-630 Ma). A study of satellite imageries covering the region shows that the belt is bounded by major lineaments probably representing chasmic faults. The structural fabric is characterised by lineaments dominantly trending NE-SW with a subordinate number oriented NW-SE and N65°E-S65°W. Regional foliation trends reveal a pattern of tight isoclinal folding on NE-SW axes with cross folding on E-W axes. These and

other evidences suggest that the structural evolution of the Aravalli-Delhi belt is largely a result of rift-tectonics in an ensialic lithosphere.

QIN ZHONGYONG, Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources,  
CHEN MEIQI, YANG XIUEN, DU TANGZHI, Beijing, Hubei, and Shanxi  
Bureau of Geology, China

#### THE MODEL OF CHEMOSTRATIGRAPHY IN PROTEROZOIC

On the basis of the major element, transitional element, rare earth element, isotope of sulphur and organic substance, etc., about the several stratotype sections (from Hutuo Group to Sinian System) in Proterozoic of China, the authors try to make a model of chemostratigraphy (see table 1 in this article). 1. As to space distribution, 7 chemical domains are pointed out, that is, chemical domains of crust of weathering (Fe, Mn, P), salinity facies (B, Ba, K), normal marine facies (Si, Mg, Ca), continental facies (Ti, Ni, Cr, Zr, Co), organic deposition (V, U, organic carbon, amino acid), ore-forming element (Fe, Mn, P) and volcanic deposition (B, Be, K, Na, Cu). In China are rich in deposits, made up of Fe, Mn, P. The content of organic carbon is higher from 1 to 5% and were discovered the Prekaryotic and Eukaryotes. 2. As to time distribution that there are several chemostratigraphic stages (2500Ma.-2000Ma.-1600Ma.-1200Ma.-1000Ma.-800Ma.-600Ma). Those correspond to the several major time-limit in Proterozoic of the world. 3. The R.E.E. pattern states  $\Sigma R.E.E.$  yields high about 146 P. P. M. LR. E. E presents more abundant than HR. E. E, Eu depletion is distinct and  $Eu/Eu^*$  ratio is  $0.68 \pm 0.05$ . This model is similar to the post-Archaeozoic sedimentary rocks of Australia. 4. Geomathematical models for studying chemostratigraphy include Markov Chain, Optimal section, Time Series, Digital Filter, Factor Analysis, Nonlinear Mapping, etc.

RAHA P.K., Centre for Earth Science Studies, P.B.No.2235, Trivandrum-695 010, India

#### PROTEROZOIC STRATIGRAPHY AND SEDIMENTARY HISTORY OF INDIA - REFLECTIONS ON PALAEOGEOGRAPHY

The Dharwar Supergroup and Eastern Ghat rocks of South India, Aravalli Supergroup (Western India) along with some of the metamorphic belts of Eastern India (Iron Ore Group) and Central India (Sakoli and Sauser Groups) form the oldest metamorphosed sedimentary sequences associated with some metavolcanics and cover parts of



Early and Middle Proterozoic History. These sedimentary sequences, formed over the Archaean basement, metamorphosed and intruded by granites. Subsequent to this the Late Proterozoic basins were formed over them. The Late Proterozoic sedimentation history indicated a marine transgression over the Indian shield and is accompanied by widespread erosion and deposition of terrigenous sediments - bouldery conglomerated and quartzites pink to red in colour, suggesting oxidising environments. They are followed by shallow platformal carbonates and shales. This cycle is repeated three to four times during the Riphean and Vendian periods, suggesting transgression and regression of the sea and/or tectonic rejuvenation of the provenances. The spreading out of the basins towards Late Riphean-Vendian period is marked by widespread occurrences of carbonate-shale-orthoquartzite sequences in the upper Vindhyan (including Trans-Aravalli Vindhyan), Kaladgi (Badami Group)-Bhima-Kurnool basins. In general Late Proterozoic probably is a period of rise and fluctuations in sea level with prevalence of warm oxidising environments with development of red-beds, evaporitic minerals and proliferation of algal communities.

ROSEN O.M., Institute of the Lithosphere of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### TYPES OF THE EARLY PRECAMBRIAN SEDIMENTARY BASINS: BACKWARD LOOK AT SEDIMENTOGENEOUS CRYSTALLINE COMPLEXES

The author's method and the computer programme for the chemical analyses calculations ensure the reliable coincidence of the modal and normative mineral compositions of sedimentary rocks. The calculations assume to compare sedimentogeneous rocks irrespective of the metamorphic influence. The petrochemical data on some unmetamorphosed Phanerozoic sedimentary associations were used as standards for comparison with petrochemical provinces of sedimentogeneous metamorphic rocks from greenschist to granulite facies.

At least 4 types of the basins may be distinguished in the Early Precambrian. 1. Humidic type basins being composed of high maturity material correspond to the high aluminous petrochemical provinces, were kyanite, corundum schists, quartzites with subordinate feriferous layers are typical and paleosoils appear to be revealed. 2. Aridic type of low maturity material with dolomites and sulphates has been compared with the lime-rich provinces, were lime- and magnesian - silicate gneisses and schists, carbonates and scapolite-bearing rocks are wide-spread. Both types (1,2) are supposed to be formed on continent and shelf. 3. Olistostromic magnesian type basins are formed by mixtite lithologic association. At present they correspond to magnesian provinces with ultramafic parashists as a character

376

cteristic rock type. Rock mass movements might be resulted in their origin on shelf and continental slope. 4. Chert-graywacke type basins being correlated to the unmetamorphosed chert-volcanic lithologic association, correspond to ferriferous petrochemical provinces composed by ferrous and magnesian gneisses, quartzites, ferriferous quartzites and metabasites. They may be formed on shelf, continental slope and oceanic bottom.

РОЗЕН О.М., Институт литосферы Академии наук СССР, г.Москва, СССР

#### ТИПЫ РАННЕДОКЕМБРИЙСКИХ БАССЕЙНОВ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ: РЕТРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕДИМЕНТОГЕННЫХ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Предложенный автором метод и программа ЭВМ для пересчета химических анализов обеспечивают удовлетворительную сходимость модального и нормативного минеральных составов осадочных пород. Пересчет позволяет сравнивать седиментогенные породы независимо от степени метаморфизма. В качестве эталонов были использованы петрохимические данные по некоторым неметаморфизованным осадочным сериям фанерозоя, которые сравнивались с данными по петрохимическим провинциям седиментогенных метаморфических пород раннего докембрия (от зеленосланцевой до гранулитовой фации метаморфизма). Можно выделить по крайней мере 4 типа бассейнов. 1. Гумидный тип бассейнов, которые первоначально были сложены высоkozрелыми отложениями, а позднее были преобразованы в высокоглиноземистые петрохимические провинции, где широко распространены кианитовые, корундовые и другие сланцы, кварциты, подчиненные прослой железистых пород и установлены коры выветривания. 2. Аридный тип, в котором исходным был материал низкой степени зрелости, присутствовали доломиты и сульфаты. При метаморфизме бассейны этого типа превратились в известковые провинции, сложенные известково- и магнезиально-силикатными гнейсами и сланцами, карбонатными и скаполит-содержащими породами. Эти типы предположительно образовались на континенте и шельфе. 3. Олистостромовый магнезиальный тип был представлен микститовой литологической ассоциацией; а при метаморфизме возникли магнезиальные провинции, содержащие ультраосновные парасланцы. Эти бассейны формировались, вероятно, на шельфе и континентальном склоне при сгуживании и оползании горных масс. 4. Кремнисто-граувакковый тип сопоставляется с одноименной неметаморфизованной литологической ассоциацией и соответствует железистым петрохимическим седиментогенно-метаморфическим провинциям, для которых характерны железисто-магнезиальные гнейсы, кварциты и железистые кварциты, metabasites. Бассейны этого типа могли образоваться на шельфе, континентальном склоне и на дне океана.

RYBAKOV S.I., Institute of Geology of the Karelian Branch  
of the USSR Academy of Sciences, Petrosavodsk, USSR

#### EVOLUTION OF STRATIFORM SULFIDE FORMATION IN THE EARLY PRECAMBRIAN OF THE BALTIC SHIELD

The stratiform sulfide deposits of the Baltic Shield, which differ in both ore composition and metamorphic grade, were formed in different tectonic regimes and primary ore emplacement setting.

The tectonic regime and primary ore deposition setting have not yet been elucidated for the Saamian (Belomorian) cycle (3500-? m.y.). The metamorphic regeneration of pyrite deposits gave rise to pyrrhotite ore occurrences.

The protogeosynclinal greenstone belts formed on the sialic crust along the system of conjugated deep-seated faults corresponds to the Lopian cycle (3500-? - 2700 $\pm$ 100 m.y.). Essentially pyrite deposits developed upon the removal of iron and sulphur from insular volcanoes simultaneously with accumulation of remote volcanogenic sedimentary facies.

In the Karelian cycle (2600-2000 m.y.), characterized by intracraton tectonic and magmatic activity, sulfide formation is related to basaltic volcanism (Pahtavuoma type) or to hydrotherms of subcrust origin in deep fault zones (Outokumpu type), and it occurred in closed shallow-water basins.

An epicraton geosynclinal belt regime is characteristic of the Svecofennian cycle (2000-1650 m.y.). As regards paleotectonic conditions, the Ladoga - Bothnian belt is similar to island arcs with predominant andesitic volcanism. Copper-zinc deposits of volcanogenic sedimentary and partly combined type were formed in the near-diatreme zone of paleovolcanoes. The South-Svecofennian belt corresponds more amply to a moderately deep marginal sea. Volcanogenic sedimentary deposits related to acid volcanism emerged in the zone of remote facies or of those approaching near-diatreme volcanic facies.

РЫБАКОВ С.И., Институт геологии Карельского филиала АН СССР,  
г.Петрозаводск, СССР

#### ЭВОЛЮЦИЯ КОЛЧЕДАНООБРАЗОВАНИЯ В РАННЕМ ДОКЕМБРИИ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

Колчеданные месторождения Балтийского щита, различающиеся составом руд и степенью метаморфического преобразования, образовались в условиях различных тектонических режимов и первичных обстановок рудоотложения. Для саамского (беломорского) цикла (>3500-(?)млн.лет) тектонический режим и первичные обстановки рудообразования не выяснены. Пирротиновые рудопоявления возникли при метаморфической регенерации колчеданных месторождений.



Лопийскому циклу (3500-(?) - 2700+100 млн.лет) отвечают протогео-синклинальные зеленокаменные пояса, заложенные на сиалической коре по системе сопряженных глубинных разломов. Существенно серноколчеданные месторождения образовались при выносе железа и серы с островных вулканов синхронно с накоплением отдаленных вулканогенно-осадочных фаций.

В карельском цикле (2600-2000 млн.лет), характеризующемся условиями интракратонной тектоно-магматической активизацией, колчеданообразование связано с базальтовым вулканизмом (тип Пахтавуома) или гидротермами подкорового происхождения в зонах глубинных разломов (тип Оутокумпу) и происходило в условиях замкнутых мелководных бассейнов.

Для свекофеннского цикла (2000-1650 млн.лет) характерен режим эпикратонных геосинклинальных поясов. Ладожско-Ботнический пояс по палеотектоническим условиям близок островным дугам с преобладающим андезитовым вулканизмом. Медно-цинковоколчеданные месторождения вулканогенно-осадочного, отчасти комбинированного, типа образовались в прижерловой зоне палеовулканов. Южно-Свекофеннский пояс ближе отвечает окраинному морю умеренной глубинности. Вулканогенно-осадочные месторождения, связанные с кислым вулканизмом, возникли в зоне отдаленных, или переходных к прижерловым, вулканических фаций.

SAAVEDRA, JULIO (1), JOSE RAMON PELAEZ (2), LORENZO VILAS (2), ANTONIO GARCIA SANCHEZ (1), MIGUEL ANGEL SAN JOSE (2) and PEDRO HERRANZ (2), C. S. I. C., Spain.  
(1) Mineralogy and Geochemistry, Salamanca. (2) Economic Geology Institute, Madrid

#### GEOCHEMICAL CHARACTERISATION OF UPPER PROTEROZOIC-LOWER CAMBRIAN LEVELS IN A SECTOR OF THE CENTRAL PORTION OF SPAIN

Four unities between those characterised in this region are studied: The one named "Alcudiense Superior" (Upper Alcudian), with common grauwackes, lutites, and conglomerate channels; Fuentes level, mainly made up of calc-dolomite megabreccias; Pusa argillaceous rocks, generally a lutitic serie, and, as end, Azorejo littoral sandstones (mainly). The age of these unities contains from the Upper Vendian (Riphean) until the Lower Cambrian. The values of the main, minor, and trace elements in these rocks, without appreciable metamorphism, allow estimate three different groups, which reflect distinct geological events: -Upper Alcudian, more or less regular oscilations in some main, minor and trace elements. -Pusa Serie, general regularities in the values of main elements (high in  $Al_2O_3$  and low in  $SiO_2$ ); simultaneous and occasional descents of Na (with Ba, Rb, and Pb) and increases of Li, Mg and Zr. -Azorejo Serie, very irregular variations.

