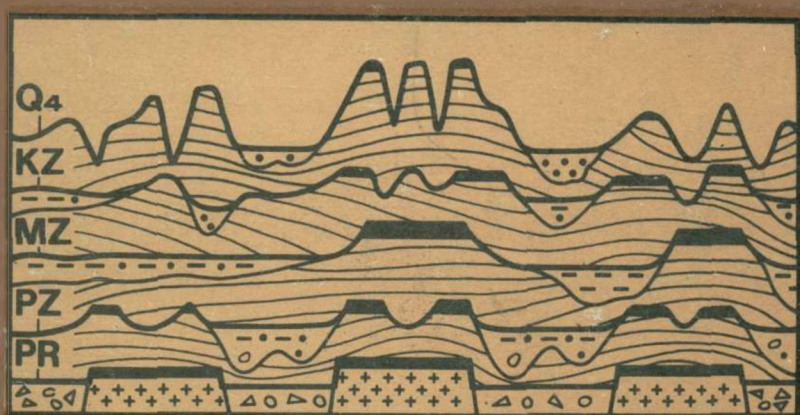


ЭПОХИ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ПЕРЕРЫВОВ



ACADEMY OF SCIENCES
OF THE USSR
INSTITUTE OF GEOGRAPHY
INSTITUTE OF LITHOSPHERE

MINISTRY OF GEOLOGY
OF THE USSR
INDUSTRIAL AND GEOLOGICAL
ORGANISATION ON REGIONAL
GEOLOGICAL STUDIES OF THE USSR
TERRITORY (AEROGEOLOGY)

EPOCHS OF REGIONAL CONTINENTAL BREAKS

Explanatory text
to the Paleogeomorphological Atlas of the USSR

Editors *S. K. Gorelov, B. N. Leonov*

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ
ИНСТИТУТ ЛИТОСФЕРЫ

МИНИСТЕРСТВО
ГЕОЛОГИИ СССР
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ
ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ПО РЕГИОНАЛЬНОМУ ИЗУЧЕНИЮ
ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ
ТЕРРИТОРИИ СТРАНЫ
(АЭРОГЕОЛОГИЯ)

551.4

ЭПОХИ РЕГИОНАЛЬНЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ПЕРЕРЫВОВ

Объяснительная записка
к Палеогеоморфологическому атласу СССР

Редакторы *С. К. Горелов, Б. Н. Леонов*

АННОТАЦИЯ

В книге даны необходимые пояснения к картам Палеогеоморфологического атласа СССР (1983 г.). Главное внимание уделено характеристике древних эпох рельефообразования и парагенетического накопления рыхлых отложений, для которых составлены карты атласа. Рассматриваются основные элементы рельефа современной земной поверхности и их происхождение. Дана оценка влияния палеорельефа на формирование экзогенных месторождений полезных ископаемых.

Книга рассчитана на специалистов, занимающихся проблемами общей геологии, геоморфологии, палеогеографии и литологии. Она может быть использована в качестве учебного пособия преподавателями и студентами геологических и географических факультетов.

ANNOTATION

In this book there are necessary explanations to the set of maps collected in the „Paleogeomorphological Atlas of the USSR“ (1983).

The main attention is paid to the characteristic of old relief development and of paragenetic loose deposits accumulation epochs, for which the maps of the Atlas were compiled.

The principal elements of to-day Earth's surface topography and their origin are also under consideration.

The estimation of paleorelief influence over the formation of useful minerals exogenous deposits is given here.

This book is intended to specialists, working over the problems of Regional Geology, Geomorphology, Paleogeography and Lithology.

It may be used as a text-book by teachers and students of Geological and Geographical Faculties.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема изучения эпох древнего континентального развития занимает важное место в геологии и геоморфологии. Эти эпохи называют также эпохами континентальных перерывов, так как они действительно прерывали ту летопись геологического развития планеты, которая запечатлевалась в комплексах морских накоплений и явилась основным источником для палеогеографических построений. Континентальные режимы устанавливались на обширных территориях начиная с архейского времени. Они были отмечены процессами формирования рельефа и накопления толщ континентальных образований различного генезиса. Разнообразные парагенетические сочетания этих процессов приводили в отдельные эпохи к формированию месторождений полезных ископаемых. Однако изученность эпох континентального развития, в том числе и на территории СССР, остается слабой, хотя с данными эпохами и связанны чрезвычайно интересные образования континентального осадконакопления. Изучение этих образований весьма существенно не только само по себе, но важно и для правильного анализа комплекса морских отложений в прилегающих бассейнах. Без этих данных невозможно представить непрерывную историю геологического развития крупных регионов земной поверхности.

Указанные выше соображения послужили основным стимулом составления серии карт палеорельефа и коррелятных ему отложений на территории СССР (карты Палеогеоморфологического атласа СССР). В эту работу, протекавшую в период с 1975 г. по 1981 г., включились учреждения Академии наук СССР, Министерства геологии СССР и ряд высших учебных заведений. Полный перечень организаций приведен на титульном листе атласа.

Учитывая неравномерную изученность древних континентальных эпох и возможное несовпадение отдельных эпох по территории СССР, карты составлены не на всю страну в целом, а по крупным регионам. При этом основное внимание было направлено на решение трех главных задач: 1) выявление основных эпох регионального континентального развития территории СССР в геологическом прошлом; 2) изучение рельефа каждой эпохи в комплексе со всесторонним анализом коррелятных ему рыхлых отложений; 3) оценка выделенных эпох и районов в отношении сопряженных с ними месторождений полезных ископаемых [12].

В результате отбора и анализа собранного материала в комплект региональных карт атласа (общим числом 51) вошли карты, составленные преимущественно для мезозойских и кайнозойских эпох континентальных перерывов. Это объясняется лучшей изученностью данных эпох по сравнению с более древними эпохами и тем, что в процессе предыдущих исследований и при выполнении настоящей работы было установлено особенно большое влияние рельефа данных эпох на формирование разнообразных экзогенных месторождений полезных ископаемых. Вместе с тем для отдельных регионов Русской плиты, наиболее полно изученных глубоким бурением, составлены карты и для более древних эпох континентального развития — палеозойских и даже докем-

брийской (позднерифейской). В общем комплексе региональных карт атласа эти карты представляют особый интерес как материалы, позволяющие глубже вскрыть общий характер эволюции геологических процессов в минувшие континентальные эпохи.

Комплект палеогеоморфологических карт по каждому региону завершается геоморфологической картой, составленной применительно к современной геологической эпохе. Эти карты, помимо методического интереса, оказались необходимыми для полноценного сравнительного палеогеоморфологического анализа. Известно, что на современной земной поверхности в различных районах СССР сохранились многочисленные реликтовые формы рельефа. Изучение этих форм, наряду с анализом погребенного рельефа и древних континентальных толщ, давало дополнительный материал к познанию как основных закономерностей развития рельефа минувших геологических эпох, так и способствовало более надежной и конкретной реконструкции палеорельефа и процессов осадконакопления в отдельных районах.

Все региональные карты составлены по единой легенде. Комплексный литолого-геоморфологический подход к построению унифицированной легенды обеспечивает возможность изучения в историко-геологическом плане влияния палеорельефа и на процессы осадконакопления и формирования экзогенных месторождений полезных ископаемых. В виде исключения геоморфологические карты современной земной поверхности не несут информацию о составе рыхлых отложений, связанных с молодыми (в основном четвертичными) формами рельефа, так как эти данные широко отражены на многих ранее изданных картах четвертичных отложений.

В основу региональных карт положены авторские макеты, составленные, как правило, в более крупных масштабах, чем окончательные сводные карты атласа (см. карту 2). Объем информации данной на рабочих макетах карт, иногда превышал тот, который показан на изданных картах. Генерализация этих карт была вызвана необходимостью показа истории развития крупных регионов в одном плане в соответствии с унифицированной легендой.

Региональные карты атласа составлены как на основе сбора материалов о всех прямых проявлениях древнего рельефа, отраженных в виде сохранившихся реликтовых форм (в том числе откопанного палеорельефа), так и данных о погребенном рельефе. Для многих районов восстановление палеорельефа было проведено главным образом на основе анализа особенностей состава и строения коррелятных толщ, определения направлений сноса обломочного материала, гипсометрических соотношений отдельных участков суши в прошлом и по другим косвенным данным.

Основными источниками фактического материала при этом явились данные буровых работ, крупномасштабных геологических съемок, специальные палеогеографические исследования и совокупность других геологических и геоморфологических материалов по изучаемым районам. Особенно следует подчеркнуть большое значение данных дешифрирования как аэрофотоснимков, так и космических снимков, которые нередко с большой очевидностью отображают совокупность форм палеорельефа, ускользающую от наземного наблюдателя. Большое значение при этом имеет восстановление рельефообразующей роли геологических структур и в первую очередь разломов, блоков. В методическом отношении важную роль сыграли предпринятые ранее исследования по составлению сводной карты древних (кайнозойских и мезозойских) поверхностей выравнивания и кор выветривания на территории СССР [18, 29]. Опыт проведения этих работ показал принципиальную возможность выполнения литолого-палеогеоморфологических реконструкций на обширных территориях с различным типом рельефа и геологического строения.

Полнота использования исходных материалов обеспечена тем, что авторами макетов основных карт явились геологи и геоморфологи (спе-

циалисты по конкретным регионам) — работники территориальных производственных геологических объединений, академических и отраслевых институтов, ряда университетов и др. Работа проводилась по единой программе, представленные макеты неоднократно обсуждались на Редколлегии и уточнялись. Окончательная редакция и увязка карт, выбор масштаба и оформление карт к изданию были проведены группой специалистов, сформированной при объединении «Аэрогеология» (руководители С. К. Горелов, Б. Н. Леонов). Окончательные варианты карт были просмотрены исполнителями всех частных макетов и одобрены.

Касаясь общей оценки помещенных в атласе материалов, необходимо указать на различную степень их представительности для западных и восточных территорий СССР, что связано с различной степенью изученности этих территорий. По западным территориям страны — Европейская часть СССР и Кавказ, Урал, Средняя Азия и другим — фактические данные значительно более полны. Это позволило охарактеризовать более широкий интервал времени (вплоть до позднего докембрия на Русской плите), дать серию карт для важнейших эпох континентального развития отдельных регионов и восстановить палеорельеф с большей степенью детальности. Напротив, восточные территории страны, исключая Алтай-Саянскую область и южные районы Сибири и Дальнего Востока, имеют весьма ограниченные палеогеоморфологические характеристики. Приведенные в атласе карты для значительной части этих территорий в целом более схематичны и касаются только мезозойско-кайнозойского времени.

В конце атласа помещен ряд обзорных мелкомасштабных карт, отражающих те общие закономерности развития палеорельефа и процессов накопления рыхлых отложений в отдельных регионах и на всей территории СССР, которые дает анализ комплектов региональных карт. Сюда, в частности, входят и общие карты, показывающие наличие исходных палеогеоморфологических предпосылок для оценки перспектив поисков разных видов полезных ископаемых. Учитывая большую ответственность подобной оценки, при составлении обзорных карт были использованы различные дополнительные геологические материалы, в том числе и по районам, на которые в атласе нет региональных карт. Однако, эти карты следует рассматривать как предварительный материал, ориентирующий на более детальную разработку проблемы литолого-палеогеоморфологических предпосылок оценки перспектив поисков полезных ископаемых.

При составлении данного текста широко использовались пояснительные тексты записок к авторским макетам региональных карт. Как правило, они содержат большой фактический материал, касающийся особенностей палеорельефа, коррелятных отложений и полезных ископаемых той или иной эпохи. Все эти материалы были тщательно проанализированы, дополнены в случае необходимости литературными данными и, в конечном итоге, приняты за основу при составлении настоящего пояснительного текста. В тех случаях, когда первичный региональный материал не подвергался кардинальной переработке авторство исполнителя отмечено или непосредственно в оглавлении второго раздела, или же в виде подстрочных примечаний.

В составлении атласа принял участие большой коллектив исследователей — специалистов в области геологии, геоморфологии, палеогеографии, литологии. Учтено участие 180 специалистов. Значительная научно-организационная работа была проведена Редколлегией атласа, в которую входили: Д. В. Борисевич, В. Н. Брюханов, В. К. Еремин (зам. главного редактора), Г. А. Жуков, Е. Г. Журавлев, Е. Е. Золотокрылина, В. А. Калинин, А. С. Киреев, В. В. Козлов, Ю. Я. Кузнецов, А. Н. Ласточкин, Б. Н. Леонов (зам. главного редактора), А. В. Лейпциг, Н. И. Марковский, В. Ю. Малиновский, Б. М. Михайлов, М. В. Проничева, О. А. Раковец, А. Д. Савко, Ю. П. Селиверстов, Ю. И. Селин, А. П. Сигов, В. В. Скотаренко, А. И. Спиридонов,

В. А. Теняков, В. И. Троицкий, С. О. Хондкариан, В. С. Шуб, Г. Н. Ярошенко (ученый секретарь), Г. С. Ясович. Работа по окончательному редактированию карт и подготовке их к изданию была осуществлена упомянутой выше группой при объединении «Аэрогеология». Однако следует назвать также ряд исследователей, внесших существенный вклад в составление региональных карт по территориям: Европейской части СССР и Кавказа — С. Л. Бреслав, В. А. Брылев, Е. Г. Журавлев, А. А. Клевцова, А. Е. Лукин, В. М. Орехова, В. И. Пахомов, М. В. Проничева, А. Д. Савко, И. Н. Сафронов, Ю. И. Селин, В. М. Сташков, Н. П. Хожаинов, С. О. Чертова, Н. Ш. Ширинов; по территории Урала — А. П. Сигов, В. С. Шуб; по Западной Сибири — В. С. Бочкарев, П. П. Генералов, И. Л. Кузин, Г. С. Ясович; по Тургайскому прогибу и Центральному Казахстану — Б. М. Михайлов, В. Ю. Малиновский; по Средней Азии — Н. Н. Костенко, Л. Б. Неводчикова, Л. П. Полканова, В. И. Троицкий, С. О. Хондкариан; по Алтай-Саянской области — В. А. Астахова, А. А. Климович, О. А. Раковец, Ю. П. Селиверстов; по Сибирской платформе — Б. Н. Леонов, А. П. Левина, А. В. Лейпциг, В. Ф. Филатов, Г. Н. Ярошенко; по восточным районам Сибири и Дальнему Востоку — В. Ф. Белый, В. Г. Беспалый, Р. А. Биджиев, В. И. Волобуева, Б. Н. Леонов, Р. И. Никонова, В. М. Сергиенко, В. В. Скоротенко, М. А. Таши, Г. И. Худяков; по акваториям современных морей — Л. И. Жукова, И. Н. Игнатовская, А. Н. Ласточкин, П. Н. Сафронов.

Опыт составления комплексных карт палеорельефа и осадконакопления как в СССР, так и за рубежом в целом еще невелик и касается в основном характеристики палеорельефа на ограниченные участки, на отдельные как правило узковыбранные интервалы времени. Попытка представить развитие рельефа крупных регионов территории СССР в широком возрастном диапазоне (фанерозой) и в тесном комплексе с анализом коррелятных рыхлых отложений делается впервые.