SALLIER M.E., GLEBOVITSKY V.A., SOKOLOV Yu.M., BUSHMIN S.A., MITROFANOV F.P., MIKHAILOV D.A., Institute of Precambrian Geology and Geochronology of the USSR Academy of Sciences, Leningrad, USSR

#### CYCLES OF METAMORPHIC ORE-FORMING PROCESSES IN THE EARLY PRECAMBRIAN

According to the main thesis of the proposed conception the nature of metamorphic ore-forming processes is defined by condition and relationship between dominant endogenous processes, i.e. those of regional metamorphism, ultrametamorphism and magmatism which in turn are connected with specific tectonic regimes. Mobilization and concentration of ore substance, ore crystallization are considered in term of certain stages of endogenous cycles. The succession of mineralization showing a regular repeated pattern in earth crust evolution suggests the occurrence of a cycle of metamorphic ore-forming processes as an integral component of endogenous cycle. The cycle includes: the first premineral stage with features defined by exogenous and magmatogenous processes developed before regional metamorphism; the stage of prometamorphic mineral deposits associated with a progressive metamorphic branch; the second premineral stage generating a metallogenic specialization of fluid systems and mobilization (remobilization) of ore material for the final stage producing rheo- and orthometamorphic deposits arisen from regressive metamorphism. The latter is to be the main phase of metamorphic mineralization as evidenced by extensive post-migmatitic metasomatism during the decrease in  $P_{tot}$ ,  $T$  and/or increase in  $P_{H_2O}$ . Specifics in the ore-forming processes during the cycle define their own culmination at its final stage which is reflected in the occurrence of impulses of metallogenic activity. The revealed empirical distribution pattern of rheo- and orthometamorphic deposits can be theoretically grounded based on specific features appropriate to every endogenous regime.

САЛБЕ М.Е., ГЛЕБОВИЦКИЙ В.А., СОКОЛОВ Ю.М., БУШМИН С.А., МИТРОФАНОВ Ф.П., МИХАЙЛОВ Д.А., Институт геологии и геохронологии докембрия Академии наук СССР, г. Ленинград, СССР

#### ЦИКЛЫ МЕТАМОРФИЧЕСКОГО РУДОГЕНЕЗА В РАННЕМ ДОКЕМБРИИ

Основное положение развиваемой концепции состоит в том, что характер метаморфического рудогенеза определяется условиями и взаимосвязью ведущих эндогенных процессов - регионального метаморфизма, ультраметаморфизма и магматизма, - особенности которых, в свою очередь, обусловлены тектоническим режимом. Процессы мобилизации и концентрации рудного вещества, кристаллизации руд рассматриваются по отношению к эта-

пам эндогенных циклов. Определенная последовательность процессов рудообразования, закономерно повторяющаяся в эволюции земной коры, позволяет ввести понятие цикла метаморфического рудогенеза как составной части эндогенного цикла. Цикл включает: первый рудоподготавливающий этап, характер которого обусловлен экзогенными и магматогенными процессами, предшествующими региональному метаморфизму; этап формирования прометаморфических месторождений, проявленный на прогрессивной ветви метаморфизма; второй рудоподготавливающий этап, создающий металлогеническую специализацию флюидных систем и мобилизацию (ремобилизацию) рудного вещества для следующего, заключительного этапа, продуцирующего рео- и ортометаморфические месторождения, образование которых связано с регрессивным метаморфизмом. Регрессивный метаморфизм рассматривается как главная фаза метаморфического рудогенеза, что объясняется широким проявлением послемигматитового метасоматоза во время спада  $P_{\text{общ}}$ ,  $T$  и (или) возрастания  $P_{H_2O}$ . Особенности развития процессов рудообразования в течение цикла определяют смещение их интенсивности на его заключительный этап, что отражается в проявлении импульсов эндогенной металлогенической активности. Каждому эндогенному режиму свойственны специфические условия проявления регрессивного этапа метаморфизма, что теоретически обосновывает известные эмпирические закономерности локализации рео- и ортометаморфических месторождений.

SALOP L.J., ALL-Union Research Geological Institute (VSEGEI)  
Leningrad, USSR

#### NATURAL SUBDIVISION AND GLOBAL STRATIGRAPHY OF THE PRECAMBRIAN

12 large natural stages in the Earth's history during the Precambrian are recognized, they display many peculiarities in sedimentation, magmatism, tectonic regime, geochemical environment and physical conditions. Correspondingly 12 major global units are established: Erathems and Suberathems and these are divided into 23 lithostratigraphic complexes followed through all continents. The supracrustal formations of every Erathem and Suberathem finish with diastrophic events of world-wide scale. Certain lithostratigraphic complexes are also separated by diastrophic events, but of smaller scale. Besides, at the end of the Precambrian a relatively small unit - the Vendian System - is recognized, it is closely related to the Cambrian and belongs to the Paleozoic Era.

The lithostratigraphic complexes are useful not only in the intercontinental correlation but also in forecasting of different exogenic and metamorphogenic mineral deposits.



*Distribution of several complexes is of very limited stratigraphic range. These are the complexes enclosing different types of ferruginous formations, uranium-bearing conglomerates, glauconite deposits and many more types of formations.*

САЛОП Л.И., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ), г. Ленинград, СССР

#### ЕСТЕСТВЕННАЯ ПЕРИОДИЗАЦИЯ И ГЛОБАЛЬНАЯ СТРАТИГРАФИЯ ДОКЕМБРИЯ

В докембрии выделяется 12 крупных естественных этапов развития Земли, которые характеризуются многими особенностями седиментации, магматизма, тектонического режима, геохимической среды и физических условий. Соответственно устанавливается 12 главных глобальных подразделений — групп и подгрупп, — которые, в свою очередь, расчленяются на 23 литостратиграфических комплекса, прослеживающиеся на всех континентах. Формирование супра-крупных формаций каждой группы и подгруппы завершается глобально выраженными диастрофическими явлениями. Тектонические события меньшей интенсивности разделяют и многие литостратиграфические комплексы. В конце докембрия выделяется еще сравнительно небольшое подразделение — вендская система, — тесно связанная с кембрием; она, по-видимому, должна быть отнесена уже к палеозойской группе.

Литостратиграфические комплексы могут быть использованы не только для межконтинентальной корреляции, но и для прогнозирования различных типов экзогенных и метаморфогенных полезных ископаемых. Некоторые комплексы имеют очень узкий стратиграфический диапазон распространения. К их числу относятся комплексы, заключающие различные типы формаций, ураноносные конгломераты, ледниковые образования и многие другие.

SAMANI BAHRAM, Expl. Div., AEOI, Tehran, Iran

#### RECOGNITION OF URANIUM PROVINCES FROM THE PRECAMBRIAN OF IRAN

During the consolidation and establishment of Precambrian Arabo-Iranian platform by the Pan-African orogeny the compressional tectonic activity ended with tensional intracontinental rifting and development of taphrogenic rift structures with bimodal basalt-rhyolite and alkaline magmatism. Two of these belts are discussed in this paper.

1) The central part of the Bafq-Posht-e-Badam block which is considered as a taphrogenic zone is occupied by pyroclastites evaporates, carbonates, acid to basic lava flow and gabbro to granitic intrusion

The green facies metamorphism, Na-metasomatism, and hydrothermal alteration strongly developed on the peripheral zones of hyp-abyssal granitic massives and in the narrow tectonic zones. Iron, Uranium, Thorium and Rare Earth Elements mineralization are associated with these deformations and features. The first stage U- Th mineralization is in form of amphibolite-albitite, and silicified series. The secondary stage vein type uranium (oxide and silicate) mineralization occurred in the faulted-crushed zone in association with sulphide-serpentine, phlogopitite and serpentine- magnetite- chlorite.

2) The second taphrogenic belt is located in the Zagross Range bounded by Minab fault, and Zardkuh-Dena-Kazerun-Qatar Lineament. Uranium mineralization (oxide and silicates) occurred in the lagoonal or playa type local basins on the weathering surface of rhyolitic, ignimbritic tuffaceous series in form of gypcrete in association with hematite. Uranium mineralization is synsedimentary type and deposited within evaporatic sediments of Hormoz Series.

SAVERIKKO, MATTI, Finn.Acad.Sci./Dept. of Geol., Univ. Helsinki, Helsinki; TAPIO KOLJONEN, Geol.Surv.Finland, 02150 Espoo, Finland

#### EXPLOSIVE KOMATIITE VOLCANISM AND ITS PALEOTECTONIC REGIME IN NORTH FINLAND

The Lapponian supracrustal sequence, regarded as Archean in age, includes at least three komatiite suites. Basaltic komatiites with komatiitic basalts, occurring as pyroclastic amphibole-chlorite rocks, represent the latest Lapponian komatiite phase. These rocks initiated the volcanism represented by the Kittilä greenstone complex. The explosive phase began with eruptions of the komatiites proper in an interior basin, where isolated komatiitic volcanoes were located at the margin or as islands.

Diastrophic processes were active after the early stage of the Lapponian evolution, which consisted of the first komatiite phase, continental sedimentation, and the volcanism that produced the Salla greenstone complex. Explosive komatiitic volcanism took place under extensional tectonic conditions through a large-scale fault running in north-westerly direction through northern Finland and Soviet Karelia. Places of incision of the fault and coeval faults in northwesterly direction appear to have been the main volcanic conduits of the pyroclastic komatiites.

Before the explosive volcanism vertical displacements of 2-3 km magnitude took place and the subsided blocks were covered over with arkosic alluvial sediments separated by a pelite and with overlying euxinic-epiclastic sediments of varying thickness.

SCHERBAKOVA T.F., SUKHORUKOV Yu.T., BEUS A.A., Institute of Lithosphere of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

#### PETROCHEMICAL FEATURES OF ROCKS AND SIGNIFICANCE OF METASOMATISM IN GRANITIZATION OF AMPHIBOLITES OF THE BELOMORSKAJA SERIES OF THE BALTIC SHIELD

Study of relationships between Precambrian amphibolites and migmatites of the Belomorskaja series in Karelia and Kola peninsula revealed that rocks recognised as migmatites were originated as a result of metasomatic granitization of amphibolites. According to the intensity of changes in composition the following succession of rocks was observed: 1. unchanged amphibolites 2. biotite-hornblende plagiomigmatite 3. hornblende-biotite plagiomigmatite 4. biotite-plagiomigmatite 5. biotite "shadowy" plagiomigmatite and plagiogranite. 6. biotite granite. On the basis of chemical composition of 200 samples of amphibolites, apoamphibolite migmatites and granites and balance of substance calculations it was established that inflow of Na, K, Si and removal of Fe, Mg, Ca, Ti took place during granitization. The following two stages of metasomatic granitization separated by a time interval were recognised: 1. silica-sodium 2. silica-potassium. Relationships between plagiomigmatites and microcline-bearing migmatites allowed to consider silica-potassium metasomatic granites as a rear zone of the metasomatic column, the front zone of which is characterised by wide development of silica-sodium metasomatism. Silica-potassium metasomatism (granitization) of Protocrustal rocks, which include plagiogranites and, possibly, anorthosites, should form a front zone of the metasomatic column consistently enriched by sodium as a transferred component. Process of silica-potassium metasomatic granitization of ancient magmatic and metamorphic rocks, relatively rich in sodium and calcium, is believed to be always accomplished by formation of metasomatic plagiomigmatites in overlying basic rocks.



ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД И РОЛЬ МЕТАСОМАТОЗА ПРИ ГРАНИТИЗАЦИИ АМФИБОЛИТОВ БЕЛОМОРСКОЙ СЕРИИ

На основании изучения взаимоотношений докембрийских амфиболитов и мигматитов Беломорской серии в Карелии и на Кольском полуострове установлено, что породы, квалифицируемые как мигматиты, зачастую представляют собой апоамфиболитовые образования, сформированные в процессе метасоматической гранитизации и мигматизации амфиболитов. По интенсивности гранитизации выделяется следующий последовательный ряд пород: 1) неизменные амфиболиты; 2) биотит-роговообманковые плагиомигматиты; 3) роговообманково-биотитовые плагиомигматиты; 4) биотитовые плагиомигматиты; 5) биотитовые теневые плагиомигматиты и плагиограниты; 6) биотитовые граниты. Средние химические составы амфиболитов, апоамфиболитовых мигматитов и гранитов, рассчитанные по 200 химическим анализам, а также баланс вещества с учетом удельного объема пород показали, что процесс гранитизации амфиболитов сопровождался привнесением  $Si$ ,  $Na$  и  $K$  и выносом  $Mg$ ,  $Fe$ ,  $Ca$ ,  $Ti$ . Выделяются две стадии метасоматической гранитизации, разделенные перерывом во времени: 1) кремний-натриевая; 2) кремний-калиевая. Взаимоотношения между апоамфиболитовыми плагиомигматитами и микроклинсодержащими мигматитами дают основание рассматривать продукты кремний-калиевого метасоматоза как тыловую зону метасоматической колонны, передовая зона которой характеризуется развитием кремний-натриевого метасоматоза. Кремний-калиевый метасоматоз (гранитизация) пород протокры, включающей плагиограниты и, возможно, анортозиты, должен формировать передовой фронт метасоматической колонны, устойчиво обогащенный натрием в качестве перемещенного компонента. Можно ожидать, что во всех случаях процесс кремний-калиевой метасоматической гранитизации древних магматических и метаморфических пород, относительно богатых натрием и кальцием, будет сопровождаться образованием в перекрывающих толщах основного состава метасоматических плагиомигматитов.

SCHIFFRIES, CRAIG M., Department of Geological Sciences, Harvard University, USA

THE BUSHVELD HYDROTHERMAL SYSTEM

Several lines of evidence demonstrate that one or more hydrothermal systems have been active in and around the Bushveld Igneous Complex. Most compelling are the saline fluid inclusions that have been observed in numerous samples from the interior of the Complex and from the floor-, wall-, and roof-rocks. There are, in addition, many small hydrothermal Pb deposits in the contact aureole near the base

and sides of the Complex, and several hydrothermal Sn deposits in the roof-rocks. Certain transgressive pegmatoids found within the Complex have been interpreted as metasomatic replacement bodies that are also due to hydrothermal circulation. In addition to the effects of localized hydrothermal activity, the distribution of fluid inclusions and the presence of turgid or saussuritized plagioclase and late hydrous minerals suggest that pervasive fluid-rock interactions occurred. The sources of the water and dissolved salts are believed to be largely external to the Complex.

Local concentrations of fluid inclusions, some of which contain a halite(?) daughter crystal, have been found in a 'pothole' in the Merensky Reef and in a sulfide-rich anorthosite horizon immediately below the Main Magnetite seam. Homogenization temperatures in excess of 300°C have been recorded for some of these inclusions. Textural evidence of host-rock alteration is consistent with the hypothesis that these areas were subjected to intense hydrothermal activity. This raises the possibility that the potholes are solution features and that certain mineralized horizons in the Bushveld that are generally regarded to be syngenetic and unaltered stratiform magmatic deposits may actually have been sufficiently influenced by hydrothermal activity so they should be considered epigenetic.

SCHRANK, ALFONSO, Univ. de Campinas (UNICAMP), Sao Paulo, Brasil

#### SYNTHESE SUR LES CEINTURES DE ROCHES VERTES DU BRÉSIL ET LEURS GISEMENTS METALLIQUES

Plusieurs exemples de Ceintures de Roches Vertes du Brésil, dont l'âge varie en gros entre 2,9 et 1,8 AE sont revues d'après ses caractéristiques stratigraphiques, lithologiques, pétrographiques et pétrologiques. Le degré de connaissance, encore assez variable sur l'ensemble et surtout, dans certains cas l'absence de données radiométriques et géochimiques, n'empêche qu'on puisse déjà saisir les grands traits caractérisant ces terrains, en fonction de leur ressemblance avec d'autres régions du globe.

Du point de vue métallogénique les principaux dépôts associés aux Ceintures Vertes traitées sont ceux de l'or. Pour la plupart ils sont liés aux faciès des sulfures et des carbonates ferrifères (p. ex. Mines du Morro Velho et de Raposos) ainsi qu'à des schistes quartzifères carbonatés (p. ex. Serrinha) dont l'origine volcanique exalative semble déjà bien démontrée. D'autres sont liés à des filons quartzifères à l'intérieur des roches volcaniques et sédimentaires, ou bien apparaissent sous forme de disseminations dans des roches graphiteuses et volcaniques acides (p. ex. Crixás). D'une importance numérique moindre sont aussi répertoriés des gisements polymétalliques de plomb-zinc et cuivre, ainsi que des dépôts de nickel latéritique. Certaines régions contenant des successions de coullés komatiitiques sont actuellement soumises à une prospection intensive, à la recherche de dépôts de sulfures massifs de cuivre et nickel.

SHCHERBAK N.P., Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the UkrSSR Academy of Sciences; BIBIKOVA E.V., V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry of the USSR Academy of Sciences, USSR

#### STRATIGRAPHY AND GEOCHRONOLOGY OF THE EARLY PRECAMBRIAN IN THE USSR

Recent complex geological and geochronological studies of the Precambrian of the Ukrainian, Aldan and Eastern Part of the Baltic

shields permit to compare the time succession of major geological events- volcanism, sedimentation, magmatism and metamorphism in the Early Precambrian with the upper age boundary 1800 m.y. We have studied only those stratigraphic subdivisions the geological position of which is well confirmed by isotopic data obtained mainly by U-Pb method on accessory zircons. Only within the Ukrainian shield the isotopic data confirm the existence of the Lower Archean formations. Here there is an ultrabasite-tonalite complex whose final emplacement took place about  $3650 \pm 50$  m.y. ago. Supracrustal and corresponding granitoid formations of the Upper Archean (3500-2600 m.y. ago) have been identified within all Precambrian shields of the USSR. Early Precambrian epochs are characterized by a certain displacement of the initial stages of palaeovolcanic processes and the final stages corresponding to granitoid magmatism in the evolution of the continental crust of the Ukrainian and Baltic shields. Within the Ukrainian shield the epochs of volcanism and sedimentation both in the Upper Archean and the Lower Proterozoic started about 200 m.y. earlier than those within the Baltic shield. The duration of the whole tectono-magmatic cycle in the Upper Archean beginning with volcanism and up to the formation of synorogenic granitoids is about 150-300 m.y. In the Lower Proterozoic these processes seem to be more durable, up to 500 m.y. A significant time interruption between the consolidation of the Upper Archean formations and the beginning of the Lower Proterozoic strata accumulation has been revealed. There is no correspondence between the age and the metamorphic grade of Early Precambrian formations. The major epochs of granulitic metamorphism within the Precambrian shields of the USSR have been established - 2800-2600 and 1800-2800 m.y. ago.

ЩЕРБАК Н.П., Институт геохимии и физики минералов Академии наук СССР, г. Киев; БИБИКОВА Е.В., Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Академии наук СССР, г. Москва, СССР

#### СТРАТИГРАФИЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЯ РАННЕГО ДОКЕМБРИЯ СССР

Проведенные в последние годы комплексные геологические и геохронологические исследования по изучению докембрия Украинского, Алданского и Восточной части Балтийского щитов позволяют провести корреляцию временной последовательности важнейших геологических событий - седиментации, вулканизма, магматизма и метаморфизма - в раннем докембрии с верхней возрастной границей 1800 млн. лет назад. Рассматривались только те стратиграфические подразделения, геологическое положение которых определено и подкреплено надежными изотопными данными, полу-



ченными главным образом U-Pb методом по акцессорным цирконам. Геологическими и изотопно-геохронологическими данными нижнеархейские образования установлены пока только в пределах Украинского щита. Это ультрабазит-тоналитовый комплекс, завершение формирования которого произошло  $3650 \pm 150$  млн. лет назад. Супракрустальные и соответствующие им гранитоидные формации верхнего архея выделены и надежно датированы в пределах всех докембрийских щитов СССР. Намечается смещение во времени начальных этапов заложения подвижных зон, отвечающих процессам палеовулканизма, и конечных - соответствующих гранитоидному магматизму, в эволюционном развитии континентальной коры Украинского и Балтийского щитов. В пределах Украинского щита эпохи вулканизма и осадкообразования приблизительно на 200 млн. лет начинались раньше, чем на Балтийском. Продолжительность формирования метаморфических серий в верхнем архее начиная с вулканизма и кончая синорогенными гранитоидами составляет 150-300 млн. лет. В нижнем протерозое эти процессы, по-видимому, охватывали большие интервалы времени: до 500 млн. лет. Устанавливается существенный перерыв во времени между этапами консолидации верхнеархейских и началом формирования нижнепротерозойских толщ. Для раннедокембрийских образований не установлено зависимости между возрастом пород и степенью их метаморфизма. В пределах докембрийских щитов СССР широко проявились две эпохи гранулитового метаморфизма - 2800-2600 и 2000-1800 млн. лет назад.

SHCHOGOLEV I.N., Voronezh State University, Geological Faculty,  
Voronezh, USSR

# PRINCIPAL REGULARITIES IN THE EMPLACEMENT OF THE CONTINENTAL LOWER PRECAMBRIAN ORE-BEARING IRON FORMATIONS AND THE CRITERIA FOR THEIR CORRELATION

Stratigraphic division and correlation of metamorphic rocks is a difficult problem due to the uncertainty as to the original nature and position in the cross section. The major difficulties come from the regions where the basement is represented by high-grade metamorphosed terranes and overlaid by thick sedimentary formations. So, investigation of the lower Precambrian rocks and interregional stratigraphic correlation are approached to on the basis of following principal suggestions: 1) rocks generated by metamorphism of sedimentary, volcanogene-sedimentary and volcanogeneous terranes are playing the dominant role in the regions; 2) generation of many-km rock thicknesses took place from  $3500 \pm 100$  m.y. to  $1650 \pm 50$  m.y. in four major stages, each characterized by special tectonic and paleogeographic situation; 3) rock sections possess the marking horizons with specific structural features; 4) relics of the original

sedimentary rocks are preserved both in their low and high grades metamorphosed differences. All this caused the use of the complex geological data and special research methods to study metamorphic terraines. Considering the above, the lower Precambrian sections of the world principal ore-bearing provinces (Kursk Magnetic anomaly, Ukrainian, Canadian, East-Brazilian, Guianian, Rhodesian, Transvaal, Indian, China-Korean, West-Australian and other shields) show a wide abundance of the ore-bearing formations, which are associated with certain stratigraphical levels and are representative of four main stages of the ore accumulation (low Archaean, Upper Archaean and two lower Proterozoic). Due to structural peculiarities and generation conditions the ore-bearing formation of different ages are characterized by considerable differences and involve irreversible changes in the types of rocks and similar lithological patterns. So, varies the substance composition of the ore-bearing iron formations, production, genesis and the complex of enclosing rocks. However, synchronic iron formations of different world regions have many common features, referring to the universality or closeness of conditions of generation, existed in Low Precambrian on the continents.