При составлении атласа авторский коллектив пользовался ценными советами и указаниями главного редактора академика А. В. Сидоренко, который придавал большое значение развитию комплексных геолого-геоморфологических исследований. Авторский коллектив выражает надежду, что изданный атлас явится достойной памятью этому выдающемуся советскому ученому и организатору науки.

Отв. редактор атласа С. К. Горелов

INTRODUCTION

Study of epochs of continental evolution in the past is of crucial importance in geology. These epochs are also called «epochs of continental breaks» as they indeed broke the geological record of our planet, the record which is presented by marine sedimentary complex and provides an information for every kind of paleogeographic implications. Since the Archean continental regimes were prevalent over vast areas. They were marked by high intensity of relief formation and sedimentation, masses of subaerial formation of various genesis being accumulated. Various associations of paragenetic processes caused many mineral deposits to be formed. The epochs of continental evolution have not been sufficiently studied to date anywhere, the USSR territory included, though some extremely interesting formations of continental sedimentation are connected with the epochs. These formations are not only of great interest in themselves; they are also indispensable for correct interpretation of marine sedimentary complexes in adjacent basins. One cannot have a clear view of continuous geological evolution of any large region of the Earth without the data provided by continental formations.

Starting from the considerations stated above, a decision had been made to start compiling a series of maps of paleorelief and sedimentation at the USSR territory (Paleo-geomorphological Atlas of the USSR). Many institutions belonging to the Academy of Sciences of the USSR, Ministry of Geology of the USSR as well as a number of higher education establishments partook the work (complete list is cited at the title page of the Atlas) which was going on since 1975 to 1981.

Having regard to great methodical difficulties involved in the work as well as to inadequate knowledge of past continental epochs and probable metachroneity of individual epochs throughout the USSR territory, separate maps for individual epochs and for large regions were to be compiled. Main attention was directed to three principal objects: 1) to identify main epochs of regional continental evolution of the USSR territory in its geological past; 2) to study paleorelief corresponding to each epoch and to analyse thoroughly the associated (correlate) loose deposits; 3) to consider the epochs and regions as to paleorelief impact on continental sedimentation and formation of associated ore deposits.

The materials obtained having been selected and analysed, the resulting regional maps set (51 maps) embraces mostly the Cenozoic and Mesozoic continental epochs. The choice was concerned with better knowledge of the epochs as compared with older ones as well as with the circumstance that the Cenozoic and Mesozoic paleorelief had been proved to influence in greater degree a formation of various exogenous ore deposits. More ancient epochs of continental evolution (Paleozoic and even Pre — Cambrian — Riphean) are presented for some regions of the Russian Plate where most complete records of deep drilling are available. The maps are of special interest among the whole set as they enable a deeper perception into general character of geological processes in the geological past.

Each regional set of paleo-geomorphological maps is concluded with a geomorphological map referred to the recent topography. The maps, be-

side interest they present from the methodical point of view, proved to be necessary for thorough comparative paleogeomorphological analysis. Numerous relict landforms are known to exist now at the Earth's surface in many regions of the USSR. The landforms' studies together with buried relief analysis and ancient continental sediments survey provide additional data on regularities of relief's evolution during geological past as well as they help to obtain more reliable and precise reconstruction of paleorelief and sedimentation for individual regions.

All the regional maps were compiled using the same legend. Complex lithological and geomorphological approach to the unified legend gives possibility for studying the paleorelief impact on both sedimentation and exogenous ore deposits formation from the historical — geological point of view. Only the geomorphological maps of the Earth's present-day surface are devoid of the information on the loose sediments associated with the young (Quaternary) landforms, so as the data are presented at numerous published maps of Quaternary deposits.

Regional maps are based on authors' work sheets, which were usually compiled at somewhat larger scales than the maps included in the Atlas (see Map 2), and sometimes contain more information than the published maps. The maps generalisation was necessary to answer requirements of the unified legend and similar scale which in turn was necessitated by unequal knowledge on the areas mapped.

The Atlas contains a series of general small-scale maps, aimed to show the general regularities of paleorelief evolution and sedimentation in separate regions and over the whole territory of the USSR. In particular it includes general maps, showing basic paleogeomorphic prerequisites for various mineral deposits prospects estimation. Considering the importance of the estimation, the general maps had been compiled using various additional geological materials; some of them cover the areas not covered with the regional maps of the Atlas. The general maps however should be considered to be preliminary; their aim is to draw attention to further development of the problem of lithological and paleogeomorphological prerequisites for estimation of mineral deposits prospects.

Regional maps are compiled on the base of all the data concerning direct indication of ancient topography, such as still existing relict landforms (exhumed paleo-landforms included), as well as on the base of data on buried relief. In many regions the reconstruction of paleorelief was mainly based on analysis of structure and composition of associated («correlate») sediments, determination of debris transport direction, relative hypsometry of separate parts of land in the past and other indirect data.

Main sources of data supply were drilling records, large scale geological mapping, special paleogeographic studies and the whole set of geological and geomorphological information on the regions. The importance of photographs interpretation — both of aerial and especially of space images — should be noted in particular, the latter often showing distinctly paleolandforms pattern not identifiable by surface observations. It is also important to understand the significance of geological structures in the relief formation process, fault-lines and block structures being of primary importance. The method of mapping had been noticeably improved in the course of previous research concerned with the compilation of general small-scale map of ancient (Cenozoic and Mesozoic) planation surfaces and weathering crusts of the USSR. The experience of the work proved possible lithological and paleogeomorphological reconstructions at vast areas differing in relief type and geological structure.

Primary data of geological and geomorphological survey were used in full measure, as the original sheets were prepared by the geologists and geomorphologists who worked in regional branches of Geological Survey, institutes of the Academy of Sciences and other institutions, universities etc. The maps compilation was carried on following a common program; preliminary work sheets were repeatedly discussed by the Editorial

Board and corrected if necessary. Final revision and adjustment of maps as well as choice of scale and drawing of final versions of the sheets for publication was effected by a team of specialists under «Aerogeology» (the heads of the team — S. K. Gorelov and B. N. Leonov). The final versions of maps were checked by all the authors of separate sheets.

As far as the general estimation of the Atlas materials is concerned, it should be noted that the data for eastern and those for western parts of the USSR differ in representativity; different degree of geological knowledge accounts for the fact. Far more complete data are available for western regions such as European part of the USSR and the Caucasus, the Urals, Central Asia etc. That made possible to embrace larger time period (for the Russian Plate — up to Late Pre-Cambrian), to present series of maps for all important continental epochs and most important regions and to reconstruct paleotopography in full details. On the contrary, eastern regions (with the exception of Altai-Sayan region, southern Siberia and Far East) have got but scanty information on their paleogeomorphological characteristics. Usually the maps of these regions presented in the Atlas are more schematic and embrace only Mesozoic and Cenozoic time.

Very short explanatory notes given in the Atlas volume briefly state main principles involved in the mapping and describe the maps content. Still many items could not receive proper consideration in the short text, many of them being of importance in terms of geological and geomorphological documentation the maps are based on as well as in terms of estimation of theoretical and applied results of the research. This was the reason for compiling the present explanatory note, which mainly deals with characteristics of epochs of relief formation and associated sediments accumulation, i. e. it gives description of maps separately for each region. General problems as well as main conclusions drawn from the research are also presented more concisely.

The first section of the text deals with basic principles of the research; the notion «epoch of continental evolution» is introduced and defined; methods of mapping and unified legend of regional maps are considered.

The second section contains description of regional maps in the sequence indicated in the Atlas contents. Epochs of continental breaks are discussed with regard to their individualisation and significance in the geological history of the region, description is given of typical paleolandforms as well as reasons for their identification; paleorelief of each epoch is considered with view of estimating its impact on sedimentation processes and exogenous mineral deposits formation. When necessary, regional modifications of lithological-paleogeomorphological reconstructions technique are briefly described. The maps of recent relief (geomorphological maps) are described mainly in terms of assessment of relict landforms, regular features of relief structure and evolution of land surface at the final stage (most often — Late Pliocene-Quaternary) of its formation.

The conclusive — third section summarizes some general results of the research, their scientific and applied importance. Briefly are considered main trends in paleorelief evolution at different stages, origin of recent large landforms and their correlation with landforms of the past continental epochs, regularities of relief formation-sedimentation processes, general paleogeomorphological preconditions of exogenous mineral deposits prospecting. All the topics mentioned are discussed with regard to the Atlas general maps.

Authors' explanatory notes to regional sheets were widely used while compiling the present text. As a rule, the authors' notes contain detailed information on special features of paleorelief, associated sediments and mineral deposits of epochs in consideration. All the materials have been thoroughly analysed, supplemented with data from literature if necessary and finally taken as a basis of the present explanatory text. If the primary author's material had not been substantially changed, the author's name

was indicated either in the table of contents or (in dependance of degree the author's data have been used) in footnotes.

A great number of specialists on geology, geomorphology, paleogeography and lithology partook of the Atlas compilation, 180 persons being mentioned. A great deal of work on scientific problems and coordination has been carried out by the Editorial Board of the Atlas consisting of: D. V. Borisevich, V. N. Bryukhanov, V. K. Eremin (assistant editor-in-chief), G. A. Zhukov, E. E. Zolotokrylina, E. G. Zhuravlev, A. S. Kireev, V. V. Kozlov, Yu. Y. Kusnetsov, A. N. Lastochkin, B. N. Leonov (assistant editor-in-chief), A. V. Leipzig, V. A. Kalinin, N. I. Markovsky, V. Yu. Malinovsky, B. M. Mikhailov, M. V. Pronicheva, O. A. Rakovets, A. D. Savko, Yu. P. Seliverstov, A. P. Sigov, V. V. Skotarenko, A. I. Spiridonov, V. A. Tenyakov, V. I. Troitsky, S. O. Khondkarian, V. S. Shub, G. N. Yaroshenko (secretary), G. S. Yasovich.

Final reading and revision of the maps as well as their preparation for publication was carried out by the team under «Aerogeology» mentioned before. A number of specialists should be also mentioned which contributed considerably to regional maps and organized the work within their institutes. Among them should be noted those working at European part of the USSR and the Caucasus — S. L. Breslav, E. G. Zhuravlev, A. A. Klevtsova, A. E. Lukin, V. M. Orekhova, V. I. Pakhomov, M. V. Pronicheva, A. D. Savko, I. N. Safronov, Yu. I. Selin, V. M. Stashkov, N. P. Khozhainov, S. O. Chertova, N. S. Shirinov; at the Urals — A. P. Sigov, V. S. Shub; at Western Siberia — V. S. Bochkarev, P. P. Generalov, I. L. Kuzin, G. S. Yasovich; at Turgai and Central Kazakhstan — B. M. Mikhailov, V. Yu. Malinovsky; at Central Asia — N. N. Kostenko, L. B. Nevodchikova, L. P. Polkanova, V. I. Troitsky, S. O. Khondkarian; at the Altai — Sayan region — V. A. Astakhova, A. A. Klimovich, O. A. Rakovets, Yu. P. Seliverstov; at Siberian Platform — B. N. Leonov, A. P. Levina, A. V. Leipzig, V. F. Filatov, G. N. Yaroshenko; at Eastern Siberia and the Far East — V. F. Bely, V. G. Bepaly, P. A. Bidgiev, V. I. Volobueva, R. I. Nikonova, V. V. Skotarenko, M. A. Tashchi, G. I. Khudyakov; at recent sea area — L. I. Zhukova, I. N. Ignatovskaya, A. N. Lastochkin, P. N. Safronov.

Neither the USSR nor other countries have got much experience as yet in complex mapping of paleorelief and sedimentation, maps being limited mostly to small areas and rather short time intervals. The present work is the first attempt to trace the relief evolution of large regions through a long time interval and in close connection with associated loose deposits.

While compiling the Atlas, the authors had benefitted from the invaluable advices and comments of the Editor-in-chief academician A. V. Sidorenko. He had attached a great importance to complex geological and geomorphological analysis. The authors wish to hope the Atlas will be a memorial of this outstanding Soviet scientist and organizer of researches.

Editor S. K. Gorelov

ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ

Наиболее информативными материалами, позволяющими судить о континентальных эпохах в истории геологического развития, являются данные о палеорельефе соответствующего времени. Этим определяется значение палеогеоморфологических карт. Опыт их составления невелик. Ведущей принципиальной установкой, принятой в настоящей работе, служит положение о том, что эпохи континентального развития определенных регионов являются закономерно проявляющимися этапами их геологического становления. Сколько-нибудь полная характеристика их возможна только на базе анализа данных о всей совокупности геологических образований, свойственных этим эпохам.

Комплекс их включает седиментационные накопления этого времени, гипергенные образования типа кор выветривания, связанные с господством континентальных условий и, наконец, поверхности (рельеф), выработанные преимущественно денудационными (в широком понимании) процессами. Палеорельефу в этом комплексе принадлежит ведущая роль. Однако сохранность его бывает, как правило, недостаточной и использование данных о коррелятных рельефу осадочных и гипергенных образований в палеогеоморфологических исследованиях оказывается необходимым. Таким образом, ведущим принципом при составлении палеогеоморфологических карт для целей характеристики континентальных эпох геологической истории является комплексный анализ всей совокупности геологического и палеогеоморфологического материала с отражением важнейших фактических данных на картах.

Ниже кратко характеризуются критерии, послужившие основой при выборе континентальных эпох, показанных в атласе; поясняются методические приемы, использованные при восстановлении палеорельефа и составлении карт; а также отмечаются особенности унифицированной легенды к картам атласа.

ВЫБОР ДРЕВНИХ ЭПОХ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

В истории геологического развития этапы формирования земной поверхности в континентальных условиях занимают значительное место. Они далеко не одинаковы по своей продолжительности и значению. В одних случаях это сравнительно непродолжительные эпохи регрессии морских бассейнов, не сопровождавшиеся сколько-нибудь значительной перестройкой геолого-геоморфологической обстановки, в других — это также относительно кратковременные эпохи поднятий крупных территорий, но активные в тектоническом отношении с существенным изменением строения земной поверхности. Возможны и весьма продолжительные периоды континентального развития (например, поздний палеозой—мезозой—кайнозой Урала, Сибирской платформы). В составе такого рода периодов может быть выделен ряд самостоятельных эпох, во время которых изменялись тенденции геологического развития, происходили неоднократные перестройки рельефа.

В целом же под эпохами континентального развития понимаются определенные интервалы геологической истории того или иного региона, когда большая часть его территории представляла собой сушу и пережила более или менее законченный цикл геологического развития. По своей значимости эпохи неравноценны. Как правило, определяющее значение имеют эпохи крупных региональных перестроек земной поверхности. Именно им и отдано предпочтение в отражении на картах атласа.