ЩЕГОЛЕВ И.Н., Воронежский государственный университет, геолфак,  
г. Воронеж, СССР

#### ГЛАВНЕЙШИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ РУДОНОСНЫХ ЖЕЛЕЗИСТЫХ ФОРМАЦИЙ НИЖНЕГО ДОКЕМБРИЯ КОНТИНЕНТОВ И КРИТЕРИИ ИХ КОРРЕЛЯЦИИ

Стратиграфическое расчленение и корреляция метаморфических пород представляет собой сложную проблему из-за недостаточной ясности первоначальной природы и положения в разрезе. Наибольшие трудности возникают в районах, где фундамент представлен высокометаморфизованными толщами и перекрыт мощными образованиями осадочного чехла. Поэтому методический подход к изучению нижнедокембрийских пород и проведение межрегиональной стратиграфической корреляции базируется на следующих основных положениях: 1) главенствующая роль в регионах принадлежит породам, образованным в результате метаморфизма осадочных, вулканогенно-осадочных и вулканогенных толщ; 2) формирование многокилометровых разрезов пород происходило в период от 3500±100 млн. лет до 1650±50 млн. лет в четырех крупных этапах, каждый из которых характеризовался своеобразием тектонической и палеогеографической обстановок; 3) наличие в разрезах пород маркирующих горизонтов со строго специфическими особенностями строения; 4) сохранение реликтовых признаков первично-осадочных пород как в слабо-, так и в сильнометаморфизованных их разностях. Все это обусловило использование комплекса геологических данных, а также специальных методов исследования при

изучении метаморфических толщ. С учетом отмеченного в разрезах нижнего докембрия главных железорудных провинций мира (КМА, Украинский, Канадский, Восточно-Бразильский, Гвианский, Родезийский, Трансваальский, Индийский, Китайско-Корейский, Западно-Австралийский и др. щиты) установлено широкое развитие железорудных образований, которые приурочены к определенным стратиграфическим уровням и соответствуют четырем главным эпохам железнакопления (нижнеархейской, верхнеархейской и двум нижнепротерозойским). По особенностям строения, условиям образования разновозрастные железорудные образования характеризуются значительными различиями и устанавливаются необратимые изменения во времени как типов пород, так и одноименных разностей. Так, меняется вещественный состав железорудных образований, продуктивность, генезис и комплекс вмещающих пород. Однако закономерности в локализации разновозрастных железистых формаций различных регионов мира имеют много сходных черт, что свидетельствует о единстве или близости условий, существовавших в нижнем докембрии на континентах.

SHEN BAOFENG, ZHAI ANMIM, SONG LIANGSHENG, LUO HUI, Tianjing  
Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of  
Geological Sciences, Tianjin, China

#### THE TIME-SPACE DISTRIBUTION OF THE LOWER PRECAMBRIAN ORE DEPOSITS IN CHINA

The lower Precambrian is the important period of the ore deposits formation in China, in which the iron ore and gold deposits are the most important, less the copper, lead-zinc deposits and nonmetallic pyrite and boron deposits.

In this paper 8 metallogenic provinces of the lower precambrian in China are distinguished as follows: 1. Qingyuan-Huadian gold, iron and lead-zinc metallic province; 2. Liaotung iron, boron, lead-zinc metallic province; 3. Jitong iron, gold metallic province; 4. Wutai Taihang iron, pyrite metallic province; 5. Shanxi Luliang iron metallic province; 6. Shanxi Zhongtiao copper metallic province; 7. Yuxi iron, gold metallic province; 8. Wanbei iron metallic province.

In addition, 7 characteristics of the time-space distribution of the lower Precambrian ore deposits in China are discussed in the article.



CORRELATION OF THE EARLY PRECAMBRIAN OF THE RUSSIAN PLATFORM BASEMENT

The regional stratigraphical scales of the early Precambrian in the European part of the USSR include about sixty of the rockunits ranked as series which had been formed in the time-span longer than 3.0 b.y. These intermittent and ranging in age sedimentary and volcanic terrains are very difficult to correlate due to complex deformation and often high-grade and polycyclic metamorphism they suffered from. So their correlation remains disputable in many respects. Comparative analysis of geology, stratigraphy, lithology, structure-petrology, composition and sequence of these complexes together with radiological dating of metamorphism and cross-cutting intrusions enable natural history of series formation to be reconstructed in terms of the current chrono-stratigraphic scale for the Precambrian in the USSR. Lower Archaean-AR<sub>1</sub> ( $> 3000 \pm 150$  m.y.) regions and series: 1) Kola Peninsula - Kolan; 2) Karelia - Bielomorian; 3) Ukraine - Aulian; Dniestr-Bug; 4) Bielorrussia - Shchuchian; 5) Kursk - Voronezh area - Oboyan; 6) Volga-Kama oil-field area - Otradnian and Bol'shecheremshanian; 7) Baltic region - granulite complex. Upper Archaean-AR<sub>2</sub> ( $3000 \pm 150 - 2600 \pm 100$  m.y.) - in the same order of the regions. Series: 1) Liebyazhian, Kolmozero-Voronyan; 2) Himolan, Parandovian, Hautavaarian, Jalonsvaarian, Tikshozerian; 3) Konka-Verkhovtsevan, Zapadno-Priazovian, Rosian-Tikitchian; 4) Okolovian; 5) Mikhailovkan; 6) -; 7) Vaivarian. Lower Proterozoic-PR<sub>1</sub>: Early Proterozoic-PR<sub>1</sub><sup>1</sup> ( $2600 \pm 100 - 2300 \pm 100$  m.y.). 1) Tundran, Keivian; 2) Sariolian, Bol'shozerian, Tungudan; 3) Krivoi Rog, Ingulo-Inguletsian, Teteravian, Tzentral'no-Priazovian; 4) -; 5) Kursk; 6) Sarmanovian; 7) Inchukalnsian, Balnikalan. Late Proterozoic-PR<sub>1</sub><sup>2</sup> ( $2300 \pm 100 - 1900 \pm 100$  m.y.). 1) Petchengan, Imandra-Varzagan; 2) Segozerian, Onegan, Suisaarian, Sortavalan, Ladogan; 3) Verkhne-Krivoi Rog, Osipenkovan, Guliaipolian; 4) Zhitkovichian; 5) Oskolian, Vorontsovkan; 6) Koukmoorian; 7) Aloutaguzean, Yagalan. Subplatformic stage-PR<sub>1</sub><sup>3</sup> ( $1900 \pm 100 - 1650 \pm 50$  m.y.). 1) Yuzhno-Petchengan; 2) Petrozavodsk-Shokshan; 3) Pugachevkan; 4) Luchkian; 5) Glazunovian; 6) -; 7) Hoglandian.

# КОРРЕЛЯЦИЯ РАННЕГО ДОКЕМБРИЯ ФУНДАМЕНТА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ

В региональных стратиграфических схемах раннего докембрия Европейской части СССР выделяется около шести десятков стратиграфических подразделений в ранге серий, сформированных в интервале длительностью более 3,0 млрд. лет. Корреляция этих пространственно разобщенных и разновременных осадочных и вулканических образований, в большинстве своем сложно деформированных, часто глубоко и неоднократно метаморфизованных, вызывает большие трудности и во многом остается дискуссионной. Сравнительный анализ геолого-стратиграфических, литолого-фациальных, структурно-петрологических и других особенностей состава и строения разрезов этих комплексов, а также радиохронометрические датировки времени метаморфизма и возраста прорывающих их интрузий позволяют установить естественно-историческую последовательность формирования выделяемых серий в рамках действующей хроностратиграфической шкалы докембрия СССР.

Нижний архей —  $AR_1$  ( $>3000 \pm 150$  млн. лет) районы и серии: 1) Кольский полуостров — кольская; 2) Карелия — беломорская; 3) Украина — акульская, днестровско-бугская; 4) Белоруссия — щучинская; 5) Курско-Воронежская область — обоянская; 6) Волго-Камский нефтеносный район — отрадненская и большечеремшанская; 7) Прибалтика — гранулитовый комплекс. Верхний архей —  $AR_2$  ( $3000 \pm 150 - 2600 \pm 100$  млн. лет) в той же последовательности по регионам. Серии: 1) лебяжинская, колмозеро-воронья; 2) гимольская, парандовская, хаутоварская, ялонварская, тикшозерская; 3) конкско-верховцевская, западно-приазовская, росинско-тикичская; 4) околловская; 5) михайловская; 6) —; 7) вайварская толща. Нижний протерозой —  $PR_1$ . Ранний —  $PR_1^1$  ( $2600 \pm 100 - 2300 \pm 100$  млн. лет): 1) тундровая, кейвская; 2) сариолйская, большезерская, тунгудская; 3) криворожская, ингуло-ингулецкая, тетеревская, центрально-приазовская; 4) —; 5) курская; 6) сармановская; 7) инчукалнская, бальникайская. Поздний —  $PR_1^2$  ( $2300 \pm 100 - 1900 \pm 100$  млн. лет): 1) печенгская; имандра-варзугская; 2) сегозерская, онежская, суйсарская, сортавальская, ладожская; 3) верхнекриворожская, осипенковская, гуляйпольская; 4) житковичская; 5) оскольская, воронцовская; 6) кукморская; 7) толщи алутагузская и ягалаская. Субплатформенный этап —  $PR_1^3$  ( $1900 \pm 100 - 1650 \pm 50$  млн. лет): 1) южнопеченгская; 2) петрозаводско-шокшинская; 3) пугачевакая; 4) лучковская; 5) глазуновская; 6) —; 7) хогландская толща.

SIDORENKO Sv.A., Geological Institute of the USSR Academy of Sciences, Moscow, USSR

## LIFE IN PRECAMBRIAN IN THE LIGHT OF PRESENT-DAY DATA ON ORGANIC MATTER IN PRECAMBRIAN SEDIMENTS

The Earth's crust sedimentary geological layers devoid of biogenic organic matter have not been known for us at present. All oldest sedimentary rocks of the Earth accessible for us at present bear no traces of geological, biological or chemical (geochemical) traces of origin of life, "living systems" at this very stratigraphic or absolute-age level. This phenomenon was certain to take place before all known nowadays geological events.

Primarily-sedimentary rocks of Precambrian bear biogenic organic compounds of practically all their major classes and types.

Six large global "epochs" of wide development of highly carbonaceous rocks (bill, yrs.) are distinguished within all Precambrian blocks of the Earth's crust: 3.7 - 3.5; 2.8. - 2.6; 2.1. - 1.7.; 1.0 - 0.9; 0.750 - 0.700; 0.650 - 0.600.

These epochs are well correlated to the major stages of biological development of the "living systems" and the periods of the tectonomagmatic activization of regional metamorphism. The Earth's geological process is a biogeological process.

СИДОРЕНКО Св.А., Геологический институт АН СССР, г. Москва, СССР

## ЖИЗНЬ В ДОКЕМБРИИ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ ПО ОРГАНИЧЕСКОМУ ВЕЩЕСТВУ В ДОКЕМБРИЙСКИХ ОСАДКАХ

В настоящее время нам не известны осадочные геологические слои земной коры, лишенные присутствия биогенного органического вещества. Все доступные в настоящее время древнейшие осадочные породы Земли не несут в себе никаких геологических, биологических или химических (геохимических) следов возникновения жизни, "живых систем" именно на этом стратиграфическом или абсолютно-возрастном уровне. Этот акт имел место явно ранее всех известных нам сегодня геологических событий.

В первично-осадочных породах докембрия сохраняются и присутствуют биогенные органические соединения практически всех их основных классов и типов.

В пределах всех докембрийских блоков земной коры выделяются шесть крупных глобально-проявленных "эпох" широкого развития высокоуглеродистых пород (млрд. лет): 3,7-3,5; 2,8-2,6; 2,1-1,7; 1,0-0,9; 0,750-0,700; 0,650-0,600.

Эти эпохи отчетливо коррелируются с главнейшими этапами биологичес-



кого развития "живых систем" и периодами проявления тектоно-магматической активизации регионального метаморфизма.

Земной геологический процесс - суть процесс биологический.

SINITSYN A.V., ERMOLAEVA L.A., Leningrad State University, Leningrad, USSR

#### THE MANTLE NON-UNIFORMITIES, THEIR SURFACE ON THE PRECAMBRIAN SHIELDS AND METALLOGENIC SIGNIFICANCE

The tectonic framework of all Precambrian shields represents an aggregate of Archean cratons and Lower Proterozoic mobile belts, their metallogeny and economic geology being sufficiently different. The analyses of the crust structures of Precambrian shields reveals that the cratonic areas are common in comparatively uniform type - the crust being about 40 km thick is characterized by rather smooth surfaces of the Mohorovicic discontinuity (15 km) and Conrad discontinuity (34-36 km). Both of them are complicated by small though sufficient submergences towards mobile belts dividing the cratons. The granitic and dioritic layers are average in thickness and the upper mantle surface is differentiated weakly.

As for the mobile belts the surfaces of both discontinuities are sharply lacerated. Their general trend comprises main regularities: the surfaces of the C- and M-discontinuities in central parts of the mobile belts are prominently elevated, up to 9 and 28 km respectively. As a result granitic and dioritic layers become essentially refined and the upper mantle is in utmost proximity to the surface. There are symmetric minimums of both discontinuities (up to 24 and 46 km respectively) along the edges of the mobile belts, and they are frontier borderlands relative to the tranquil plateau areas of Archean cratons.