В соответствии с указанной установкой принципиальное значение приобретал вопрос о границах избираемых эпох континентального развития. В большинстве районов он решен исходя из анализа данных о времени региональных регрессий и трансгрессий моря, т. е. нижний и верхний возрастные рубежи эпохи устанавливались соответственно по времени максимальной регрессии и последующей трансгрессии морского бассейна, поскольку последующая эпоха развития палеорельефа, как правило, существенно отличалась от предыдущей. Однако в районах, испытавших весьма длительный период континентального развития, например на Урале и др., этот принцип полностью применить было нельзя. В таких районах возрастные рубежи эпох устанавливались в основном исходя из сопоставления данных о времени преобладавшей планации (выравнивания) или преобладавшего общего расчленения рельефа, т. е. принципиально различных общих условий его формирования и накопления континентальных отложений. Специально этот вопрос проанализирован А. П. Сиговым [37] на примере территории Урала, значительная часть которого не покрывалась морем начиная с позднего палеозоя, но где сохранились и детально откартированы формы палеорельефа различного генезиса и геологического возраста.

В некоторых регионах территории СССР с целью более конкретной характеристики показанных на картах форм палеорельефа и отложений даны ограничения ряда эпох континентального развития более узкими интервалами времени. Например, среднеплиоценовая эпоха развития рельефа Средней Азии уточнена предкачагыльским временем, эпоха развития рельефа и процессов континентального осадконакопления на Русской плите в первой половине юрского периода — предкелловейским временем и т. д.

Таким образом, в качестве эпох древнего континентального развития при составлении региональных карт избирались эпохи активного рельефообразования, сопровождавшегося изменением ранее сложившихся форм рельефа и условий осадконакопления. История геологического развития территории СССР отмечена большим числом подобных эпох. Выбор их для показа в атласе заключался: 1) в общей оценке избранной эпохи как важного историко-геологического рубежа; 2) в оценке исходных материалов с точки зрения фактической возможности составления карт. Наконец, учитывалось геологопоисковое значение реконструкций палеорельефа и связанных с ним отложений.

ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ И МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ

Реконструкция палеорельефа является сложной задачей. Ее решение базируется как на анализе непосредственных данных о сохранившихся формах древнего рельефа, так и на косвенных материалах об условиях рельефообразования того времени. Эти сведения характеризуют комплексы сохранившихся осадочных отложений, гипергенные образования и некоторые другие геологические элементы того времени. Анализ основывается в значительной мере на принципе актуализма при восстановлении обстановок образования рельефа и коррелятного ему осадконакопления.

Длительное время были широко распространены представления о крайней неустойчивости форм древнего рельефа, о его быстром и полном разрушении и, соответственно, о слабой обоснованности любых

палеогеоморфологических реконструкций. Однако новые фактические материалы — данные бурения, геофизических работ, специальные геологические и геоморфологические исследования — показали, что возможности обнаружения форм палеорельефа в общем достаточно велики и что последние в своей совокупности являются характерными и устойчивыми образованиями.

В прямой связи со сказанным находится и то, что в настоящее время практически отпали представления о значительной «молодости» рельефа земной поверхности на территории СССР, которому ранее предписывался четвертичный, в лучшем случае неоген-четвертичный возраст. Подобные представления оказались несостоятельными в свете результатов геологосъемочных и поисковых работ, сопровождавшихся детальным изучением возраста коррелятных рельефу отложений и палеогеоморфологическими исследованиями. С полной очевидностью были установлены реликты раннекайнозойского, мезозойского и даже позднепалеозойского рельефа. За рубежом также утвердилось мнение о значительной древности многих денудационных поверхностей выравнивания и других форм рельефа, развитых на современной земной поверхности [42 и др.].

Реконструкции палеорельефа, отраженные на картах атласа, были выполнены с применением прямых и косвенных методов сбора и анализа палеогеоморфологического материала. В комплекс прямых методов входили: 1) анализ реликтовых форм рельефа, развитых на современной земной поверхности, базирующийся в основном на изучении материалов геоморфологических и геологических съемок и дешифрировании аэроснимков и космоснимков; 2) анализ погребенного рельефа в основном путем изучения региональных поверхностей несогласия, установленных в естественных обнажениях или по данным бурения и геофизических исследований.

Анализ древнего рельефа, экспонированного на современной земной поверхности в виде различных реликтовых форм, или так называемого «откопанного» рельефа сыграл большую роль при составлении карт для кайнозойских и отчасти мезозойских эпох континентального развития. Выделение различных по высоте горных сооружений, существовавших в минувшие геологические эпохи, производилось главным образом путем изучения палеоврезов в горах, мощностей и состава предгорных моласс. В пределах равнинных территорий восстановление крупных форм палеорельефа осуществлялось путем обобщения фрагментов древних пенепленов, денудационных и аккумулятивных равнин. Применялись и такие методические приемы, как соединение разрозненных отрезков речных долин, выполненных одновозрастными толщами аллювия, проведение границ палеовозвышенностей по фрагментам региональных уступов и др.

Погребенные элементы древнего рельефа, устанавливаемые в геологических разрезах, обычно выражены несогласиями в напластовании отложений и сопровождаются признаками существенного перерыва в процессе накопления осадков. Несогласия могут быть как региональными стратиграфическими, так и угловыми. Это отражает особенности геологического развития территории в эпоху ее континентального развития. Границы несогласий изучались в естественных обнажениях, устанавливались бурением. Наиболее полные данные об их распространении и строении дают результаты геофизических работ (сейсмондирование, электропрофилирование и др.).

При анализе поверхностей несогласия в роли поверхностей палеорельефа необходим учет их последующих деформаций. Это выполнялось обычными геологическими построениями путем сопоставления их залегания с положением перекрывающих толщ. При этом учитывались, как первичные уклоны поверхностей, так и изменения мощностей осадочных отложений.

Путем анализа положения поверхностей регионального (как правило, структурного) несогласия выделялись и были закартиро-

ваны крупные формы погребенного рельефа типа пенеплена или плигетических поверхностей выравнивания (парагенетически связанные денудационные и аккумулятивные равнины). Стратиграфические несогласия в большей степени связаны с поверхностями погребенных комплексов аккумулятивного палеорельефа.

Изучение деталей строения поверхностей несогласия как углового, так и стратиграфического позволило откартировать многие частные элементы погребенного рельефа. Они выявлялись в основном по небольшим участкам резко изменчивых (по количеству и углам падения) указанных несогласий, особенностям их распространения в плане и по отношению к структурам. Подобным путем были установлены такие частные элементы погребенного рельефа, как изолированные денудационные останцы, солянокупольные возвышенности, участки палеокуэст, эрозионные или эрозионно-тектонические уступы, карстовые полости (в зонах развития карстующихся пород), участки береговых уступов моря и многие другие. Изучение резко изменчивых локальных несогласий давало материал для суждения о формах преимущественно субэпирального палеорельефа.

Изучение поверхностей несогласия позволяло делать выводы о вероятных различиях возраста погребенного рельефа. Главную роль играла оценка расположения тех или иных отдельных форм рельефа по отношению к уровню регионально развитой поверхности несогласия, чаще всего интерпретируемой как пенеплен (при наличии участков коры выветривания) или денудационно-аккумулятивная равнина (при развитии фрагментов аллювиальных, озерных и других рыхлых континентальных отложений). Формам палеорельефа, выступающим над уровнем подобной поверхности, как правило, приписывается более древний возраст, чем возраст этой поверхности; расположенным ниже поверхности — более молодой возраст. При этом, конечно, учитывались особенности генезиса форм и их литолого-структурное положение. Например, к формам более молодым, чем региональная поверхность выравнивания, были отнесены врезанные в нее речные долины; к формам более древним — многие крутovyступающие над ней водораздельные массивы и денудационные останцы.

Вопросами применения комплекса геофизических методов для реконструкции погребенного рельефа интересовались многие исследователи [30, 48 и др.]. При изучении прямых признаков проявления погребенного рельефа по геофизическим данным исходили из геофизической модели «слоисто-зональной» геологической среды [30], в которой учитывается влияние на значение полученных геофизических параметров как особенностей строения слоя, так и характера его структурной поверхности, т. е. погребенного рельефа. При составлении карт атласа чаще других привлекались региональные материалы сейсмического зондирования, данные электроразведки и гравиразведки. Учитывалось, что эти виды геофизических исследований дают наиболее полноценную информацию о погребенном рельефе.

При изучении материалов сейсмического зондирования (профили МОВ, КМПВ и др.) внимание обращалось, в первую очередь, на данные, характеризующие непараллельное, клиноформенное залегание отражающих горизонтов. Данные гравиразведки позволяли судить о погребенном рельефе на уровне поверхности пород кристаллического фундамента, а также о вполне вероятных его изменениях на границах внутричехольных перерывов. Во втором случае в расчеты вводились поправки за счет исключения влияния вышележащих и нижезалегающих толщ. Большое внимание уделялось палеогеоморфологической интерпретации карт наблюдаемых аномалий силы тяжести на базе опыта подобных исследований в районах Волго-Уральской области [30], Предуралья [30], Днепровско-Донецкой впадины [48] и др. В частности, довольно многие региональные положительные аномалии силы тяжести, имеющие в плане форму крупных изометричных блоков, были интерпретированы как обширные погребенные возвышенности, конечно, с уче-

том других подтверждающих геолого-геофизических данных (например, отдельных глубоких скважин и др.). Гравиметрические материалы в подобных случаях позволили уточнить контуры погребенных форм рельефа. В других случаях исследование палеорельефа было более конкретным, например, при определениях местоположения солянокупольных возвышенностей путем изучения мозаичных отрицательных аномалий силы тяжести, при трассировании крупных тектонических уступов по узким полосам резкого изменения градиентов силы тяжести и др. По материалам вертикального электрического зондирования (профили ВЭЗ, карты равных сопротивлений и др.) уточнялось положение многих погребенных долин, крупных денудационных останцов, гряд и других форм погребенного рельефа эрозийного происхождения.

Большинство форм палеорельефа по прямым признакам их проявления восстановить невозможно в связи с последующим размытием. Поэтому при составлении карт были широко использованы косвенные методы палеогеоморфологических реконструкций. В числе других были применены такие методы, как составление карт палеогеологического среза, анализ которых дает возможность наметить положение денудационных форм палеорельефа, главным образом предопределенных ведущим влиянием структурного фактора. Использовался метод литолого-формационного анализа рыхлых отложений, коррелятных рельефу, позволявший судить о расположении областей сноса и аккумуляции, а соответственно и о развитии участков денудационного и аккумулятивного палеорельефа. Путем детального изучения профиля коры выветривания и особенностей распространения акцессорных минералов представлялось возможным выявить некоторые частные особенности палеорельефа, отражающие степень его выработанности и сохранности. Большое значение имел метод сопряженного анализа форм палеорельефа разного генезиса и возраста, который дал возможность наметить основные уклоны, наиболее вероятное направление речных долин, преобладающую ориентировку палеоподнятий и палеодолин и т. п.

Различные частные особенности применения указанных методов и некоторые другие пути реконструкций палеорельефа здесь не рассматриваются, поскольку они широко освещены в литературе [7, 29, 30, 31, 48 и др.]. Однако необходимо более подробно остановиться на характеристике приемов восстановления палеовысот, что имело существенное значение и для палеоморфологических построений. Восстановление палеовысот — задача сложная и не всегда выполняемая в полном объеме, особенно для районов бывшего развития горных сооружений. Тем не менее при составлении карт использовались все имеющиеся в этом отношении возможности. Наиболее широко — в условных палеоизогипсах — такие оценки были даны для платформ и для других районов в эпохи континентального развития, характеризовавшихся преобладавшим распространением сильно сглаженного рельефа (например, региональной пенепленизацией). При этом внимание обращалось на возможность отстройки палеовысот применительно к уровню близлежащего приемного морского бассейна, береговая линия которого принималась за условный нуль отсчета высот, а также на возможность восстановления в изучаемом районе регионального наклона путем выделения базальной поверхности выравнивания. Именно поэтому при отстройке палеоизогипс чаще других был использован метод восстановления регионального наклона, относительных и абсолютных высот, разработанный М. В. Проничевой и П. И. Жернаковым [31] на примере изучения предсантонского и преакчагыльского рельефов восточной части Прикаспийской впадины.

Величины регионального наклона для времени изучаемого континентального перерыва определялись по разницам максимальных и минимальных значений мощностей «подстилающих» рельеф отложений на избранную единицу расстояния. При этом допускалось, что мощности отложений в целом равномерно увеличивались от области сноса в направлении морского бассейна. Относительные превышения высот чаще

всего устанавливались посредством вычитания значений изопакит, покрывающих рельеф отложений, из величины регионального наклона, установленного указанным выше путем. С целью определения истинного положения высот вводилась поправка на мощность покрывающих отложений, так как формирование рельефа происходило выше уровня морского бассейна.

Откартированная сеть палеодолин различного возраста послужила основной канвой для реставрации морфологии рельефа и палеовысот в отдельных регионах, в том числе в пределах средневысотных горных сооружений.

Для некоторых территорий были предприняты попытки восстановить общий характер морфологии палеорельефа и порядок распределения относительных высот карстовых районов. Кроме научно-методического интереса, это имело существенное практическое значение в связи с развитием во многих карстовых районах бокситовых месторождений, формировавшихся под значительным влиянием палеокарста. В частности, определенные палеогипсометрические характеристики были получены путем проведения серии промеров мощности отложений между основным и карстово-цещерным горизонтами на всем протяжении выхода бокситового пласта и последующего пересчета полученных значений мощностей на истинные в каждой точке выхода пласта. Это дало возможность построить карты изолиний, которые рассматривались в качестве палеогоризонталей, отражающих превышение палеоповерхности над уровнем моря; имелось в виду, что основной особенностью водоносного горизонта (зоны горизонтальной циркуляции подземных вод) в карстовых областях является его стремление приспособить свой уровень к главной дренажной артерии — реке или морю.

Необходимо подчеркнуть вполне понятную условность результатов указанных выше методических приемов восстановления высот, хотя конечно, и приближенные оценки палеовысот имели весьма существенное значение для характеристики рельефа и процессов накопления рыхлых отложений в минувшие геологические эпохи. Для многих горных территорий они даны сугубо предположительно, как наиболее вероятный порядок господствовавших высот. Так, в интервалах высот порядка 2000 м и более, 2000—1000 м и 1000—600 м выделялись соответственно высокие, средние и низкие горы. Наиболее общими данными для подобных оценок послужили результаты изучения мощностей и состава предгорных моласс, а также глубин палеоврезов и современного высотного положения древних поверхностей выравнивания различного возраста в горах.

Помещенные в атласе геоморфологические карты, характеризующие главнейшие особенности строения рельефа современной земной поверхности, составлены в основном путем обобщения и специального анализа (с учетом требований унифицированной легенды, см. ниже) ряда ранее изданных или рукописных геоморфологических карт. Из большего числа подобных карт, составленных как для отдельных регионов, так и всей территории СССР, были отобраны карты наиболее полно характеризующие генезис и возраст рельефа крупных элементов суши и дна моря. Предпочтение отдано картам, в основу которых положены результаты анализа полевых геоморфологических съемок и геоморфологического дешифрирования аэро-космоснимков. При составлении карт рельефа дна моря широко учитывались также результаты изучения средне- и крупномасштабных гидрографических материалов (морских навигационных и батиметрических карт), материалов опробования донных осадков, данные геоакустики и непрерывного сейсмопрофилирования.