This leads to reasoning that the mobile belts emergence and development are a corollary of the mantle non-uniformities. Several direct relations are evident - a) the axis parts of the M- and C- maximums correspond to the granulite belts, b) the frontier M- and C-minimums correspond to the regional blastomylonite zones and anorthosite complexes characteristic for cratonic-mobile belts junctions.

The differences in metallogeny closely associate with different type of mantle and crustal processes combinations having diverse character when cratonic areas and mobile belts are considered.

The report is illustrated by seismogeological profiles for Baltic, Ukrainian and Aldanian shields.

СИНИЦЫН А.В., ЕРМОЛАЕВА Л.А., Ленинградский государственный университет, г. Ленинград, СССР

## НЕОДНОРОДНОСТИ НА УРОВНЕ МАНТИИ, ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ДОКЕМБРИЙСКИХ ШИТОВ И МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Инфраструктура всех докембрийских щитов представляет собой совокупность архейских кратонов и нижнепротерозойских подвижных поясов, металлогения которых существенно различается. Анализ строения земной коры докембрийских щитов показывает, что в пределах кратонов она сравнительно однородна — при мощности около 40 км поверхности разделов Мохоровичича (15 км) и Конрада (34–36 км) имеют плавный характер, осложненный небольшими погружениями в сторону разделяющих кратоны подвижных поясов. При этом гранитный и диоритовый слои имеют среднюю мощность, а поверхность верхней мантии слабо дифференцирована.

В пределах подвижных поясов поверхности обоих разделов имеют резко переменный характер, на общем фоне которого выделяются следующие основные закономерности: поверхности К и М в центральных частях подвижных поясов заметно подняты до 9 и 28 км соответственно. Вследствие этого здесь происходит существенное утонение гранитного и диоритового слоев, а верхняя мантия максимально приближена к поверхности. В обоих краях поясов выражены симметричные минимумы обоих разделов (до 24 и 46 км соответственно), и они являются граничными с платообразными спокойными участками, отвечающими архейским кратонам.

Это приводит к выводу, что возникновение и развитие подвижных поясов является следствием неоднородностей мантии. Очевидны и прямые зависимости: а) осевые части максимумов М и К соответствуют позиции гранулитовых поясов; б) краевые минимумы М и К соответствуют региональным зонам бластомилонитов и позиции анортозитовых комплексов на стыках подвижных поясов и кратонов.

Различия в металлогении связываются с разным характером сочетаний мантийных и коровых процессов, возникающих в пределах кратонов и подвижных поясов.

Доклад иллюстрируется сейсмогеологическими разрезами по Балтийскому, Украинскому и Алданскому щитам.

SOKOLOV V.A., HEISKANEN K.I., Institute of Geology of the Karelian Branch of the USSR Academy of Sciences, Petrozavodsk, USSR

## DEVELOPMENTAL STAGES OF PRECAMBRIAN CHEMICAL WEATHERING CRUSTS

1. The authors discuss geological, mineralogical and geochemical problems and the stepwise evolution of Precambrian chemical weathering.

ring crusts (Paleosoils) and demonstrate that pre-Paleozoic crusts of weathering occur in a few hundreds of localities among Precambrian polymetamorphic complexes in all continents.

2. Geological criteria such as the presence of either physical or chemical weathering profiles, the type of sedimentary formations contemporary with weathering epochs, the mineral composition of their rocks and other factors are used to distinguish between three associations of different types which comprise hypergene deposits: a) association of volcanogenic, aluminiferous, quartz, siliceous and other rocks formally similar in chemical composition to formations of weathering crusts in Phanerozoic deposits but not concomitant with contemporary weathering profiles (crust of weathering proper), although the latter might not have been revealed or eroded. The association is confined to the top of the Archean (its age is over 2600±100 Ma). b) association of rudaceous rocks (conglomerates, conglomerate breccia) with physical weathering profiles revealed at their base. It is most distinct at the base of the Lower Proterozoic (time-range 2700-2500 Ma). c) association of crusts of chemical weathering involved in the structure of hypergene profiles and related widespread sedimentary formations composed of highly mature clastic and chemogenic rocks. It is most characteristic from the interval of 2400 Ma.

3. The geological and mineralogical characteristics of crusts of weathering at three stages are given.

4. It is demonstrated that the initiation of chemical weathering correlates with changes in geological processes related to the evolution of litho-, hydro- and atmosphere. Such are quantitative and qualitative variations in the association of iron-, manganese-, gold- and uranium-enriched sediments, the emergence of red-coloured terrigenous and carbonate formations, the differentiation of dolomite and calcite accumulation, the emergence of rock-forming stromatolites, etc.

5. The appearance of chemical weathering crusts signifies the onset of a qualitatively new stages in the evolution of lithogenesis.

СОКОЛОВ В.А., ХЕЙСКАНЕН К.И., Ин-т геологии Карельского филиала АН СССР, г.Петрозаводск, СССР

#### ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ В ДОКЕМБРИИ

1. На основе личных исследований и литературных данных, показывающих наличие допалеозойских кор выветривания в нескольких сотнях пунктов среди полиметаморфических комплексов докембрия всех континентов мира, авторы разбирают вопросы геологии, минералогии, геохимии и этапности развития кор химического выветривания в докембрии.



2. По геологическим критериям — наличию профилей физического или химического выветривания, типу сопутствующих эпохам выветривания осадочных формаций, минеральному составу их пород и другим факторам намечаются три разнотипных ассоциации гипергенных образований:

а) ассоциация вулканогенных, глиноземистых, кварцевых, кремнистых и других пород, которые по химизму формально сходны с формациями кор выветривания фанерозойских образований, но не сопровождаются синхронными профилями выветривания (собственно корами выветривания), хотя возможно, что последние остаются невыявленными либо были размыты; ассоциация приурочена к верхам архея (возраст более  $2600 \pm 100$  млн.лет); б) ассоциация грубообломочных пород (конгломератов, конгломерато-брекчий) с выявленными профилями физического выветривания в их основании; наиболее четко выражена в основании нижнего протерозоя (интервал 2700–2500 млн.лет); в) ассоциация кор химического выветривания, участвующих в строении гипергенных профилей и связанных с ними широко развитых осадочных формаций высоко зрелых обломочных и хемогенных пород; наиболее характерна с интервала 2400 млн.лет.

3. Приводится геолого-минералогическая характеристика кор выветривания трех этапов.

4. Показано, что становление процессов химического выветривания коррелируется с изменениями геологических процессов, связанных с эволюцией лито-, гидро- и атмосферы. Таковы количественные и качественные изменения в накоплении осадков, обогащенных железом, марганцем, золотом, ураном, появление красноцветных терригенных и карбонатных формаций, дифференциация доломито- и кальцитонакопления, возникновение порообразующих строматолитов и т.д.

5. Появление кор химического выветривания знаменует начало качественно нового этапа в развитии литогенеза.

SOMAN G.R., SARKAR P.K., Department of Geology, Poona University, Pune, India

#### SEDIMENTOLOGICAL AND STRATIGRAPHIC STUDIES OF THE PRECAMBRIAN ROCKS OF MALVAN, SINDHUDURG DISTRICT OF MAHARASHTRA, INDIA

Oligomict, pyritiferous conglomerates consisting of well rounded flattened quartzite and vein quartz pebbles, fuschite quartzite, ferruginous chloritoid quartzite, white and gray coloured quartzite with sporadic development of kyanite, and quartzchlorite schist sequence is well exposed, for a distance of about ten kilometers, along the coast of South Maharashtra (from Nivti in South Malvan in North). In these rocks wave generated structures, such as, medium scale wedge and trough crossbedding with foresets exhibiting vary-

ing dip directions, subhorizontal plane bedding, small scale trough crosslamination, wavy crosslamination, trochoidal ripple lamination, crosslamination with forest offshoots and irregular binding surfaces giving bundle like appearance etc. are well preserved. Inner offshore-nearshore (bars, ridges and runnels) facies is inferred from the observed vertical and lateral variations in these lithounits and associated primary structures. On the basis of field characteristics and mineralogy, these stratigraphically problematic rocks are correlated with the Basal Conglomerate - quartzite of Bababudan Group (Late Archean) of Karnataka craton.

SOZINOV N.A., GORBACHEV O.V., Institute of Lithosphere of the USSR Acad. of Sci., Moscow, USSR

#### PRECAMBRIAN CARBONACEOUS FORMATIONS: THEIR EVOLUTION AND METALLOFEROUS AFFINITIES

Carbonaceous deposits of the Precambrian and Phanerozoic are associated with a wide spectrum of mineral products. Typification and analytical studies of these deposits on a formational basis facilitated an understanding of the major aspects of their evolutionary development in the history of the Earth.

According to the major paragenetic rock associations these deposits are classified into four formational types: terrigenous-carbonaceous, siliceous-carbonaceous, carbonate-carbonaceous and volcanogenic-siliceous (carbonate)-carbonaceous.

All these formational types existed already in the Early Precambrian, but their volumes and quantitative relationships were essentially different in the Precambrian and Phanerozoic. For most of the distinguished types the general trend between the Precambrian and Cenozoic was towards a decrease in volume of the carbon-bearing deposits and individual constituents, and concurrent increase in the high-carbonic fractions. A specific feature of the Precambrian is the association of carbon with high-alumina and high-ferruginous siliceous deposits.

The observed morphological evolution of the carbonaceous sedimentary basin reflects the general tendencies in the tectonic evolution of the geostructures. The carbonaceous deposits, according to several factors, besides those controlling their development in time, can be specified as a group of "through-cut" formations.

The element-spectrum, sustaining a relationship to the carbonaceous deposits, regardless of their age, is of striking uniformity, although the quantities and correlative ratios of these elements vary considerably, due to the paleofacial differences in the mode of their deposition.

For the Archaean-Lower Paleozoic age range: the maximum number of

metallites (Cu, Ni, Co, etc.), associated with the terrigenous-carbonaceous type, occur in the Lower Proterozoic; complex ores and sulphur-pyrites - in the carbonate-carbonaceous, most typical of the Upper Proterozoic; complex mineralization (V, Mo, Ag, Au, etc.) - chiefly in the Lower Paleozoic siliceous-carbonaceous type, which is in full conformity with the evolutionary development of the major geostructural elements of the Earth crust during the specified time-period.

СОЗИНОВ Н.А., ГОРБАЧЕВ О.В., Институт литосферы АН СССР, г. Москва, СССР

#### УГЛЕРОДИСТЫЕ ФОРМАЦИИ ДОКЕМБРИЯ: ИХ ЭВОЛЮЦИЯ И МЕТАЛЛОНОСНОСТЬ

С углеродистыми отложениями докембрия и фанерозоя связан широкий спектр полезных ископаемых. Типизация и анализ металлогенических особенностей этих образований на формационной основе позволяют вскрыть основные черты их эволюции в истории Земли.

В зависимости от главных членов парагенезисов пород выделяются четыре формационных типа: терригенно-углеродистый, кремнисто-углеродистый, карбонатно-углеродистый и вулканогенно-кремнисто(карбонатно)углеродистый.

Уже в раннем докембрии присутствуют все перечисленные формационные типы, однако их относительные объемы и количественные соотношения в докембрии и в фанерозое существенно различны. Общей тенденцией для большинства выделенных типов на интервале от докембрия к кайнозой является уменьшение объема углеродистых отложений как индивидуализированных геологических тел при одновременном увеличении удельного веса высокоуглеродистых отложений. Специфически докембрийскими являются ассоциации углерода с высокоглиноземистыми и высокожелезистыми кремнистыми породами.

Наблюдаемая эволюция морфологии бассейнов седиментации углеродистых отложений отражает общие тенденции эволюции тектонического стиля геоструктур. Наряду с факторами, влияющими на характер эволюционного развития углеродистых формаций во времени, выявлен ряд факторов, позволяющих относить эти образования к группе "сквозных" формаций. Удивительное единообразие спектра элементов, выявляющих тенденцию к накоплению в углеродистых отложениях вне зависимости от возраста формаций, сочетается с существенными вариациями количественных и корреляционных соотношений между этими элементами, что связано с различиями палеооциальных условий формирования этих толщ.

Для возрастного интервала архей - нижний палеозой на количественном уровне показано, что максимальное число рудопоявлений, связанных с терригенно-углеродистым типом (Cu, Ni, Co и др.), фиксируется в нижнем протерозое. Полиметаллические и серноколчеданные руды, связанные с карбонатно-углеродистым типом наиболее характерны для отложений верхнего протерозоя. Комплексная минерализация (V, Mo, Ag, Au и др.)