УНИФИЦИРОВАННАЯ ЛЕГЕНДА РЕГИОНАЛЬНЫХ КАРТ

В атласе помещен ряд региональных карт, характеризующих рельеф и коррелятные ему отложения для различных эпох континентального развития отдельных регионов СССР. Все карты объедине-

ны общей легендой, выработанной коллективом исполнителей в ходе работы над атласом. Легендой предусмотрен показ на картах как реконструированного рельефа, так и коррелятных ему осадочных накоплений. Легенда позволяет в одном плане рассмотреть весь палеогеоморфологический материал и представить его в виде удобном для сравнения, сопоставлений и т. д.

В легенде выделены четыре основных раздела, в которых предусмотрен показ: 1) морфологии и генезиса рельефа суши и дна моря; 2) возраста реликтового рельефа суши; 3) отложений, сопряженных с рельефом; 4) экзогенных месторождений полезных ископаемых, контролируемых рельефом. Ниже даны краткие пояснения по разделам легенды.

В соответствии с содержанием первого раздела легенды на региональных картах показан комплекс крупных форм рельефа (палеорельефа) в пределах суши и дна моря. Большинство из них выделены в соответствии с общепринятыми трактовками морфологии и генезиса рельефа [22, 49 и др.].

Морфогенетические характеристики в легенде даны кратко, иногда с пояснениями, подчеркивающими некоторые характерные особенности выделяемых образований (генетические, структурные, морфологические и др.). Так, например, горные сооружения показаны в качестве сводово-глыбовых и глыбовых гор, возникших либо в результате общего сводового воздымания земной коры после завершения основного процесса складчатости (сводово-глыбовые горы), либо при ведущей роли блоковых (глыбовых) поднятий земной коры по крупным разломам.

К нагорьям отнесены обширные высокоподнятые массивные горные сооружения, а к плоскогорьям умеренно поднятые горные страны с широко развитыми сглаженными формами рельефа (поверхности выравнивания). Холмогорьями названы умеренно приподнятые расчлененные предгорные территории, захваченные положительными движениями; плато — приподнятые равнины различного генезиса с преобладанием пологого залегания слоев. Под термином пенеплен понимаются выравненные пространства, сформированные путем денудационного среза горных сооружений. Они существенно отличаются от денудационных равнин других типов, развившихся в условиях ранее созданного равнинного рельефа.

В тех случаях, когда не представилось возможным установить ведущее значение того или иного фактора экзогенного рельефообразования или были восстановлены формы палеорельефа, не имеющие прямых или близких аналогов в современном рельефе, то были приняты названия, отражающие сумму процессов, участвовавших в их образовании. В частности для отдельных эпох мезозоя и палеозоя были реконструированы весьма обширные прибрежно-морские аккумулятивные равнины, формировавшиеся, судя по составу и условиям залегания морских мелководных и континентальных отложений, в обстановке частой смены морских и континентальных условий при широкой миграции береговых линий морей на расстояния до нескольких сотен километров. К комплексным образованиям относятся: денудационные равнины с локальной аккумуляцией, ледово-морские равнины, аллювиально-дельтовые, аллювиально-озерные равнины и т. д.

Изображение рельефа морского дна является важной составной частью нагрузки палеогеоморфологических и геоморфологических карт. Это приобретает особое значение при выявлении связей между рельефом и процессами осадконакопления.

В пределах дна моря выделены формы рельефа, типичные для шельфа, континентального склона и ложа океанов. Легенда разработана в основном применительно к характеристике подводного рельефа континентальных окраин атлантического (северные моря) и тихоокеанского (дальневосточные моря) типов и наиболее подробно для шельфо-

вых зон*. В основу легенды положен принцип аналитического картографирования, предусматривающий анализ морфометрических характеристик подводного рельефа и отражение в его морфологии и коррелятных отложениях общих условий развития геоморфологических процессов, протекавших или протекающих на дне морей.

Главным морфологическим показателем рельефа шельфа является расчлененность, отражающая степень сохранности форм субаэрального происхождения или результат их аккумулятивно-абразионной переработки. Подводные равнины по степени их переработки подразделяются на поверхности: а) расчленения, на которых практически полностью сохранились осложняющие их субаэральные формы рельефа; б) неполного выравнивания с резким уменьшением контрастности субаэральных форм, вследствие неполного срезания водоразделов и неполного заполнения осадками долин на фоне общего выполаживания рельефа; в) полного выравнивания с отсутствием на них субаэральных форм.

Морские равнины с поверхностями полного и неполного выравнивания представлены преимущественно абразионными, абразионно-аккумулятивными и преимущественно аккумулятивными типами. Относящиеся к двум первым категориям равнины сформированы в зоне волнового воздействия, поднимающейся вслед за уровнем трансгрессирующего моря.

Участки шельфовых поверхностей, погруженные на значительную глубину от 500 до 3000 м, свойственны в основном дальневосточным морям. Они отделены от шельфа и глубоководных частей морского дна крутыми склонами, близкими по своим морфогенетическим особенностям к континентальным склонам, и в ряде случаев выделяются как бордерленды.

Разделение континентального склона на уступ и подножие проведено по линии вогнутого перегиба, разделяющего верхнюю и нижнюю зоны с разными уклонами. Глубоководные котловины в целом рассматриваются как абиссальные равнины.

В самостоятельный раздел легенды выделены датировки рельефа. При установлении возраста той или иной формы рельефа за основу принимался полный период ее образования [12]. При этом допускалась вероятность некоторых частных изменений первоначального («первозданного») облика реликтовых форм рельефа при последующем развитии. В легенде в зависимости от исходных данных показаны как строго определенные датировки, часто на узко выбранные интервалы времени (например, миоценовый, среднечетвертичный и т. п.), так и менее четкие определения возраста рельефа, указывающие в основном на предполагаемый этап его формирования (например, докембрийский, домезозойский и т. д.).

Третий раздел легенды посвящен характеристике отложений, сопряженных с рельефом. Показ и характеристика коррелятных рельефу отложений составляли одну из основных задач атласа в соответствии с основополагающими принципами исследований. В процессе составления карт изучался по возможности весь комплекс отложений, формировавшийся в ту или иную эпоху континентального развития, однако специальному картированию подлежали, в основном, отложения парагенетически связанные с древним рельефом, сформировавшиеся в ходе развития денудационных или аккумулятивных процессов рельефообразования. Необходимость этого усугублялась тем, что данные по комплексному картированию палеорельефа и соответствующих отложений по территории СССР в целом ограничены, особенно для эпох древнего континентального развития, в то время как изучение рыхлых образований (безотносительно к рельефу) производилось неоднократно и в значительных объемах.

Рубрикация, показанных на карте отложений, дана с учетом генетической принадлежности осадков, преобладающего литологического

* Данный раздел легенды составлен А. Н. Ласточкиным.

и минерального состава. Специальная характеристика морфогенетических типов кор выветривания, литологического и минерального состава континентальных и прибрежно-морских осадков была продиктована как методическими задачами исследований, так и перспективой геологопоисковой оценки основных результатов картирования палеорельефа и коррелятных ему отложений.

В последний раздел легенды входит информация об экзогенных месторождениях полезных ископаемых. В легенде и на картах они сгруппированы в соответствии с основными условиями их образования. На картах показаны месторождения полезных ископаемых, формирование которых происходило в ту или иную из характеризующих эпох континентального развития при существенном влиянии палеорельефа. Исключение сделано лишь для группы аллохтонных горючих полезных ископаемых (нефть и горючие газы), время образования которых не поддается точному определению. Однако они показаны на картах, поскольку в формировании многих таких месторождений большую роль сыграли так называемые неантиклинальные ловушки углеводородов, представляющие собой различные формы погребенного рельефа. Только на таких участках специальными значками отмечены месторождения нефти и газа.

**ЭПОХИ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ,
НАКОПЛЕНИЕ РЫХЛЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ
ЭКЗОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
(обзор региональных карт атласа)
ЕВРОПЕЙСКАЯ ЧАСТЬ СССР И КАВКАЗ**

Территория Европейской части СССР и Кавказа в палеогеоморфологическом отношении изучена неравномерно. Особенно это касается древнейших палеозойских и раннемезозойских эпох региональных континентальных перерывов. Например, для всего Кавказа рельеф подобных эпох вообще не может быть восстановлен в силу ограниченности данных глубокого бурения или интенсивных последующих размывов. Вместе с тем в других районах, в том числе значительных по площади (центральная и восточные части Русской плиты, Украинский щит и др.), имеется большое количество данных бурения и других геолого-геоморфологических материалов, позволяющих охарактеризовать рельеф и процессы накопления рыхлых отложений для ряда эпох континентальных перерывов; отметить значение этих процессов и палеорельефа в формировании разных видов полезных ископаемых.

Все это существенным образом повлияло как на выбор эпох континентального развития для составления карт, так и на распределение регионов, для которых они составлены. В качестве крупных регионов выделены: центральные и восточные области Русской плиты; юго-западная часть Русской плиты, Крым и Карпаты; Воронежская антеклиз; Прикаспийская впадина. Для всей рассматриваемой территории Европейской части СССР и Кавказа представилась возможность составления карт, характеризующих молодую среднеплиоценовую эпоху развития рельефа и современную эпоху (геоморфологическая карта).

Ниже приводится характеристика главнейших особенностей строения палеорельефа и коррелятных ему отложений по указанным регионам начиная с центральных и восточных областей Русской плиты. В заключение рассматриваются главнейшие особенности рельефа современной земной поверхности.

Центральные и восточные области Русской плиты

Для данных областей составлено четыре карты, характеризующие рельеф и палеогеоморфологические условия осадконакопления в древние континентальные эпохи — позднеерифейскую, раннедевонскую, ранневизейскую, ранне-среднеюрскую. Последующее развитие этих процессов, в более молодые континентальные эпохи, включая характеристику современного рельефа, частично отражено на сводных картах (карты 22, 23 и др.). Выбор указанных древних эпох континентального развития для составления карт был предопределен фактическими возможностями для восстановления палеорельефа и процессов осадконакопления (в основном данными глубокого бурения), а также значимостью эпох как переломных рубежей в истории геологического развития Русской плиты и формирования экзогенных месторождений полезных ископаемых.

В позднем рифее на обширной территории Русской плиты установился континентальный режим. Условия морского осадконакопления сохранялись лишь в крайних ее восточных и юго-восточных областях, где существовал морской бассейн, заполнявшийся преимущественно терригенно-карбонатными осадками. Карта составлена для довендского времени (точнее предвендского перерыва), поскольку рассматриваемая континентальная эпоха, как увидим ниже, существенно различалась на всем своем протяжении, особенно в первой и второй половинах позднего рифея, по общей направленности ряда процессов развития рельефа и осадконакопления.

Для целей реконструкции позднерифейского рельефа большое значение имеют коры выветривания кристаллического фундамента и верхнерифейские континентальные толщи, обнаруживающие связь с рельефом.

Допалеозойские коры выветривания вскрыты сотнями глубоких скважин в различных районах Русской плиты, особенно часто в ее Волго-Уральской части. Специальные исследования этих кор, выполненные М. М. Веселовской (1959 г.), Т. А. Лапинской и Е. Г. Журавлевым (1967 г.), А. Д. Савко (1979 г.) и др., показали, что коры имеют преимущественно гидрослюдистый, гидрохлорит-гидрослюдистый состав и большей частью ожелезнены. Мощности кор выветривания изменяются от нескольких сантиметров до десятков метров в зависимости от состава и степени разрушенности материнских пород, положения кор в погребенном рельефе и масштаба их последующего размыва.

В разрезе верхнерифейских отложений на Русской плите выделяют аналоги кипчакской и тангауровской свит (серий) южноуральского стратотипа позднего рифея. На востоке плиты к верхнему рифею относят серафимовскую и кушкульскую серии осадков с ясно выраженными двумя циклами (ритмами) осадконакопления.

В нижней части серафимовской серии выделяются гожанская свита мелкозернистых полевошпатово-кварцевых песчаников и боровская свита грубозернистых аркозовых песчаников, гравелитов и конгломератов. В верхней части серии прослеживается карбонатно-глинистая толща, относящаяся к штандинской свите. Кушкульская серия представлена толщей кварцевых песчаников леонидовской свиты и толщей терригенных глинистых и карбонатных отложений кульской свиты. В центральных областях плиты в составе позднего рифея развиты отложения одного крупного цикла осадконакопления. В его основании прослеживается толща грубообломочных аркозового состава пород каверинской свиты, а в верхней части — толща глинистых и мелкозернистых терригенных отложений веденяпинской (бологоевской) свит.

Суммарные мощности отложений верхнерифейского комплекса достигают нескольких километров, а их принадлежность к рифею подтверждается радиологическими данными. Абсолютный возраст по магматическим породам составляет 1100—760 млн. лет.

Границы бассейнов осадконакопления контролировались разломами и сопровождаемыми уступами. В периоды накопления тонкозернистых, глинистых и карбонатных осадков они расширялись за счет прогибания не только площади авлакогенов, но и прилегающей территории соседних выступов фундамента.

Таким образом, прежние границы распределения верхнерифейских отложений были значительно шире современных. Часть рифейских осадков, по-видимому, была уничтожена перед вендом. Особенно интенсивному размыву они подверглись, вероятно, на склонах Балтийского и Украинского щитов. Ранне-среднерифейские грабены юго-восточного склона Балтийского щита — Ладожский и Воже-Лачский заполнялись верхнерифейскими осадками, которые сохранились от последующего размыва. Не отличались устойчивым прогибанием в позднем рифее и авлакогены центральных районов Русской плиты — Среднерусский,

Московский и Пачелмский, а также грабены Волго-Камского массива — Пичкацкий, Алкеевский и др.

По указанным выше материалам намечаются следующие характерные особенности позднерифейского рельефа.

В центральных и восточных областях Русской плиты преобладали формы рельефа, созданные преимущественно резко контрастными вертикальными движениями земной коры — типа обширных сводово-глыбовых плоскогорий, а также замкнутых и полужамкнутых котловин и впадин с широким распространением в их пределах пролювиальных или озерно-аллювиальных равнин.

Ведущая роль тектонического фактора в образовании указанного рельефа подтверждается принадлежностью многих котловин и впадин к грабенам, а также совпадением краевых частей ряда плоскогорий с разломами фундамента. Во впадинах и котловинах, ограниченных разломами, резко увеличивается мощность континентальных отложений. Например, в небольших по площади Солигаличской и Яренской котловинах Среднерусского авлакогена только грубозернистые осадки кавернинской свиты имеют мощность порядка 1—2 км.

В позднем рифее преобладали восточное и юго-восточное направления сноса обломочного материала, преимущественно вдоль Среднерусского и Пачелмского авлакогенов, открывавшихся к обширной Камско-Уфимской впадине, занятой приемным морским бассейном. Между этими тектоническими впадинами располагался обширнейший пенеплен, осложненный сводовыми поднятиями упомянутых выше плоскогорий.