получает наибольшее развитие в кремнисто-углеродистых отложениях ниже палеозоя, что полностью увязывается с характером эволюционного развития основных геоструктурных элементов земной коры на этом временном этапе.

SUN DAZHONG and BAI JIN, Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, China

THE GEOLOGICAL EVOLUTION OF EARLY PRECAMBRIAN OF THE EASTERN HEBEI, NORTH CHINA

The early Precambrian of the Eastern Hebei can be subdivided into two tectonic units: i.e. high-grade terrain and greenstone-schist belt.

The high-grade terrain as an oldest basement was formed in two stages: (1) accumulation of protoliths including two volcano-sedimentary mega-cycles, all of these were probably appeared on the proto-continental shelf; and (2) transformation of proto-continental rocks, with emplacement of granite and tonalite, were metamorphosed into granulite-charnockite in lower crustal levels and amphibolite-gneiss-granite in upper crustal levels. The stratified rocks were mainly deformed at least twice, giving rise to a extensive sialic basement, which ended about 2.5 b.y..

The greenstone-schist belt, in turns, developed in a rift depression of NNE direction on the basement. There are two stages recognized by means of tectonic cycles. The first cycle, a pile was of volcanics of calc-alkaline affinity as well as turbiditic deposits. The original rocks of the second cycle were composed of uncomformable conglomerates, turbiditic clastics and siltstones. All of these rocks with the age 2.3 b.y. - 2.0 b.y. are characterized by lowgrade metamorphic rocks, deformed into NNE trending folds in twice, of which are believed to have been controlled by the direction of the rift depression.

TARNEY, JOHN; WEAVER, BARRY; PILLAR, JOHN. Department of Geology, University of Leicester, Leicester LE1 UK

TRACE ELEMENT GEOCHEMISTRY OF GRANULITES AND GREY GNEISSES

Archaean high-grade gneiss terrains are composed dominantly of a bimodal suite of tonalites with mafic-ultramafic inclusions. There may additionally be tectonic intercalations of layered complexes and metasediments. Trace element studies suggest that the mafic components may be related by low-pressure crystal fractionation processes. However, the silicic gneisses

have evolved through hydrous high-pressure fractionation processes in which hornblende has played an important rôle. The closest modern analogues to high grade terrains occur in the deep seated parts of the Andean Patagonian Batholith. In this environment the exotic low-pressure components may be tectonically intermixed with tonalites which have been added to the base of the crust by underplating. Granulites develop in the deep crust through dehydration in response to changing fluid composition. Geochemical studies suggest that while some partial melting may occur, the dominant process is removal of heat-producing elements, K, Rb, Th, U, by fluid transport. Granulites are not the residues of partial melting.

Whereas most Archaean granulites are meta-igneous in origin, garnet-rich leucogranulites, such as those prevalent in Central Europe, are of meta-sedimentary origin, and may result from tectonic underplating of accretionary sediments at subduction zones.

TERENTIEV V.M., A.P.Karpinsky All-Union Research Geological Institute (VSEGEI), Leningrad, USSR

#### ACTIVATED BOUNDARY ZONES OF ANCIENT PLATFORMS - MAJOR METALLOGENIC SYSTEMS

Activated boundary zones are crassified as a special type metallogenically important structural crustal elements. These zones combine a group of geosuture (tectonic-magmatic, tectonic-metasomatic) and depressive (sedimentogenic) structures of long - ("continuous") or a relatively short-term development. Most characteristic are zones of long-term development associated with stable platform boundaries interpreted as areas of polychronous tectonic-magmatic activation. The following series of geological structures, representing major types of ore-bearing areas, can be distinguished among these zones. Marginal systems of fractures, controlling the development of silica-alkali metasomatic formations and associated rare metal deposits (molybdenum, polymetals).

Aulacogenes, rifts, grabben systems (cutting and longitudinal) characterized by strong dynamics of ground waters and development of epi-genetic ore-bearing bodies (molybdenum, selenium copper) marginal and inland volcanophytic belts, controlling rare metal complexes (fluorite, silver).

Dome-blocky structures of central type are characterized by the development of telescoped zoning and complex REE niobium, tantalum, platinum, chromium, phosphorus deposits.

The above types of ore bearing structures show different intensity, and are found in boundary zones of Siberian, Australian, North-American, South American, South-China and African platforms.

In general ore-geochemical properties of the activated boundary zones are accounted for by stable genetic relationships with crustal and mantle ore-matter sources, composition and peculiar formation complexes of these zones. The most important metallogenic systems of these zones are characterized by polycyclic type of development.

ТЕРЕНТЬЕВ В.М., Всесоюзный научно-исследовательский геологический институт им. А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ), г.Ленинград, СССР

## АКТИВИЗИРОВАННЫЕ ПОГРАНИЧНЫЕ ЗОНЫ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ — КРУПНЕЙШИЕ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Активизированные пограничные зоны выделяются в особый тип структурных элементов земной коры важного металлогенического значения. Они объединяют группы шовных (тектоно-магматических, тектоно-метасоматических) и депрессионных (седиментогенных) структур длительного ("сквозного") или относительно кратковременного развития. Наиболее характерны зоны длительного развития, связанные с устойчивыми ограничениями платформ, представляющие области полихронной тектоно-магматической активизации. В составе этих зон выделяется следующий закономерный ряд геологических структур, представляющих главные типы рудоносных площадей.

Краевые системы глубинных разломов, контролирующие развитие формаций кремне-щелочных метасоматитов и ассоциирующих с ними месторождений редких металлов, молибдена, полиметаллов.

Авлакогены, рифты, системы грабенов (секущие и продольные), отличающиеся активной динамикой подземных вод и развитием эпигенетических рудоносных комплексов (молибден, селен, медь); окраинные и внутриконтинентальные вулканоплутонические пояса, контролирующие редкометалльные комплексы, фтор, серебро.

Купольно-блоковые структуры центрального типа, характеризующиеся развитием телескопированной зональности и комплексными месторождениями редких металлов, платины, хрома, фосфора.

Указанные типы рудоносных структур развиты с различной интенсивностью и реализованы в пограничных зонах Сибирской, Австралийской (Маунт-Айза), Северо-Американской, Южно-Американской (Приандийская зона), Южно-Китайской (Сонг-Хонг), Африканской платформ.

В общем плане рудно-геохимические особенности активизированных пограничных зон обусловлены устойчивыми генетическими связями с коровыми и мантийными источниками рудного вещества, составом и специализацией формационных комплексов этих зон. Ведущие металлогенические системы зон характеризуются полициклическим типом развития.

TIRRUL R., HOFFMAN P.F., Geol. Surv. Canada, Ottawa

## CONTRASTING STYLES OF REGIONAL SHORTENING OF AN EARLY PROTEROZOIC CONTINENTAL MARGIN, WOPMAY OROGEN, NORTHWEST CANADIAN SHIELD

A 1.9 Ga west-facing passive continental margin was shortened (40%+), thickened, and translated eastward during the Calderian Orogeny, the first of three major compressional events to affect Wopmay Orogen. Structures define a lateral and vertical zonation from high-level



detached folds and thrust panels to low-level recumbent folds intruded by "S-type" plutons. The thin-skinned structures predate basement-involved folds. The Calderian Orogeny is interpreted to result from entry of the margin into a west-dipping subduction zone. Calderian structures are overprinted by variably NE trending basement-involved disharmonic folds and widespread penetrative strain, together corresponding to moderate (25%) shortening with vertical extension. High strain zones are associated with deep-seated thermal anomalies. A third deformation, expressed by a system of conjugate transcurrent faults that have rotated toward the direction of extension, accomplished 25% E-W shortening with major N-S extension. The latter two phases are inferred to be effects of collisions remote from the deformed margin, but the reasons for their profound differences in style are elusive.

TOBI A.C., Institute of Earth Sciences, Utrecht, the Netherlands

THE HIGH-GRADE METAMORPHIC PRECAMBRIAN IN ROGALAND-VEST AGDER, NORWAY:  
A PROTEROZOIC POLYPHASE THERMAL DOME PRODUCED BY LITHOSPHERIC DOUBLING

There is growing evidence that the largest anorthosite massifs started to crystallize around 1500 Ma ago. Concomitant ages are found in the envelope within 15 km of the actual contact of the Egersund-Aana Sira Complex. From then on, the area was governed by a high-temperature regime for a very long period of time. Given the enormous bulk of the rock-volume involved, warming and cooling were very slow processes. Fluctuations in heat energy coupled with updoming and intrusion of tholeiitic magmas and their derivatives created a four-dimensional interference pattern of metamorphic zonations in the envelope.

The thermal regime is thought to have been caused by subhorizontal underthrusting of hot oceanic crust and a spreading centre at the southeastern margin of the Proterozoic supercontinent (lithospheric doubling). Tholeiitic magmas ascending from the oceanic plate caused wide-spread anatexis in the overlying continental crust. During various, mainly synkinematic, stages of the process extensive hybridization gave rise to varying, on an average monzonitic, compositions.

At the end of the thermal episode, about 900 Ma ago, two systems of post-kinematic dolerites were intruded, derived from the same tholeiitic parental magma.

TRENDALL A.F., Geological Survey of Western Australia, Perth, Australia

THE ARCHEAN/PROTEROZOIC BOUNDARY: DOES IT EXIST?

The "Archean-Proterozoic boundary" is an example of the interaction between concepts and the nomenclature used to describe them. The chronostratigraphic subdivisions of the Phanerozoic time scale, established using the unquantified palaeontological chronometer, were used to develop also a cyclic concept of Earth history in which short orogenies alternated with longer quiescent intervals; as a corollary, regional angular unconformities came to have a

special charisma for the definition of major boundaries. All of this was achieved without knowledge of the ages in years of rocks or events.

It is now evident that about 85 per cent of Earth history must be reconstructed from the Precambrian rock record, using isotope geochronological techniques as the chronometer. Traditional methods of naming and subdividing this vast extent of time have been applied, with insufficient consideration of their suitability. They have proved unsatisfactory and contentious. A "boundary" between "Archean" and "Proterozoic" rocks, based originally on the classical charisma of an unconformity in Canada, is now discussed and used without any convincing evidence that it exists, or that, if it does, it is capable of any more exact definition that could be achieved between "youth" and "middle-age" in mankind. In Australia, any "Archean-Proterozoic boundary" that may be definable is of this kind. Attempts to erect and define any precise boundary are unnecessary, and prejudicial to an objective appreciation of crustal development.

TROMPETTE ROLAND, ORSTOM/USP, Instituto de Geociencias, Universidade de Sao Paulo, Brazil ; Laboratoire Geologie dynamique, Université Aix-Marseille III, Centre de St.Jerome, Marseille , France

#### GEODYNAMIC EVOLUTION OF WESTERN GONDWANA IN MIDDLE AND UPPER PROTEROZOIC TIME

In Western Gondwana, the Panafrican or Brazilian orogeny (c. 600 Ma) resulted in the individualization of the W-African, Amazon and Congo-São Francisco cratons, the formation of a complex network of Panafrican fold belts and the reactivation of a large area (Nigeria, Camerons and NE Brazil) mainly made of basement.

During the Middle Proterozoic (2000-1200 Ma), after the Transamazonian or Eburnean cratonization, the western part of the Amazon craton was affected by orogenies at about 1650 and 1400 Ma. An accretion of mantle derived material was associated with the older orogeny. Widespread, partly diachronous, volcano-sedimentary sequences developed in huge epicontinental basins and/or grabens. On the Congo-São Francisco craton, various submeridian aulacogens formed and were filled by a volcano-sedimentary sequence (Mayombian, Espinhaço pro-partie).

During the Upper Proterozoic, Western Gondwana less most of the Amazon craton, was overlain by a transgressive sequence made up of a mostly detrital basal unit (Espinhaço pro-partie, Paranoá,

Sansikwa); a middle ( $\approx 900$  Ma) unit which is glaciogenic on the Congo-São Francisco craton (Macaubas, Lower Tillite of W-Congo); an upper carbonate and detrital unit (Bambuï and Upper W-Congo pile). A thicker equivalent of this sequence occurs in the Panafrican belts, generally ensialic and which have suffered diachronous tectogenesis.