Условия залегания и состав кор выветривания и других континентальных верхнерифейских отложений позволяют сделать вывод о большом своеобразии экзогенных процессов в пределах пенеплена. Развитие этих процессов протекало, по-видимому, в условиях влажного (умеренноаридного) климата, о чем свидетельствуют значительное ожелезнение кор выветривания и гумификация осадков веденяпинской свиты. Речные долины с долговременным концентрированным стоком в то время, вероятно, не существовали. Перенос рыхлого материала осуществлялся скорее всего безрусовыми ливневыми потоками типа мощных селей или путем массового перемещения материала на склонах. В пользу подобно-го предположения говорят такие факты, как плащеобразное залегание рыхлых осадков на небольшом удалении от положительных форм рельефа, слабый размыв кор выветривания на междуречных пространствах, слабая сортировка рыхлого материала по окраинам многих впадин, полимиктовый и аркозовый характер многих песчаных толщ, при близком сходстве их с коренными породами в местных источниках сноса. Подобное строение имеют рыхлые отложения на склонах Коломенской, Рязано-Мосоловской, Сасовской, Соколовогорской и других замкнутых котловин, намеченных по подошве косослоистых песков кавернинской свиты в пределах Пачелмского авлакогена и др.

Четко выраженная ритмичность отложений верхнерифейского комплекса, с выделением в его составе континентальных толщ различного типа, свидетельствует о вероятном изменении тектонических и, возможно, климатических условий в то время. Судя по отмеченным выше особенностям строения серафимовской и кушкульской серии, в целом, вероятно, происходило ослабление темпа тектонических поднятий к концу позднего рифея. В палеогеографическом плане это выражалось замещением пролювиальных равнин аллювиально-озерными и озерными и активизацией процесса корообразования в конце позднего рифея. Помимо указанной выше особенности осадконакопления, это подтверждается также обилием «свежих» полевых шпатов, невыветрелых слюд и граната — самых разнообразных минералов, не подверженных химическому выветриванию в грубообломочных сериях осадков, залегающих в нижней части верхнерифейского комплекса, и преобладанием кварцевых, каолинит-кварцевых песчаников в верхней части комплекса, накапливавшихся, по-видимому, в значительной мере за счет размыва коры выветривания. Последнее обстоятельство указывает на наиболее вероят-

ный предвендский возраст коры выветривания, формировавшейся в условиях общей стабилизации тектонических движений. Преобладающий гидрослюдистый состав коры выветривания и резкая лито-фациальная изменчивость отдельных толщ позднерифейского комплекса наводят на мысль о неустойчивой, возможно умеренноаридной, климатической обстановке в конце позднего рифея.

Таким образом, развитие рельефа центральных и восточных областей Русской плиты в позднем рифее происходило в весьма своеобразной палеогеографической обстановке, в сущности своей во многом неповторимой в эпохи последующих региональных континентальных перерывов. Ее наиболее характерными чертами были: а) достаточно высокая для консолидированной плиты тектоническая активность, по-видимому, наследованная от предыдущей протерозойской эпохи; б) затухание темпа тектонических движений к концу позднерифейской эпохи; в) некоторое увлажнение климата в конце позднего рифея, однако не выходявшее за «рамки» скорее всего умеренноаридного климата.

Представление о весьма холодном климате позднего рифея и даже возможном оледенении в то время, базирующее на данных о так называемых верхнерифейских «тиллитах», вряд ли может быть принято во внимание. Специальное изучение этих образований (устное сообщение А. А. Клевцовой) показало их принадлежность к обычным аллювиальным и делювиальным отложениям.

В сущности невыясненной является геоморфологическая обстановка позднего рифея на территории Воронежской антеклизы. Предполагают, что первоначальная денудационная поверхность выравнивания здесь возникла еще в среднем протерозое, когда Воронежский массив составлял с Украинским единый Сарматский щит. При этом ссылаются на сходство профилей древнейших (позднепротерозойских) кор выветривания, установленных глубоким бурением на юго-западном склоне Воронежской антеклизы и северо-восточном склоне Украинского щита [35]. Вместе с тем, данные глубинного сейсмического зондирования и результаты специального анализа истории развития крупных авлакогенов Восточно-Европейской платформы (Р. Н. Валеев, 1978 г.) и др. наводят на мысль о вероятном раздвиге земной коры в пределах Днепровско-Донецкой впадины (авлакогена) в позднем рифее. Исходя из этих данных, на карте в этом районе предположительно показано региональное понижение юго-восточного направления.

Дополнительно следует сказать о развитии рельефа и сопутствовавших ему процессах осадконакопления в позднем рифее в Кольско-Карельском регионе. В атласе карты на эту территорию не приведены*.

Позднерифейский (предвендский) этап развития в рассматриваемом регионе явился частью континентальной эпохи, длившейся от среднего протерозоя (времени внедрения гранитов рапакиви) до начала гдовской трансгрессии в венде. Главную роль в рельефе того времени играл, по-видимому, архейский пенеплен, формирование которого, судя по метаморфизованным корам выветривания, перекрытым нижне- и среднепротерозойскими породами, началось еще в архее.

Исходя из значительной величины денудационного среза структур карелид и изменчивой мощности осадочных образований рифейского комплекса (филлитовидные сланцы, кварцито-песчаники, конгломераты и др.), заполняющих почти все крупные структурные понижения поверхности фундамента, высказывают мнение о значительной контрастности рельефа архейского пенеплена. Предполагают, что центральная часть Кольского полуострова, ограниченная зонами разломов вдоль долины

* В процессе сбора фактического материала были составлены рабочие схемы для позднерифейского и раннекаменноугольного рельефа Кольско-Карельского региона (А. П. Афанасьев, А. В. Атаманов, В. М. Орехова, В. Н. Бонбенков). Однако они не помещены в атлас, ввиду явной схематичности показа палеорельефа (его недостаточной изученности) и расположения указанных регионов за пределами избранной рамки карты (см. карту 2).

р. Туломы и по линии Vuoriaarvi — Ловозеро, была приподнята в виде огромного горста, с которого было снесено до 4—10 км пород.

В то же время в южной части Кольского полуострова (Терское побережье Белого моря), в северо-восточной и южной частях Карелии осуществлялась, по-видимому, значительная аккумуляция. Сохранившиеся здесь фрагменты верхнерифейских континентальных отложений установлены в различных пунктах этой территории и приурочены в основном к структурным понижениям в породах иотния и рифея, что позволяет сделать вывод о вполне вероятном распространении субазральной аккумулятивной равнины позднерифейского возраста на всей этой обширной, в целом пониженной, территории Балтийского щита.

Другая зона аккумуляции в предвендское время располагалась, вероятно, вблизи современного северного побережья Кольского полуострова. Накопление здесь вендских отложений по времени совпало с началом формирования прогиба эпохи байкальской складчатости.

Влияние позднерифейского рельефа на формирование экзогенных месторождений полезных ископаемых в пределах рассматриваемой территории точно не установлено. Определенный интерес представляют данные о проявлениях нефтегазоносности в толще прибрежно-морских и континентальных осадков позднего рифея, залегающих вдоль западной береговой линии Камско-Уфимского морского бассейна на участках ее совпадения с разломами кристаллического фундамента. В восточной части Прионежья с переотложенной корой выветривания каолинитового состава, залегающей в понижениях довендского пенеплена, связаны повышенные концентрации рудных элементов (медь, свинец).

Раннедевонская эпоха (предэйфельское время) (карта 5)

Эйфельской обширной морской трансгрессии предшествовала эпоха раннедевонского континентального перерыва, охватившего почти всю территорию Русской плиты. В пределах рассматриваемой части плиты, по сравнению с позднерифейской эпохой, рельеф существенно изменился.

К нижнему девону в восточных областях Русской плиты могут быть отнесены отложения казанлинской свиты, представляющей довольно однородной толщей красноцветных песчаников и алевролитов, с подчиненными прослоями гравелитов и аргиллитов общей мощностью до 500 м и более. Аналоги казанлинской свиты — пироговская и хлебодаровская свиты — выделены в разрезах глубоких скважин, вскрывших континентальные отложения в центральных областях Русской плиты (Солигалич, Любим, Чухлома и др.), а также терригенно-карбонатные прибрежно-морские отложения в Южном Приуралье (хлебодаровская свита).

Результаты изучения указанных отложений в их сопоставлении с погрешенным рельефом позволяют сделать вывод о значительном сокращении площадей аккумуляции рыхлого материала (пролювиально-аллювиальных и других аккумулятивных равнин) в эпоху раннедевонского перерыва. Это явилось следствием регионального поднятия и образования денудационных равнин в восточной части плиты, где в позднерифейское время существовал обширный Камско-Уфимский морской бассейн. Полоса максимального поднятия — развития структурно-денудационных плато — наиболее четко вырисовывается зоной регионального сокращения мощностей и выклинивания «покрывающих» эйфельских отложений и, как видно из карты 5, она была вытянута в меридиональном направлении. Указанное поднятие сопровождалось процессом сокращения площади и даже полного исчезновения многих позднерифейских тектонических впадин и котловин в Пачелмском и Среднерусском авлагоденах вплоть до коренного изменения главного направления сноса обломочного материала в пределах последнего с северо-восточного на запад-юго-западное.

Геоморфологическая обстановка раннедевонской эпохи в пределах Воронежской антеклизы может быть обрисована в самых общих чертах из-за отсутствия широких площадей распространения рыхлых кор-

релятных отложений. По данным А. Д. Савко [35], в течение всего раннего палеозоя Воронежская антеклиз представляла сушу, в пределах которой формировалась эрозионно-денудационная поверхность выравнивания. Перекрыта осадками она была на значительной части территории в среднедевонское время.

Большая часть досреднедевонской поверхности была представлена пологоувалистым плоским пенепленом, который зафиксирован корой выветривания, развитой на докембрийском субстрате. Однако в районе Курской магнитной аномалии (КМА) был развит мелко-грядовый останцовый рельеф, обусловленный выходами железистых кварцитов в поле распространения гнейсов и сланцев.

Геоморфологические условия были благоприятными для развития кор выветривания. Другим важным стимулом развития этих процессов было вполне возможное увлажнение климата, на что косвенно указывает преобладающий тонкий состав нижнедевонских отложений и обогащение отдельных толщ органикой.

Нижнедевонские (доэйфельские, доживетские) коры выветривания значительной мощности (до нескольких десятков метров) вскрыты глубокими скважинами в большом числе пунктов Волго-Уральской области и смежных областей. Они развиты по породам архейского фундамента и терригенным образованиям венда. В предэйфельское время на кристаллических породах фундамента формировались коры гидрослюдистого и каолинитового состава. Это вело к высвобождению ценных минералов из материнских пород. Условия рельефа и осадконакопления могли способствовать формированию экзогенных месторождений полезных ископаемых.

В пределах Воронежской антеклизы на железистых кварцитах, слагавших в раннедевонское время структурные гряды, развиты богатые железные руды. Для концентрации ценных минералов в коре выветривания и продуктах ее переотложения значение могли иметь открытые карстовые полости. Возможность их образования подтверждается «следами» карста (по керну скважин), наличием отдельных полостей и трещин в карбонатных породах, а также следами интенсивного выщелачивания карбонатного цемента в девонских песчаниках в восточных районах Волго-Уральской области. В связи с приморским положением и вероятной гумидизацией климата эта зона была, по-видимому, особенно благоприятной для формирования месторождений полезных ископаемых, связанных с корами выветривания.

Ранневизейская эпоха (предтульское время) (карта 6)

Между крупными морскими трансгрессиями позднего девона и карбона существовал ряд континентальных перерывов. Наиболее продолжительный перерыв был связан с общим поднятием Русской плиты в конце турнейского — начале визейского веков. Обширные области Русской платформы вступили в то время на континентальный путь развития. Это был важный рубеж в истории геологического развития во многих районах территории СССР, ознаменовавшийся крупными изменениями общей палеогеографической обстановки и формированием ряда месторождений полезных ископаемых.

С целью наиболее объективной рисовки контуров конкретных форм погребенного рельефа и показа отдельных его элементов интервал времени реконструкции был ограничен бобривской эпохой континентального осадконакопления, предшествовавшей обширной трансгрессии Тульского моря. В то же время изображенная на соответствующей карте информация естественно характеризует типичный рельеф и процессы осадконакопления более продолжительного промежутка времени, т. е. всей ранневизейской эпохи.

Нижнекаменноугольные коры выветривания и другие континентальные отложения выделяемого региона Русской плиты сравнительно хорошо изучены в связи со связанными с ними важными полезными иско-

паемыми (бокситы, углы, залежи нефти и газа и др.). Выделяются коры выветривания преобладающего каолинитового состава и латеритного профиля мощностью до нескольких десятков метров и более. В составе нижневизейских континентальных отложений выделяют: аллювиальные, озерные, дельтовые, озерно-болотные и другие осадки. Мощности отложений изменчивы, но в поле их максимального развития достигают десятков и даже сотен метров. Преобладают мелкозернистые пески, алевроиты, глины, лигниты, углы.

В северо-западной части Русской плиты (область, примыкающая к юго-восточному склону Балтийского щита) при восстановлении ранневизейского рельефа за «маркирующую» горизонтальную поверхность была принята подошва известняков средней части алексинского горизонта, от которой вниз откладывались мощности нижней части алексинского и песчано-глинистой толщи тульского горизонтов.

В центральных областях Русской плиты (Подмосковный буроугольный бассейн, северный склон Воронежской антеклизы, Днепровско-Донецкая впадина и др.) для восстановления возвышенностей, впадин, речных долин, солянокупольных возвышенностей и других преимущественно крупных форм рельефа были использованы данные по мощностям асенополянских отложений и отложений других горизонтов нижнего визе.

В восточных (Волго-Уральская область и др.), северо-восточных (Пермское Приуралье, южный склон Тимана) и некоторых других районах Русской плиты за основу были приняты карты изопакит бобриковских отложений и подошвы тульского горизонта. При этом отдельные формы рельефа и высоты междуречных пространств восстанавливались в основном по методу, предложенному М. В. Проницовой и П. И. Жернаковым [31] для территории Прикаспийской впадины. Путем использования методических приемов, кратко охарактеризованных в первом разделе записки, были восстановлены морфология и генезис различных форм аккумулятивного рельефа, дана оценка генезиса и возраста денудационного рельефа междуречных пространств.

Таким образом, имелись предпосылки для достаточно уверенной характеристики рельефа ранневизейской эпохи, особенно в районах, где погребенный рельеф и коррелятные ему рыхлые толщи были вскрыты сотнями и даже тысячами скважин. К таким районам, в первую очередь, можно отнести территории Пермского Приуралья и Прикамья, почти всю обширную территорию Волго-Уральской нефтегазодной провинции, Днепровско-Донецкую и Припятскую впадины, Воронежскую антеклизу, Подмосковный буроугольный бассейн и Северо-Онежский бокситоносный район. В других районах Русской плиты морфология и генезис ранневизейского рельефа восстановлены в основном по редкой сети скважин, т. е. выделены в значительной мере условно.