VAN DER WESTHUIZEN W.A., STRYDOM D., TORDIFFE E.A.W., SCHOCH A.E.,  
University of the Orange Free State, Bloemfontein, South Africa

#### THE PETROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ALGOMA-TYPE IRONSTONE FORMATIONS OF PROTEROZOIC METASEDIMENTS IN THE WESTERN REGION OF THE NAMAQUA MOBILE BELT, SOUTH AFRICA

The Bushmanland Group represents a thick pile of metasedimentary rocks which occurs in the north-western Cape Province, South Africa. The stratigraphy of this group is complex owing to thrusting and folding.

The banded ironstones occur as lenticular units in specific stratigraphical positions of the metasediments. The ironstones vary from thinly bedded rocks to massive types several metres thick.

The major type of ironstones are:

- (a) a gossaniferous type
- (b) magnetite-hematite-garnet-quartz type
- (c) country rock impregnated with limonite.

Comparisons are made between ironstones from ore-bodies with ironstones from apparently barren areas such as the Geselskapsbank area. Correlation matrices are presented which summarize the relationships between different major and trace elements and the mineralogy. Contour maps are given which show the regional distribution of the elements Cu, Pb, Zr, Mn and P.

VILJOEN M.J., Johannesburg Consolidated Investment Company, Limited  
P.O. Box 590, Johannesburg, South Africa

#### THE GEOLOGY AND ORIGIN OF ARCHEAN GOLD DEPOSITS IN SOUTHERN AFRICA

Attention is drawn to the long history of gold mining in Southern Africa and the very large number of mines known. The close spatial association between these Archaean deposits and greenstone belts is stressed. Ultramafic (komatiite) dominated successions occur at the base of many greenstone belts and are followed by mafic (tholeiitic) and more felsic successions. Sediments generally terminate the greenstone belt stratigraphy. Classification schemes for Archaean gold deposits in Southern Africa are briefly reviewed. The possible primary source of gold from the greenstone



stratigraphy, particularly from ultramafic and mafic rocks is briefly reviewed. The importance of sedimentary breaks in the volcanic stratigraphy in the early concentration of gold is discussed. The importance of the presence of reactive or available gold in rocks which is suitable for mobilization and further concentration is stressed.

The Steynsdorp palagonitic tuff horizon of the Barberton greenstone belt is given as an example of a sub-economic syngenetic deposit. The Consort mine in the same belt is considered to be a syngenetic banded sulphide iron formation which was enriched sufficiently to give an ore deposit.

The gold-quartz veins of the Steynsdorp field of the Barberton belt occur in competent metatholeiites and represent examples of typical Archaean gold-quartz lode deposits. Of importance in the formation of these deposits is the presence of an intrusive granite, and the deposition in a structural site in a lower greenschist metamorphic regime.

Finally, a class of gold, and gold antimony mineralization associated with highly carbonated komatiitic zones is described. Important examples include the Sheba mine of the Barberton belt, Consolidated Murchison antimony mine of the Murchison belt and the Gaika and Globe and Phoenix mines of the Midlands belt of Zimbabwe.

**VISWANATH KANDARPA** , Andra University, India

#### **A STUDY OF THE FORMATION CONDITIONS OF A GREY BARITE DEPOSIT IN CUDDAPAN BASIN, SOUTH INDIA**

The occurrence of huge grey barite deposit in the volcanogenic rocks of lower Cuddapahs of Precambrian age at Mangampeta (Lat.  $14^{\circ}01'15''$  Long.  $79^{\circ}19'15''$ ) led to a systematic and detailed study from various angles.

Here the formation conditions were detailed from the petrological, mineralogical and geochemical basis.

The presence of large amounts of quartz, dust inclusions, devitrified spherules of barite and quartz, presence of carbon, the field relationships and the singular presence of barite as Ba mineral led to the conclusion that the barite was formed in a hydrothermal way in a late volcanic environment. It is strongly believed that barium was introduced in the form of  $\text{BaSO}_4$  and not as Ba as said by the earlier workers.

WALTER, MALCOLM, Baas Becking Geobiological Laboratory, Canberra, Australia

## PROTEROZOIC IN AUSTRALIA: RECENT ADVANCES IN UNDERSTANDING ITS COMPOSITION, CORRELATION AND SUBDIVISION

As the ages of Australian Proterozoic sequences have become better defined in recent years the sparseness of the record has become more apparent. Major time intervals have left little record, or it has yet to be recognised; for instance the intervals from 2.0 - 2.4 Ga, and 1.1 - 1.4 Ga. On the other hand, for some intervals we have a very rich record, if only in a small number of basins. Outstanding amongst these are 2.4 - 2.8 Ga in the Hamersley Basin, 1.4 - 1.8 Ga in the Mt. Isa Orogen, McArthur Basin and perhaps the Nabberu Basin, and 1.1 Ga - Cambrian in the Adelaide Geosyncline, Amadeus Basin, Kimberley region and other basins.

Recent studies in the Hamersley Basin that are relevant here have included the palaeobiology of the stromatolitic limestones of the Fortescue Group and of the shales and banded iron-formations of the Hamersley Group. The relationship between the Hamersley Basin and the younger Ashburton Trough has been elucidated, and this has led to major revisions of the stratigraphy. In the middle Proterozoic sequences there has been a major, stratigraphically-controlled palaeomagnetic study (in the McArthur Basin) and detailed geochronological study (in the Mt. Isa Orogen) concentrating on the U-Pb dating of zircons.

In this paper particular attention will be given to the late Proterozoic sequences. Part of one of these (in the Adelaide Geosyncline) has been advocated as the type for a new geological period, the Ediacarian. This is palaeontologically distinctive, with the Ediacara fauna of soft-bodied metazoans, simple metazoan trace fossils, stromatolites, acritarchs, and microfossils in cherts. All these groups are under active study. Pre-Ediacarian sequences in the late Proterozoic era contain well-known glacial deposits and are richly stromatolitic. The distinctive biology of those times is being studied not only by conventional palaeontological techniques but also through isotope geochemistry and organic geochemistry. Major isotopic anomalies which have been discovered in sedimentary rocks may relate to a worldwide initiation of plate rifting about one billion years ago.

WATSON JANET, Imperial College, Department of Geology, London, United Kingdom.

## LINEAMENTS AND PRECAMBRIAN MINERALIZATION

Large ensialic lineaments developed in Precambrian times include deep faults such as the Kapuskasing tectonic line and igneous lineament such as the Great Dyke. Some of these structures contain ore deposits dating from the time of their formation. Some have been mineralised during later periods of rejuvenation, when the deep discontinuities provided by the lineament served to focus magmatic and/or hydrothermal activity. Lineaments originating in Archaean times seem to have been less frequently rejuvenated than those of Proterozoic age and it is suggested that some early structures originally extending down to the Moho became inactive when they were sealed off by underplating or the base of the crust.

WILSON J.F., Geol. Dept., University of Zimbabwe, and FOSTER R.P.,  
Inst. Mining Research, University of Zimbabwe, Zimbabwe

#### THE GEOLOGICAL SETTING OF MINERALISATION IN TIME AND SPACE IN THE ZIMBABWE ARCHAEOAN CRATON

The rocks of the Archaeozoan craton of Zimbabwe cover a time span of at least one billion years. Granite-greenstone terranes of possibly three different ages c 3.5 Ga, c 2.9 Ga and 2.7 Ga have been recognised. Granitic intrusion at 2.7 - 2.6 Ga completed cratonic stabilization. Emplacement of the Great Dyke along craton-wide fractures at c 2.5 Ga marks the end of the Archaeozoan. The main economic mineral deposits in the granite-greenstone terranes are those of gold, chrysotile asbestos, chromium and nickel. The distribution and aspects of the genesis of these deposits are reviewed in relation to the evolution of the craton. Also briefly discussed are lithium-beryllium pegmatites associated with certain of the late granites, and the chromium and base metal-platinoid mineralization of the Great Dyke.

WINDLEY B.F., Department of Geology, University of Leicester,  
Leicester, and SIMPSON P.R., Institute of Geological Sciences,  
London, England

#### GEOLOGICAL EVIDENCE FOR AN OXIDISING TERRESTRIAL ATMOSPHERE SINCE THE EARLY TO MID-ARCHAEOAN AND SOME IMPLICATIONS FOR PRECAMBRIAN METALLOGENESIS

The Cloud has dominated the development of ideas concerning the geological evidence on the evolution of the terrestrial atmosphere and the understanding of metallogenesis through geological time, but much new data and some new ideas have appeared in the last one and a half decades. New geological evidence indicates that the atmosphere was sufficiently oxygenic for red bed and sedimentary sulphate deposit formation by the early-mid Archaeozoan by which time the photosynthetic oxygen reservoir had already reached 80% of its present level. The existence of organic carbon since the start of the sedimentary record also implies the presence of atmospheric oxygen in sufficient quantity to provide an ozone from ultraviolet radiation which would otherwise have destroyed plant life. Moreover the occurrence of Precambrian uraninite-bearing conglomerates, considered by some workers to be evidence for reducing atmospheric condition, are accounted for here by the emplacement 3b.y. ago of metalliferous high uranium granites into a thick crust (60-70 km) which were first extensively mineralised by hydrothermal solutions and then very rapidly uplifted and eroded to fill voluminous clastic-filled basins. The geological set-



ting of Phanerozoic uraninite-bearing placers is comparable to that of their early Proterozoic counterparts. Metallogenetic models involving reducing or neutral atmospheric conditions in the Precambrian are therefore unlikely to be correct.

YILMAZ, OSMAN, Hacettepe Univ., Fac.Engin., Dept.Mining Engin., Beytepe-Ankara, Turkey

PETROGRAPHY AND WHOLE ROCK CHEMISTRY OF THE PRECAMBRIAN (?) DADAY-DEVREKANI METASEDIMENTARY GROUP (PROVINCE OF KASTAMONU, TURKEY)

Daday-Devrekani massif has been formed by collision of two different tectono-stratigraphic groups in a suture zone, one is the Daday-Devrekani metasedimentary group of Precambrian (?) age and the other is the Çangal metaophiolite of Paleozoic (?) age.

The present study deals with petrography and whole rock chemistry of the Daday - Devrekani metasedimentary group. This group which has been divided into two units, as the Gürleyik gneiss at the bottom and the Başakpınar metacarbonate unit on top of it, consist of mica gneiss, amphibole gneiss, amphibolite, marble, calcsilicatic marble and calcsilicatic gneiss. Sillimanite-K-feldspar; sillimanite-almandine; muscovite-quartz; diopside-tremolite-calcite-quartz mineral parageneses which are wide spread in the above mentioned lithologies, indicate that metasedimentary group has been formed as a result of medium to high grade metamorphism. On the other hand, the secondary Mg-chlorite, antigorite etc. which are included in the mineral parageneses of the Daday-Devrekani metasedimentary group are considered as the products of low grade retrograde cataclastic metamorphism during the suturing of this with the Çangal metaophiolite group. Mica gneiss, amphibol gneiss interlayering within Gürleyik unit and mica gneiss-metacarbonate interlayering within Başakpınar metacarbonate unit together with evidences provided by whole rock, chemical analysis suggests a "para" origin for the entire of this group.

YOUNG GRANT M., Department of Geology, University of Western Ontario, London, Ontario, Canada

THE PROTEROZOIC OF NORTH AMERICA: SOME ASPECTS OF SUBDIVISION AND CORRELATION

Different schemes for subdivision of Precambrian time have been developed in Canada and in the U.S.A./Mexico. In Canada the boundaries of the subdivisions have been placed at times of termination of orogenies in the Shield. In the U.S.A. major subdivisions are bracketed between "non-events", periods when sedimentation, orogeny and plutonism were at a minimum. The Canadian scheme poses problems in

areas far removed from the orogenic zones. In the Cordillera and in the northwestern part of the Canadian Shield time boundaries proposed for the Shield do not appear to co-incide with natural breaks in the supracrustal assemblages.

In the Early Proterozoic of Canada there are great similarities among widely separated fold belts. Some of these successions appear to have been laid down in relatively short periods of time ( a few tens of millions of years) so that correlations must be approached with caution. Some of these similarities may reflect an overall tectonic control on sedimentation, possibly by some modified version of plate tectonics. Such processes may have acted at different times in different places to produce similar, but not necessarily correlative successions.

Glaciogenic rocks because of their relative scarcity in the earlier part of Proterozoic time may present possibilities for regional correlations in North America. Late Proterozoic glaciogenic rocks are widespread in the Cordilleran region and to a lesser degree in the Appalachians. At the moment their use for stratigraphic correlation is limited because of the lack of precise age control and because of the possibility of multiple glacial episodes. If, however, glacially controlled eustatic sea level changes exerted a strong influence on late Proterozoic sedimentation then is a good possibility that meaningful correlations can be established along the length of the Canadian Cordillera and possibly in other continents as well. It is probably too early to establish a meaningful and permanent subdivision of Precambrian time for use throughout the world. Efforts should be concentrated on developing and refining local and national schemes to the point where a global synthesis can be attempted.

ZHANG HUIMIN, ZHANG WENZHI, Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Tianjin, China

#### MIDDLE AND UPPER PROTEROZOIC MAGNETOSTRATIGRAPHY AND TECTONIC EVOLUTION IN CHINA

APW paths of Middle and Upper Proterozoic (ca. 1900-600 Ma) are presented for North and South China based on paleomagnetic results obtained from Jixian, Yangtze Gorges, Shennongjia, Fuzhou and Huanan areas in China. The two APW paths show a similarity of their motion in general trend with wandering from Africa and northern Atlantic Ocean to North Pacific Ocean. The two couple of "loop-like" tracts are presented in the paths, and the latter couple

took place at about 1000-800 Ma, perhaps roughly comparing with the Sveco-norwegian loop and Grenville loop (1000-800 Ma). Reversed polarity zone was found in Qiaotou-Gucheng Formations of Sinian. It may be served as an important marker-bed for correlation between North and South China in the Sinian Period. By means of APW paths, specially "loop-like" tracts, reversed polarity zone with other geological data several horizons were determined as the magneto-chronous or -biological marker-beds for correlation, on which a basic stratigraphic succession have been suggested for Middle and Upper Proterozoic of China. Based on above-mentioned materials the tectonic evolution of North China Block and Yangtze Block have been discussed in age-ranges from 1700 Ma to 600 Ma. A reconstructed paleogeographic map shows that the period from Nankouan to Jixianian earth crust was relatively stable. It is characterized by a lot of algal carbonate; the period from late Jixianian to early Sinian the drift and rotation of blocks are remarkable with obvious appearance of sedimentation breaks and disconformities; the period of late Sinian to early Palaeozoic earth crust trends to stable with simple kind of deposit rocks.

ZHANG QIUSHENG, LI SHOUYI, Changchun College of Geology, Changchun, China

#### THE LIAOJITITE SUITE - A SPECIAL EUGEOSYNCLINE FACIES OF THE EARLY PROTEROZOIC

A special eugeosyncline facies of the Early Proterozoic is distributed in the south-eastern part of North-East China. It consists of the Liaoji granitic complexes, metamorphosed sodian volcanic rocks and turbidites. There are many boron-iron deposits, massive sulphide deposits with cobalt and bedded lead-zinc deposits in the special eugeosyncline facies. This special facies is a submarine rock shell of the Early Proterozoic. Its rock assemblage is similar to that which accumulated a continental graben. We call it the Liaojitite Suite.

ZHANG QIUSHENG, Changchun College of Geology, Changchun, China

#### THE FORMATION AND REFORMATION OF THE EARLY PRECAMBRIAN METAMORPHOSED STRATA-BOUND ORE DEPOSITS IN CHINA

All the metamorphosed strata-bound ore deposits are characterized by emplacement and reemplacement. The source of materials of premetamo-



reformed strata-bound ore deposits might derive from the deep part of the earth. The distribution of ore belts are controlled by active paleotectonic zones.

The tectonic-active zones around Precambrian cratons existed from the Archaean to the Phanerozoic. They determine the regional distribution of the curved Archaean banded iron formations and the early Proterozoic deposits of iron sulfide, uranium, Cu-Ni sulfide and lead-zinc. The porphyritic copper deposits and sedimentary deposits only appear after the middle-late Proterozoic.

The Archaean intracratonic active zones are unlinear, which control over the greenstone belts as well as the deposits of gold and of Pb-Zn massive sulfide within the belts.

The contact between the early Proterozoic eugeosyncline and miogeosyncline plays important role in the distribution of deep source stratum Pb-Zn sulfide deposits and Co-bearing iron sulfide deposits. Almost all the early Precambrian strata-bound ore deposits were reformed or reemplaced during the progradational metamorphism without exception.

The reformation resulted from the phase equilibrium (i.e. chemical reemplacement) includes: 1) the conversion of mineral phase (i.e. recomposition), 2) the reformation of fabric and grain size (i.e. recrystallization), 3) the filling of metamorphosed hydrothermal, 4) the replacement of migmatization-caused hydrothermal.

The reformation caused by "shape" equilibrium (physical reemplacement) includes: 5) fold redeformation, 6) ductile deformation, 7) ductile differentiation, 8) ductile displacement.

The intensity of chemical reemplacement is determined by the conversion point and the decomposition point of the compounds and the properties of the medium as well as the activity of the components. The physical reemplacement is up to brittle-ductile conversion point of the objects.

Several types of reformation might coexist in on deposits with different degree of importance.

ZHELYAZKOVA-PANAYOTOVA M., VERGILOV V., KOLTICHEVA K., University of Sofia, Sofia, Bulgaria

#### ORE POTENTIALS OF THE RHODOPE MTS PRECAMBRIAN TERRAINS

A large number of mineral deposits of various mineral and genetic types are localized in Precambrian terrains of the Rhodope Mts. These deposits have been formed during several stages of the Rhodope massif development - from Precambrian to Alpine cycle. Large base metal deposits, presumably of Miocene age, located in the western,

central, and eastern parts of the region were for many years the main objects of geologic investigations. Phanerozoic deposits of tungsten, antimony, chromite, asbestos, talc, magnesite, bentonite, zeolites, perlite and some others have also been studied to a different extent.

Recently quite a new data on the early mineralization in Rhodope Mts were obtained. A large kyanite deposit at Chepelare was found to have been formed during the polymetamorphism of complex Precambrian sedimentary terrain. Banded iron formation deposits were discovered in the eastern, central, and western Rhodope Mts.

The orthoamphibolite was found to contain pyrrhotite and pentlandite at Ardino district and rutile ores adjacent to Assenovgrad, Yakovid district. Recently discovered chromium-rich and nickel-rich magnetite mineralization localized at the contact of Precambrian ultramafic rocks with marble is also of substantial importance. A good prospect of finding the deposits of some other types exists as well. All these data show the necessity of making the detailed and more extensive scientific researches in order to elucidate the stratigraphic, petrologic, and geochemical environment within the Precambrian terrains of the Rhodope Mts.

ЖЕЛЯЗКОВА-ПАНАЙОТОВА М., ВЕРГИЛОВ В., КОЛЧЕВА К., Софийский университет, София, НРБ

#### РУДОНОСНОСТЬ ДОКЕМБРИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ РОДОП (БОЛГАРИЯ)

В докембрийском комплексе Родоп известно большое количество месторождений различного типа и генезиса. Они формировались в течение разных этапов развития Родопского массива начиная с докембрия и кончая альпийским циклом развития. Крупные полиметаллические месторождения предположительно миоценового возраста, известные как в западной, так и в центральной и восточной его части, в течение многих лет являлись главными объектами исследования. В различной степени изучались также фанерозойские месторождения вольфрама, сурьмы, хромитов, асбеста, талька, магнезита, бентонитов, цеолититов, перлитов и др. В последние годы получены принципиально новые данные о древней металлогении Родоп. Установлено, что крупное месторождение дистена в районе г. Чепеларе образовано в результате полиметаморфизма сложного докембрийского осадочного комплекса.

В Восточных, Центральных и Западных Родобах выявлены железистые кварциты. Ортоамфиболиты в районе г. Ардино являются носителями пирротин-пентландитовой минерализации, а в других местах (около г. Асеновград, в Яковидском районе и пр.) - рутиловой минерализации. Значительный интерес представляет недавно установленное магнетитовое оруденение, богатое хромом и никелем на контактах ультрабазитов докембрийского возраста с мраморами.

Существуют реальные перспективы обнаружения и других месторождений. Все это определяет необходимость проведения в дальнейшем детальных и более широкомасштабных научно-исследовательских работ для характеристики стратиграфии, петрологии и геохимии докембрия Родопского массива.

ZUBTSOV E.I., A.P. Karpinsky All-Union Research Geological Institute, Leningrad, USSR

#### STRATIGRAPHIC IMPORTANCE OF THE LATE PROTEROZOIC TILLITES

The Late Proterozoic glacial events are known to be the most intense on the history of great glaciations of the Earth. Their traits are widespread over the Earth's surface. The paradoxicality of such an indication of panglobal glaciation development allows to infer a possible glaciation development at different times over various areas, this leads further to the conclusion either on a rapid pole wandering in the Late Proterozoic, or the same rapid continental drift through polar regions. However the continental drift concept excludes the necessity of such unrealistic assumptions: concentration of all Gondwanaland continents in the South Polar region would place all the known outcrops of the Late Proterozoic tillites within a high-latitude climatic zone. In the Northern Hemisphere continents the areas of tillite occurrences of this age only slightly overlap areals of a maximum Quaternary Glaciation, accompanied by principally stable pole and continent position. Concepts of multiple character of the Late Proterozoic Glaciation are supported by quite ambiguous isotopic datings. Geological historical study together with the comparison of the most complete and realistic sections of Upper Proterozoic tillites in Australia, Africa, Scandinavia, the Urals, Tjan-Shan, etc. gave rise to quite different concepts. These sections have a surprisingly similar structure and have well-pronounced levels: undertillite, lower tillites, intertillite, upper tillites and overtillite. A relationship of such a structure to a single geohistoric process seems quite realistic, when climatic events dominated over the planet. If so tillite layers are quite important and reliable chronostratigraphic markers, while a complete tillite complex acquires an importance of major taxon of the standard stratigraphic scale.



## СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОЗДНЕПРОТЕРОЗОЙСКИХ ТИЛЛИТОВ

В истории великих оледенений Земли наибольшей интенсивностью отличаются ледниковые явления позднего протерозоя: их следы широко распространены на всех континентах. Парадоксальность такой видимости палеоглобального развития оледенения вызывает у многих исследователей представления о возможной одновременности его проявлений в разных местах и приводит к допущениям быстрого блуждания полюсов в позднем протерозое либо такого же быстрого дрейфа материков через полярные зоны. Однако та же дрейфовая теория устраняет необходимость подобных маловероятных допущений: сгущивание континентов Гондваны в южной приполярной области вполне поместило бы все известные там выходы позднепротерозойских тиллитов в пределы высокоширотной климатической зоны. В северных же материках площади развития тиллитов этого возраста лишь немного перекрывают ареалы максимального распространения четвертичных оледенений, происходивших при практически стабильной позиции полюсов и материков. Мнениям о множественности (разновременности) позднепротерозойских оледенений способствуют также весьма разноречивые данные радиоизотопной геохронологии. Иные представления складываются на основании геолого-исторического анализа и сопоставления наиболее полных и достоверных разрезов тиллитоносного верхнего протерозоя Австралии, Африки, Скандинавии, Урала, Тянь-Шаня и других регионов. Эти разрезы имеют поразительно однотипное строение и содержат пять выдержанных (часто до деталей) горизонтов: подтиллитовый, нижний тиллитовый, межтиллитовый, верхний тиллитовый и надтиллитовый. Представляется несомненной связь такого строения с единым геологическим процессом, в котором определяющая роль принадлежала практически одновременным для всей планеты климатическим изменениям. В таком случае тиллитовые горизонты приобретают значение надежных хроностратиграфических реперов, а весь тиллитоносный комплекс — значение крупного таксона общей стратиграфической шкалы.

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

Section 04. ЛИТОЛОГИЯ (осадочные породы) . . . . .	5
SEDIMENTOLOGY	
Section 05. ГЕОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ . . . . .	245
PRECAMBRIAN GEOLOGY	

---

Издание осуществлено с оригинала, подготовленного  
к печати Оргкомитетом 27-го МГК

**27-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС**  
Тезисы докладов, т. II (секции С. 04, С. 05)

*Утверждено к печати Оргкомитетом 27-го МГК*

Подписано к печати 28.12.83. Т-22086. Формат 60 x 90 1/16  
Бумага для глубокой печати. Печать офсетная. Усл. печ. л. 26,0. Усл. кр.-отт. 26,1  
Уч.-изд. л. 28,7. Тираж 7000 экз. Тип. зак. 1117. Бесплатно. Заказное  
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

Бесплатно

1р. 50к.

4582