Рельеф ранневизейской эпохи существенно, можно сказать принципиально, отличался от рельефа предшествовавших континентальных эпох. Если в девоне и тем более в докембрии в пределах рассматриваемой территории Русской плиты господствовали в основном расчлененные формы рельефа, созданные благодаря активным подвижкам по разломам фундамента, или континентальные равнины, возникшие в основном в процессе массового перемещения рыхлого материала под воздействием, по-видимому, сильных, но кратковременных неконцентрированных («расплывчатых») водных потоков, то в раннем карбоне в эпоху ранневизейского континентального перерыва сложились формы рельефа, во многом сходные по своему происхождению с рельефом последующих континентальных эпох. В этом убеждает карта ранневизейской эпохи развития рельефа и осадконакопления, при составлении которой, по указанным выше данным, довольно отчетливо обозначились такие формы, как речные долины, озерные котловины, гряды, солянокупольные останцы, аллювиально-дельтовые, озерные равнины и др.

Выявляются следующие наиболее характерные особенности рельефа и процессов осадконакопления в ранневизейскую эпоху. В то время в пределах рассматриваемой территории Русской плиты существовал ряд обширных замкнутых и полужамкнутых впадин с различным типом осадконакопления и формирования аккумулятивных равнин. В восточных областях плиты, примыкавших к Урало-Каспийскому морскому бассейну, формировались преимущественно аллювиально-дельтовые и дельтовые равнины, осложненные обширными пологими поднятиями и впадинами, которые унаследовали аналогичные структуры осадочного чехла (Волго-Уральское сводовое поднятие, систему Камско-Кинельских прогибов и др.). Детальными исследованиями установлена густая сеть причудливо извивающихся рукавов в пределах дельт, непосредственно примыкавших к морскому бассейну, яркие примеры которых содержатся в ряде опубликованных работ [23, 30 и др.]. Вблизи морского бассейна аллювиально-дельтовые равнины постепенно переходили в низкие и, по-видимому, сильно заболоченные прибрежно-морские равнины, возникшие в результате неоднократного и значительного перемещения береговой линии моря. В соответствии с указанными изменениями рельефа развивались процессы осадконакопления: в руслах, протоках дельт, на относительно приподнятых участках аккумулятивных равнин формировались преимущественно песчаные или песчано-глинистые толщи, тогда как в озерных и прибрежно-морских понижениях накапливались в основном глины, в том числе с линзами лигнита и углей.

Сходные общие черты строения рельефа и распространения рыхлых отложений намечаются для другой крупной открытой впадины — Днепровско-Донецкой. В пределах этой впадины, пожалуй, наиболее отчетливо проступает закономерность последовательного замещения в направлении приемного морского бассейна аллювиально-дельтовых равнин прибрежно-морскими, а вторых — шельфовыми. Во впадине широким развитием пользуются песчано-глинистые каолинит-кварцевые отложения. По данным бурения, они четко разделяются по литологическим признакам на две толщи: верхнюю, в составе которой преобладают каолиновые глины с угольными прослоями, и нижнюю — песчаную, которая выполняет русловые врезы. По подошве песков и рисунку изопакит всего комплекса осадков выявляется сложная аллювиальная система с преобладавшим юго-восточным направлением стока. Существенное влияние на рельеф и распределение рыхлых отложений сыграла также соляная тектоника, что выражается в частности резким увеличением мощности русловых песков и других отложений в приштоковых компенсационных мульдах.

Основными элементами рельефа в пределах впадины Подмосковского буроугольного бассейна являются обширные озерно-аллювиальные и озерно-болотные равнины, в слабо расчлененную поверхность которых неглубоко врезаются речные долины и многочисленные озерные и озерно-болотные котловины. Речные долины намечаются по эрозионным врезам в основании бобриковских отложений, по увеличению на этих участках мощности и песчанистости отложений и лентообразному распространению песчаных фаций осадков; озерные котловины — по преобладающему распространению сильно углистых тонких осадков, в том числе сухарных глин. В качестве наиболее крупных понижений выделяются Подмосковная, Обоянская, Прохоровская и Кантемировская котловины на днищах которых развиты преимущественно озерно-болотные равнины.

Результаты изучения палеоврезов свидетельствуют о незначительных амплитудах расчленения рельефа, порядка 100—150 м на сотни километров расстояния. Невелики и средние мощности бобриковских отложений — до 25—30 м. Поэтому можно предположить, что впадина Подмосковского буроугольного бассейна в ранневизейское время представляла собой аккумулятивную равнину, значительная часть которой была занята озерами и болотами. Ее поверхность имела, по-видимо-

му, общее снижение с севера на юг и далее на юго-восток, о чем свидетельствуют региональное нарастание мощностей бобриковских отложений и сток палеорек в указанных направлениях.

Территория Подмосковного буроугольного бассейна дренировалась густо разветвленной речной сетью. Намечаются два главных направления речного стока — юго-восточное и юго-западное. Первое направление было связано с существованием Рязано-Саратовской палеореки, истоки которой были расположены, по-видимому, где-то южнее г. Москвы, а устье северо-западнее г. Саратова, хотя некоторые исследователи [23] склонны протягивать долину этой реки от г. Тихвина до Саратовско-Волгоградского правобережья Волги. Существование крупной речной долины, пересекавшей западную половину Подмосковного бассейна и открывавшейся в сторону Припятской впадины (к Ельской депрессии), пока намечается условно.

Крупная впадина, занимавшая в ранневизейское время обширную территорию восточнее Валдайской возвышенности, располагалась в северо-западной части Русской плиты. По своему основному местоположению она может быть названа Тихвинско-Вологодской.

Наиболее пониженная центральная часть этой впадины была занята, судя по строению бобриковского горизонта, открытым озерным бассейном, вокруг которого простирались обширные озерно-болотные, аллювиально-дельтовые и пролювиальные равнины. Пролувиальные равнины были развиты в основном на склонах небольших возвышенностей, местами нарушавших монотонный аккумулятивный рельеф днища впадины.

Рельеф денудационных ранневизейских равнин восстановлен с меньшей полнотой, исключая детально разбуренные территории Воронежской антеклизы и Североонежского бокситоносного района. Результаты палеогипсометрических построений, изучения условий распространения продуктов выветривания коренных пород и их «бронирующих» свойств свидетельствуют о значительном генетическом разнообразии денудационных форм рельефа. Большую роль в строении рельефа играли, по-видимому, обширные структурно-денудационные докамменноугольные равнины и участки докембрийского (позднерифейского) пенеплена. Это подтверждается не только денудационным характером равнин, но и широким развитием в их пределах плотных, почти горизонтально залегающих палеозойских известняков (структурно-денудационные равнины) или слабо размытых мощных кор выветривания почти полного профиля, перекрытых в ряде районов (склоны Воронежской антеклизы и др.) каменноугольными и более древними отложениями (пенеплены).

В пределах Воронежской антеклизы и юго-восточного склона Балтийского щита бурением вскрыты глубоко врезанные (до десятков и сотен метров) балки и речные долины, эрозионные останцы и структурные гряды, карстовые полости и другие элементы рельефа, оказывавшего существенное влияние на распределение переотложенных продуктов выветривания и других континентальных толщ. Это подтверждает тезис о существенно ином по сравнению с ранним девоном пути развития рельефа в раннем карбоне и указывает на возможность выявления подобных форм ранневизейского рельефа в пределах других раннекаменноугольных возвышенностей Русской плиты.

Наиболее полное представление о характере денудационного рельефа ранневизейской эпохи дают результаты его изучения на территории Воронежской антеклизы, где формы подобного рельефа оказывают существенное влияние на распространение бокситов и других полезных ископаемых и поэтому были подвергнуты специальному анализу [9, 16 и др.].

В конце турнейского века образовалась обширная равнина, которая затем подверглась значительному эрозионно-денудационному расчленению. Детально она изучена на юго-западном склоне Воронежской антеклизы, в районах развития гряд железистых кварцитов, где про-

бурены сотни скважин. На остальной части антеклизы на девонских породах с глубоким размывом залегают мезозойские. Поэтому только с определенной долей вероятности можно говорить о формировании в этой части антеклизы эрозионно-денудационной равнины.

На юго-западе, а также на северном склоне антеклизы у границы с Московской синеклизой были развиты денудационные равнины с локальной аккумуляцией, среди которых сохранялись останцы более древнего рельефа, особенно в пределах полос развития железистых кварцитов. На северном, а также юго-западном (за пределами КМА) склонах антеклизы отмечаются врезанные в ложе докаменноугольных пород речные долины. На северном склоне антеклизы (севернее г. Липецка) они врезаны в карбонатные породы, представленные известняками и доломитами верхнего девона, имеют ширину до 1,5—3 км и заполнены аллювиальными отложениями бобриковского горизонта.

В юго-западной части антеклизы денудационная равнина раннекаменноугольного возраста переходит в крупную заболоченную аллювиальную равнину, которая на крайнем юге и юго-востоке сменяется шельфовой равниной. Формирование континентальных отложений в условиях заболоченной озерно-аллювиальной равнины, представленных русловыми, пойменными, озерно-болотными и дельтовыми фациями, происходило в начале яснополянского времени, когда морской бассейн, располагавшийся восточнее и юго-восточнее рассматриваемого региона, начал ингрессировать в наиболее крупные долины. На склонах водораздельных пространств происходило формирование балок и речных долин.

Характерной особенностью рельефа юго-западного склона Воронежской антеклизы являются гряды железистых кварцитов, протяженностью в десятки километров и шириной от нескольких сотен метров до первых километров. Превышение гряд над аллювиально-озерной выделяются водораздельные гряды, сложенные железистыми кварцитами имеют сложное строение. В пределах Белгородского района КМА выделяются водораздельные зоны, сложенные железистыми кварцитами, и разделяющие их долинообразные понижения шириной до 1,8 км, проложенные в сланцах. Помимо продольных долин отмечаются впадающие в них короткие поперечные долины. Такое расчленение гряд обуславливает пологие грядово-холмистые формы рельефа в пределах развития полос железистых кварцитов и зажатых среди них рудных сланцев. На этих породах развиты латеритные коры выветривания мощностью до 150—400 м.

На крайнем юго-востоке антеклизы была развита шельфовая равнина, сложенная песчано-глинистыми образованиями, переслаивающимися с карбонатными породами. Они залегают на турнейском карбонатном ложе и имеют мощность до 60—80 м.

Принципиально иной путь развития рельефа в раннекаменноугольное время намечается для территории Кольско-Карельского региона, особенно в пределах Кольского полуострова. Ввиду того, что на протяжении всего палеозоя здесь осуществлялся интенсивный вынос рыхлого обломочного материала многие конкретные формы палеозойского рельефа восстановить не удастся.

Однако в плане общей палеогеоморфологической оценки можно сделать вывод о преобладавшем сильном расчленении этой территории и, возможно, существовании горного рельефа в центральной части Кольского полуострова и северной части Карелии. Это следует из геологических материалов, указывающих на существование обширной рифтовой зоны в данном районе в раннем и среднем палеозое, формирование которой сопровождалось процессами вулканизма и внедрения интрузий.

Результаты сравнительного палеогеоморфологического анализа древнейших эпох формирования рельефа Кольского полуострова (С. К. Горелов, А. Л. Кудлаева, 1981 г.) также указывают на коренную перестройку рельефа, выразившуюся в резком изменении общего

плана расположения крупных возвышенностей и понижений с субширотного в протерозое на субмеридиональное в палеозое, а также в преобразовании ряда понижений допалеозойского рельефа в поднятия в восточной части Кольского полуострова.

Таким образом, для рассматриваемой эпохи развития рельефа Русской платформы можно выделить две крупные геоморфологические зоны с существенно различными чертами строения рельефа: область равнинного слабо расчлененного рельефа на плите и область сильно расчлененного, по-видимому, горного рельефа в восточной части Балтийского щита (Кольский полуостров).

Указанные выше особенности развития ранневизейского рельефа и процессов осадконакопления, наряду с тропическими климатами раннего карбона, способствовали формированию месторождений экзогенных месторождений полезных ископаемых. Особый интерес в этом отношении представляют данные о геоморфологических условиях, влиявших на распространение бокситов, остаточных железных руд, литолого-стратиграфических (неантиклинальных) залежей нефти и газа, углей. Роль ранневизейского рельефа в распространении этих месторождений выявляется наиболее четко.

Раннекаменноугольные месторождения боксита в пределах рассматриваемой части Русской плиты установлены на территории Воронежской антеклизы (КМА) и погруженном юго-восточном склоне Балтийского щита. В обоих районах они тесно связаны с корой выветривания и продуктами ее ближнего переноса. При этом выявляется связь многих остаточных или осадочных залежей боксита с рельефом. Она настолько очевидная, что служила предметом специальных исследований [16].

Подавляющее число остаточных месторождений боксита располагается на междуречьях в условиях относительно приподнятых водораздельных массивов или гряд с пологими склонами, небольшими и не резкими перепадами высот (не более первых десятков метров). Примерами могут служить ряд залежей в пределах Белгородского, Яковлевского и других бокситовых месторождений на территории Воронежской антеклизы; отдельные небольшие залежи латеритных бокситов, сохранившиеся в виде фрагментов на вершинах плоских поднятий и пологих склонах возвышенностей погребенного рельефа в пределах Североонежского бокситоносного района [9]. Связь между подобными месторождениями боксита и рельефом в данном случае объясняется довольно просто тем, что остаточные месторождения, как правило, приурочены к мощным слабо размытым корам выветривания, формировавшимся скорее всего по латеритному профилю, а последние генетически связаны с докаменноугольными пенепленами.

Связь между осадочными месторождениями боксита и рельефом в генетическом отношении является более разнообразной, хотя и в данном случае она проступает достаточно четко. Это объясняется тем, что образование подобных месторождений боксита происходило за счет размыва кор выветривания и аккумуляции переотложенных продуктов выветривания, в том числе глиноземистых латеритов, в различных понижениях рельефа. Залежи приурочены к делювиальным, делювиально-пролювиальным, озерным отложениям, выполняющим эрозионные формы или образующим значительные по площади пространства погребенных аккумулятивных равнин. Такой генезис имеет большинство месторождений Североонежского бокситоносного района, отдельные залежи в пределах месторождений на территории КМА [9, 16].

К ранневизейской эпохе на территории Воронежской антеклизы относится и образование крупных залежей богатых железных руд. Они приурочены к корам выветривания и в меньшей степени к продуктам их ближайшего переотложения, представленным в делювиально-пролювиальных, озерно-болотных и очень редко прибрежно-морских фациях. Месторождения локализуются в пределах полос развития желе-

зистых кварцитов и контактирующих с ними сланцев, имеющих прямое выражение в погребенном рельефе в виде упомянутых выше структурных гряд. Осадочные железные руды встречаются и за пределами пологих железистых кварцитов, но составляют незначительную часть от общего объема залежей и поэтому самостоятельного значения не имеют. Их разработка возможна только совместно с остаточными рудами.

Геоморфологические условия формирования литолого-стратиграфических (неантиклинальных) ловушек нефти и газа в нижнекаменноугольных отложениях специально изучались в Волго-Уральской и Днепровско-Донецкой нефтегазоносных провинциях [13, 30, 31 и др.]. В Волго-Уральской провинции во время образования продуктивного разреза, включающего терригенные и карбонатные отложения, существовали разнообразные геоморфологические обстановки в различных климатических условиях, определявших разнообразие мелких элементов погребенного рельефа и ловушек, отличающихся по размерам, морфологии, генезису. В качестве типичных ловушек, обусловленных определяющим влиянием ранневизейского рельефа, выделяются долины палеорек, эрозионные останцы (разнообразные формы их облекания терригенными осадками), русла и протоки дельт, эрозионно-карстовые котловины, биогермы, рифовые сооружения.

Важным тектоническим элементом, определявшим условия развития рельефа и осадконакопления, была разветвленная Камско-Кинельская система прогибов, пересекающая в субмеридиональном направлении всю юго-восточную окраину Русской плиты. К началу визейского века она становится погребенной, заполненной терригенными осадками. С конца турнейского века на суше, сложенной преимущественно известняками с различной степенью активности протекали процессы денудации и карстообразования; развивалась эрозионная сеть, биогермные постройки выражались положительными формами рельефа, над которыми формировались структуры облекания. В Камско-Кинельской «долине» и на ее склонах шло образование отмелей, пересыпей, кос, островов, береговых аккумулятивных террас (например, песчаные тела бобринского горизонта [Б₂] на Авралинской, Покровской, Сарбайской площадях).

На территории Оренбуржья в визейский век существовала обширная Муханово-Ероховская дельта типа «птичьей лапки», являвшаяся устьевой зоной указанной системы прогибов. К ее протокам приурочены Твердиловское, Ероховское, Неклюдовское месторождения нефти. Подобные дельтовые системы описаны в Волгоградско-Саратовском Поволжье [13, 23]. Четко проявлялась в рельефе в виде вытянутой возвышенности Большекинельская система дислокаций. К юго-востоку от Муханово-Ероховской дельты в шельфовой зоне располагался Бобровско-Покровский архипелаг аккумулятивных форм рельефа, которые являлись ловушками углеводородов.

В пределах Днепровско-Донецкой впадины нефтяные и газовые залежи в неантиклинальных ловушках связаны в основном с песчаными толщами руслового и дельтового происхождения, образующими самостоятельный нефтегазоносный комплекс (А. Е. Лукин, 1976 г.). Промышленные притоки нефти и газа из этих отложений получены на Моностырщенском, Ново-Троицком месторождениях, Гнединцевской, Талалаевской и других площадях. Все установленные залежи приурочены к комбинированным структурно-литологическим ловушкам, представленным двумя основными типами: 1) постседиментационными деформациями русловых песчаников; 2) выклиниванием на разнообразных конседиментационных структурах (в том числе и незамкнутых — типа структурных носов, террас и др.). Второй тип ловушек указывает на возможность выявления в Днепровско-Донецкой и Припятской впадинах нефтяных или газовых залежей, в образовании которых рельеф играл решающую роль.

Теплые и влажные климаты раннего карбона, стимулировавшие процесс бурного развития растительности и активного разложения по-

гибших растений предопределили региональную угленосность ранневизейских терригенных отложений. Крупные промышленные залежи углей, мощностью в десятки метров, установлены в пределах Подмосковного и Кизеловского угольных бассейнов. Отдельные месторождения известны в других впадинах рассматриваемого региона (см. карту 6).

Геоморфологический контроль в распространении угольных месторождений устанавливается повсеместно. В Подмосковном бассейне накопление торфяников, давших при последующем метаморфизме залежи бурых углей, происходило в условиях заболоченных водораздельных пространств, зараставших мелководных озер и озеровидных расширений речных долин с сильно замедленным стоком. Ряд причин — активное проявление плоскостного смыва в обстановке влажного тропического климата, широкое распространение легко податливых денудации песчано-глинистых осадков бобриковского горизонта и достаточно расчлененный рельеф — способствовали накоплению преимущественно зольных гумулитовых углей, характеризующихся невыдержанной мощностью продуктивных пластов и их линзовидным залеганием. Лучшей теплотворной способностью обладают гумусово-сапропелевые угли, накопление которых происходило в основном в заболоченных замкнутых и полузамкнутых котловинах.

Угли Кизеловского бассейна образовывались также из торфяников, накапливавшихся как в приморских болотах, развивавшихся на осадках лагунного типа, так и в условиях заболачивающихся речных долин и междуречий (зарастающие старицы озер, озера, вторичные водоемы пойм и т. п.). Болотный комплекс отложений представлен каменными углями, углистыми аргиллитами, кварцевыми алевролитами и реже песчаниками. В целом, месторождения угля приурочены к дельтовой равнине, рельеф которой оказывал существенное влияние на площадное распространение пластов каменного угля и его качественный состав. Это выразилось, во-первых, в приуроченности наиболее угленасыщенных площадей к междурусловым пространствам, во-вторых — в частичном или полном уничтожении эрозией отдельных пластов угля в некоторых долинах, особенно в периоды регрессий.

Палеогеографические реконструкции (В. И., И. В. Пахомовы, 1980 г.) подтверждают точку зрения, что основным источником обломочного материала, слагающего угленосную формацию, была суша, располагавшаяся к северо-западу от Урала и Приуралья, т. е. в пределах Русской плиты. Это доказывается тем, что в направлении с юго-востока на северо-запад происходит: последовательное выпадение снизу-вверх по разрезу радаевских и бобриковских отложений и трансгрессивное налегание на северо-западе территории более молодых тульских отложений на различные горизонты турнейского, фаменского и франского ярусов; последовательная смена ландшафтов от морских до континентальных; изменение петрографических типов углей от кларенов до дюренов; увеличение в отложениях количества растительных остатков; уменьшение в аргиллитах и алевролитах пропластков сидерита и т. д.

Влияние ранневизейского рельефа на формирование экзогенных месторождений, по-видимому, не ограничивалось только перечисленными выше видами полезных ископаемых. В терригенных бобриковских отложениях обнаружены залежи лимонитовых железных руд и огнеупорных сухарных глин (южная часть Подмосковного буругольного бассейна), маломощные бокситы и бокситоподобные породы (там же, в Днепровско-Донецкой и Припятской впадинах), повышенные концентрации (в несколько раз по сравнению с кларковыми значениями) некоторых рассеянных и редких элементов.

По аналогии с геоморфологическими условиями накопления бокситов и углей, можно предположить существенное влияние рельефа в распространении и этих полезных ископаемых. В частности, в зависимости от положения в рельефе намечаются два генетических типа про-

мышленных залежей сухарных глин на северном склоне Воронежской антеклизы: 1) среди песчано-каолиново-глинистых пород в магистральных долинах, где они образовались за счет «старения» первичного каолинового гелевидного осадка; 2) переслаивающиеся с белыми бокситами в долинах балочного типа, сформировавшиеся при кристаллизации алюминиево-кремнистых гелей, поступавших из кор выветривания. На северном склоне антеклизы, где известен ряд месторождений этого сырья, сухарные глины залегают относительно неглубоко и здесь возможна постановка поисковых работ для выявления залежей глин с выдержанной мощностью.

Ранне-среднеюрская эпоха (предкелловейское время) (карта 7)

Выбор этой эпохи для составления соответствующей карты атласа был продиктован, пожалуй, тремя наиболее важными обстоятельствами: а) длительным развитием рассматриваемой территории Русской плиты в континентальных условиях, перед обширной трансгрессией позднеюрского (келловейского) моря, б) целесообразностью региональных сопоставлений геоморфологических обстановок юрского периода, отмеченных в других регионах территории СССР крупными изменениями рельефа и формированием ряда месторождений важных полезных ископаемых (см. ниже).

Возможно, что в некоторых северных районах Русской плиты верхний возрастной рубеж выделяемой эпохи развития рельефа следует распространить и на раннекелловейское время. Однако до окончательных решений спорных вопросов стратиграфии континентальных юрских отложений этот вопрос остается открытым.

Реконструкции рельефа ранне-среднеюрской континентальной эпохи были связаны с большими трудностями не только вследствие значительной разобщенности фактического материала по территории исследований. В период между триасом и средней юрой в пределах рассматриваемых областей Русской плиты произошел интенсивный размыв нижнеюрских отложений. Поэтому литолого-фацциальному и геоморфологическому анализу могли быть подвергнуты только верхнетриасовые (ветлужская серия) и среднеюрские отложения. При этом учитывались особенности соответствия площадей распространения этих отложений между собой и крупным элементам доюрского рельефа. Как и в других случаях, большое внимание уделялось анализу рельефа подошвы покрывающих морских осадков, в данном случае верхнеюрских, и доюрским корам выветривания.

В основу методики палеогеоморфологических реконструкций был положен принцип восстановления формы и глубины понижений рельефа по мощности накопившихся в них континентальных и субконтинентальных (палеошельф) отложений и определения площадей былого распространения денудационного рельефа по литолого-фацциальным изменениям этих отложений. Следует подчеркнуть значительную условность реконструкций рельефа, произведенных для крайних восточных и северных районов рассматриваемой территории, где верхнетриасовые и юрские континентальные отложения развиты на ограниченной площади.

Как видно из составленной карты, в эпоху рассматриваемого перерыва в пределах центральных и восточных областей Русской плиты произошли новые крупные перестройки рельефа. По отношению к ранневизейской эпохе полное преобразование рельефа испытали окраинные восточные и южные районы плиты. На востоке сформировалась крупная зона вытянутого меридианального поднятия, выражавшаяся, судя по широкому распространению «бронирующих» толщ в палеозойских породах и равномерному распределению мощностей покрывающих их морских осадков, скорее всего в виде обширных структурно-денудационных равнин и плато. Аналогичные формы рельефа по тем же данным намечаются в северо-западной части плиты.

В южных районах на месте ранневизейской суши, возникли два обширных мелководных морских бассейна, разделявшиеся крупным субмеридианальным поднятием в области современной Московской синеклизы и северо-восточной части Воронежской антеклизы. Существование этих форм рельефа подтверждается широким распространением сохранившихся морских или прибрежно-морских среднеюрских отложений (глины, пески и алевроиты) с ископаемой среднеюрской фауной и флорой) во впадинах и густо разветвленной системой погребенных среднеюрских речных долин и эрозионных котловин, вскрытых бурением в различных частях разделявшего их субмеридианального поднятия (см. карту).

Перестройками рельефа были затронуты и другие области Русской плиты, в частности ее северо-восточная часть. В этой области как бы возродилось обширное субширотное (северо-восточное) понижение Среднерусского грабена, существовавшее в позднерифейскую и раннедевонскую континентальные эпохи. Однако оно, по-видимому, не было тесно связано с разломами фундамента и имело эрозионное происхождение, на что указывают: прихотливая внешняя конфигурация впадины и наличие в ее пределах ряда обширных или небольших эрозионных округлых впадин (Галичская, Ковернинская, Омутнинская и др.). Положение впадин и характер их рельефа реконструируются по сохранившимся фрагментам континентальных среднеюрских отложений.

Многие впадины имели большую глубину (например, около 300 м Ковернинская впадина севернее г. Горького); их склоны прорезали короткие долины, а на днищах были развиты преимущественно делювиально-пролювиальные или озерно-аллювиальные равнины.

О характере рельефа междуречных денудационных равнин, разделявших указанные выше впадины, можно судить по результатам бурения в различных районах Воронежской антеклизы и Подмосковной синеклизы. Скважинами здесь вскрыты многочисленные фрагменты погребенных речных долин, которые обратили на себя внимание геологов еще в довоенное время (юрские долины Подмосковья). Долины и эрозионные ложбины впадают в отдельные замкнутые впадины или соединяют подобные впадины. Выполнены они преимущественно косослоистыми песками, которые на участках озеровидных расширений долин и во впадинах переходят в более тонкие осадки — мелкозернистые пески и глины с примесью органического вещества и каолинита.

Накопившиеся в долинах осадки сохранились фрагментарно. Поэтому общий рисунок юрской речной сети может быть восстановлен со значительной долей условности в отдельных районах. Намечаются три главных направления речного стока: юго-восточное — в сторону Прикаспийской впадины; юго-западное — к Днепровско-Донецкой впадине и, по-видимому, северо-восточное — к упомянутой выше Среднерусской палеодепрессии. Основную роль в развитии речной сети играла скорее всего «Главная Московская ложбина», выделенная Б. М. Даньшиным еще в 1935 г. Она наследовала общее юго-восточное направление ранневизейской Московско-Рязанской палеореки, принимала большое количество притоков со стороны Воронежской антеклизы. На среднем (Рязанском) отрезке долины намечается обширное протяженное озеровидное расширение, заполненное сильно гумусированными тонкими песчано-глинистыми осадками.

Есть основания для вывода об активном развитии плоскостного смыва в среднеюрскую эпоху. В пользу такого предположения говорят данные о сильном размыве каолиновых кор выветривания на пологих элементах рельефа и обогащение каолинитом делювиальных и пролювиальных отложений.

Таким образом, ранее-среднеюрская эпоха развития рельефа в центральных и восточных областях Русской плиты была отмечена, с одной стороны, образованием приемных морских бассейнов вдоль ее южной окраины, с другой — активным развитием процессов эрозии и

плоскостного смыва, осуществлявших перенос рыхлого материала в прибрежно-морскую зону и во внутренние впадины.

Не исключено, что подобные условия развития рельефа оказали существенное, в ряде районов, вероятно, негативное влияние на процесс формирования экзогенных месторождений полезных ископаемых. В пределах рассматриваемых областей Русской плиты крупные месторождения полезных ископаемых в юрских толщах неизвестны, тогда как на смежных территориях Урала и Украинского щита, находившихся в аналогичных климатических условиях, они присутствуют в большем количестве. Отрицательную роль сыграл, вероятно, и факт широкого распространения на поверхности однородных по составу преимущественно карбонатных верхнепалеозойских пород.

Со среднеюрскими терригенными толщами связаны лишь небольшие месторождения угля, лимонитовых железных руд, огнеупорных глин и россыпи титано-циркониевых минералов. Все они приурочены к крупным понижениям погребенного рельефа типа озеровидных котловин или обширных заболоченных прибрежно-морских низин (Омутнинский и Приокский железорудные районы, Калужско-Сухиничский угленосный район и др.).

Юго-западная часть Русской плиты, Крым и Карпаты *

К данному региону отнесены весьма разнородные по рельефу и геологическому строению территории — глубоко срезанное денудацией древнее герцинское сооружение Донецкого кряжа, платформенно-равнинные области Украинского щита, Волыно-Подольи и Днепровско-Донецкой впадины, молодые (альпийские) горные сооружения Крыма, Карпат и прилегающие к ним с севера крупные впадины и прогибы (северная часть Причерноморской впадины, Предкарпатский краевой прогиб), с типичным для них холмисто-грядовым (вблизи гор) или равнинным рельефом. Объединение указанных территорий в единый регион диктовалось имеющимися фактическими возможностями для составления карт палеорельефа и осадконакопления и, что еще более важно, возможностью рассмотреть в одном плане историю развития рельефа и накопления коррелятных ему рыхлых отложений различных по геологическому строению территорий.

История геологического развития рассматриваемых областей была отмечена рядом региональных континентальных перерывов в морском осадконакоплении. Их общий «набор» наиболее полно установлен для территории Украинского щита и прилегающих к нему впадин. По общепринятому мнению [1], значительные древние перерывы здесь имели место в раннем девоне, ранней перми, в конце юры, раннем мелу, в конце мела, раннем и среднем палеогене, позднем олигоцене, раннем и среднем миоцене, в плиоцен-четвертичное время. Однако, включая территорию Крыма и Карпат, более или менее достоверные реконструкции рельефа и процессов накопления рыхлых отложений, по имеющимся данным, могут быть сделаны лишь для некоторых древних перерывов — раннемелового (неоком — аптское время), палеогенового (среднеэоценовое время), раннемиоценового, среднемиоценового и среднеплиоценового. Именно эти эпохи развития рельефа и накопления коррелятных ему отложений были избраны при составлении карт атласа. При этом учитывалось и влияние рельефа на формирование экзогенных месторождений полезных ископаемых, которое в указанные эпохи, было наиболее значительным.

Весь комплект карт составлен по единой методике в основном по материалам бурения и результатам изучения естественных разрезов. В процессе работы были собраны и проанализированы данные по 90 тыс. скважинам и разрезам, вскрывших, как правило, полный комплекс рыхлых кайнозойских и мезозойских отложений в различных ча-

* Раздел составлен при участии Ю. И. Селина и А. П. Стукало.

стях рассматриваемого региона. При этом выполнялся значительный объем работы по уточнению стратиграфической схемы ранне- и среднемиоценовых отложений, которая для всей территории юго-запада Русской платформы ранее практически отсутствовала.

Раннемеловая эпоха (неоком-аптское время) (карта 8)

В течение неоком-аптского времени на большей части территории юго-запада Русской платформы установился континентальный режим. Морские бассейны существовали только в Карпатах, в равнинном Крыму и в пределах Молдавской впадины. В начале валанжина кратковременная морская трансгрессия распространилась также в пределы северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины. Это время, как и предшествовавшие ему века поздней юры было отмечено слабо дифференцированными движениями земной коры, теплым и влажным тропическим климатом.

Денудационный рельеф формировался главным образом в областях Украинского щита, Приазовского выступа фундамента, Донецкого кряжа, Горного Крыма и обширной территории в западной части Русской платформы (Волыно-Подольская плита). Территория Украинского щита и Приазовского выступа представляла собой обширный пенеплен, унаследованный от более древних континентальных эпох. В пользу такого в целом общепринятого мнения говорит целый ряд фактов, в числе которых особенно показательными являются данные о широком площадном распространении мощной юрско-раннемеловой коры выветривания, залегающей на сильно сглаженной денудационной поверхности [18, 28, 29 и др.].

В пределах пенеплена Украинского щита далеко повсеместно был развит слабо расчлененный «монотонный» рельеф. На северном и южном склонах щита, на южном склоне Приазовского выступа существовала сложно разветвленная сеть речных долин и балок, состоявших из линейных или причудливо извивающихся в плане эрозионных понижений, заполненных преимущественно аллювиальными песками и галечниками, мощность которых нарастает до нескольких десятков и даже сотен метров в сторону Днепровско-Донецкой и Причерноморской впадин. Позднеюрский и раннемеловой возраст долин определяется палеофлористическими данными [6]. Судя по распространению в одной и той же погребенной долине верхнеюрских и нижнемеловых аллювиальных отложений, многие раннемеловые долины Украинского щита, особенно в его северо-западной части, развивались унаследованно по отношению к позднеюрским речным долинам.

Изменения высот рельефа во внутренних районах юрско-раннемелового пенеплена были, по-видимому, весьма незначительными — порядка 25—50 м на 50—100 км расстояния. Это подтверждается весьма высоким, а на отдельных участках и почти горизонтальным положением подошвы соответствующих кор выветривания, при одновременном сохранении на этих участках полного профиля сиааллитной или латеритной коры. Резкие изменения высот носили локальный характер и были связаны, видимо, с разрывными нарушениями, вдоль которых, судя по линейному распространению погребенных карстовых полостей или развитию мощных (до 200 м и более) инфильтрационных кор выветривания, могли существовать линейные тектонические ступени, уступы и понижения рельефа типа узких ложбин [6, 29]. Кроме того, здесь известны отдельные округлые котловины, генезис которых загадочен. В округлой Болтышской котловине диаметром 25 км бурением вскрыта более чем 400-метровая толща нижнемеловых озерно-болотных отложений с пластами горючих сланцев (забой скважины остановлен в рыхлой толще). Предполагают ударно-метеоритное происхождение подобных котловин, которые известны в других районах Украинского щита.

На остальной территории денудационные формы позднеюрского-раннемелового рельефа восстановлены в значительной мере условно — в основном по характеру рельефа подошвы морских верхнемеловых отложений. Так, например, обширная слабо расчлененная денудационная равнина на территории Волыно-Подоллии выделена главным образом исходя из условий пологого моноклиального залегания палеозойских пород (на которых был сформирован палеорельеф) и более или менее выдержанных мощностей покрывающих его морских верхнемеловых отложений. При выделении карстовых форм рельефа учитывался возраст отложений, заполняющих и перекрывающих карстовые полости, что применительно к палеокарсту различного возраста и различных районов территории Украинской ССР и Молдавской ССР сделано в работах Б. Н. Иванова [1965 г. и др.], А. Д. Кучерука [1976 г. и др.], Б. А. Корженевского [1973 г.].

Сильно расчлененный денудационный рельеф, по-видимому, типа низких гор, существовал в южной части Крымского полуострова. Это косвенно подтверждается резким изменением литолого-фациального состава неоком-аптских отложений. В северной равнинной части Крыма они (берриаский ярус) представлены мергелями и глинами, согласно залегающими на титонском флише, тогда как южнее зоны Симферопольского поднятия в составе этих отложений преобладают конгломераты, обломки известковистого песчаника и другой грубообломочный материал, вложенный в глубокие погребенные долины.

Более определенными являются данные о распространении аккумулятивных равнин, в связи с хорошей сохранностью континентальных или прибрежно-морских (мелководных) рыхлых нижнемеловых отложений в Днепроовско-Донецкой и других впадинах. Как видно из карты, исходя из состава, мощностей и условий залегания этих отложений, могут быть реконструированы различные по генезису равнины. В пределах Днепроовско-Донецкой впадины — это низкие (до 50—100 м абсолютной высоты) преимущественно озерно-аллювиальные и пролювиальные равнины, сложенные в основном глинами и мелкозернистыми песками. По повышенным мощностям глин и преобладающему их углистому или каолинистому составу намечается ряд крупных вытянутых понижений раннемелового рельефа, унаследовавших общее юго-восточное направление Днепроовско-Донецкого авлакогена. Над пологонаклонной поверхностью равнин, в виде изолированных холмов и округлых гряд, возвышались солянокупольные структуры, о чем свидетельствуют резкое уменьшение мощности и выклинивание нижнемеловых отложений, а также сильная закарстованность кровли соленосных отложений пермского яруса, образующих куполовидные поднятия.

Другая область обширного распространения аккумулятивных равнин в раннем мелу располагалась в Северном Причерноморье. Для этой территории был характерен закономерный полигенезис аккумулятивного рельефа, выражавшийся в последовательном и постепенном замещении относительно приподнятых аллювиально-пролювиальных равнин низкими прибрежно-морскими равнинами, формировавшимися в обширной зоне неустойчивого положения береговой линии моря, а последних — мелководными шельфовыми равнинами.

На территории Карпат и Закарпатья в раннем мелу также существовала область регионального накопления рыхлых отложений. Это был весьма своеобразный в геоморфологическом отношении район, где низкие прибрежно-морские равнины, сложенные флишем или карбонатными породами, чередовались с впервые наметившимися в рельефе кордильерами субширотного направления (Раховская и другие структурно-фациальные зоны флишевого бассейна).

Юрско-раннемеловая эпоха с полным основанием может быть отнесена к числу наиболее важных континентальных эпох в отношении образования экзогенных месторождений полезных ископаемых на юго-западе Русской платформы. С корами выветривания и другими рыхлыми отложениями данной эпохи на Украинском щите связаны крупные

месторождения никеля, кобальта, железа и марганца, каолина, титана и других полезных ископаемых, возникших в зоне гипергенеза. Повсеместно наблюдается связь между месторождениями и рельефом. В ряде районов (Коростенский плутон и др.) она настолько тесная, что геоморфологические условия формирования месторождений служили предметом специальных детальных исследований при геологопоисковых работах. Результаты этих исследований широко освещены в печати [6, 15, 16, 29, 33 и др.]. Поэтому кратко отметим наиболее важные особенности влияния юрско-раннемелового рельефа на месторождения полезных ископаемых.

С юрско-раннемеловой корой выветривания Украинского щита связан обширный комплекс полезных ископаемых. Установлено, что гипсометрическое положение, степень расчленения юрско-раннемелового рельефа, структурно-геоморфологические особенности отдельных районов во многом предопределили особенности минералогического профиля коры, ее мощность, полноту разложения породообразующих минералов и образование новых.

Наиболее благоприятные условия для формирования коры выветривания полного профиля и большой мощности существовали в пределах относительно приподнятых блоков фундамента, со слабо расчлененным пологоволнистым рельефом. К ним приурочена большая часть остаточных месторождений полезных ископаемых — крупнейшие в Союзе Проснянское и Глуховецкое месторождения первичных каолинов, месторождения силикатных никелевых и никель-кобальтовых руд Среднего Приднестровья и Среднего Побужья, Высокопольское месторождение бокситов и другие. Месторождения этого типа связаны, как правило, с верхней зоной профиля коры выветривания. Поэтому они занимают в основном сильно сглаженные возвышенные участки юрско-раннемелового пенеплена.

В районах месторождений, связанных со средней и особенно нижней зонами профиля коры, главную роль в геоморфологическом контроле распространения месторождений играют такие условия, как степень вертикального расчленения рельефа, густота расположения бывшей речной сети, величины эрозионных врезов и т. д. Именно в условиях расчлененного рельефа происходило формирование многих месторождений вторичных каолинов и огнеупорных глин (Рыжановская депрессия и др.), осадочных месторождений боксита (Смелянское и др.), марганца, ряда залежей бурых железняков Днепропетровской группы месторождений и др. Однако особенно четко это выражается в геоморфологических условиях распространения делювиальных, аллювиальных и аллювиально-озерных россыпей, которые почти повсеместно связаны с расчлененными склонами водоразделов или днищами юрских и раннемеловых речных долин (титаноносные аллювиальные россыпи в погребенных долинах на восточном склоне Коростенского плутона и др.).

Палеогеновая эпоха (среднеэоценовое время) (карта 9)

В палеогеновую континентальную эпоху общий план развития рельефа рассматриваемого региона сохранялся. Это была эпоха преимущественно невысокого стояния суши над приемными бассейнами осадконакопления и, вероятно, замедленного проявления эрозии в областях сноса. Исключением возможно, были районы Донецкого кряжа, Вольно-Подоллии и Карпат. По региону это подтверждается небольшими средними мощностями коррелятных палеорельефу среднеэоценовых отложений порядка 20—30 м на площади в многие сотни квадратных километров, монотонностью их литологического состава и довольно слабой фациальной изменчивости слоев вдоль и вкрест их простираения. В связи с наиболее широким распространением среди толщи палеогена коррелятных рельефу среднеэоценовых отложений

реконструкции рельефа на карте даны применительно к этому возрастному рубежу.

В пределах Украинского щита и Приазовского выступа фундамента основные черты строения палеогенового рельефа мало чем отличались от рельефа предшествовавшей раннемеловой эпохи. Судя по сложному рисунку подошвы сохранившихся фрагментов аллювиальных и озерных среднеэоценовых отложений, на северо-восточном и южном склонах щита продолжала существовать густая сеть речных долин, которая унаследовала местоположение более древних юрско-раннемеловых долин. Однако морфология эоценовых долин претерпела, по-видимому, существенные изменения, направленные в сторону общего выполаживания. В этом убеждают данные о сильном обогащении рыхлых осадков органикой и глинистым материалом при незначительных уклонах погребенных русел (0,5—1 м/км). Вероятно, это было вызвано подтоплением приустьевых участков долин водами среднеэоценового моря, подступавшего к щиту со стороны Днепровско-Донецкой и Причерноморской впадин.

В пределах Днепровско-Донецкой и Причерноморской впадин эволюция рельефа выразилась главным образом в региональном замещении континентальных аккумулятивных равнин прибрежно-морскими, исключая район Конкско-Ялынской впадины. При этом палеогеновые моря, вероятно, абрадируют склоны Украинского щита и Донецкого кряжа. Это подтверждается присутствием хорошо окатанных галечников и протяженных вогнутых уступов в бывшей береговой полосе моря.

Поверхность Волыно-Подольской плиты в среднем эоцене представляла собой скорее всего расчлененную эрозионно-денудационную равнину. Допускают возможность существования в данном регионе густо развитой системы палеогеновых долин, впадавших в флишевый бассейн Карпат (В. Н. Утробин и др., 1977 г.).

Формирование рельефа Крыма и Карпат протекало в весьма своеобразной и существенно различной обстановке. Значительная часть территории Крымского полуострова была подтоплена мелким морем, среди которого возвышались острова и даже довольно обширные массивы низкой слабо расчлененной суши. Контуры участков суши намечаются по зонам выклинивания терригенных среднеэоценовых отложений, а слабое развитие эрозионных процессов в ее пределах — по преобладавшему карбонатному составу осадков в полосе береговой линии моря.

Отложения палеогеновой системы в пределах Украинской части Карпат представлены мощным однородным комплексом флишевых осадков, непосредственно продолжающих разрезы верхнемелового флиша. Это дает основание сделать вывод об интенсивном прогибании большей части данной территории в среднем эоцене. Высокая тектоническая подвижность территории, сопровождавшаяся вулканизмом, стимулировала процесс дальнейшего роста кордильер. По мнению О. С. Вялова (1967 г.) и других исследователей, уже в среднеэоценовое время в флишевом бассейне Карпат существовали все крупные кордильеры — Силезкая, Сандомиро-Добруджинская, Раховская и другие, которые выступали над уровнем морского бассейна в виде архипелага островов.

Главными полезными ископаемыми палеогеновой эпохи являются бурые угли, вторичные каолины, огнеупорные глины. Почти все установленные залежи бурых углей сосредоточены в среднеэоценовых отложениях и располагаются в упомянутых выше озеровидных расширениях речных долин или озерных котловинах (Днепровский буроугольный бассейн). Таким образом, среднеэоценовый возраст месторождений и ведущая роль палеогеоморфологического контроля в их распространении представляются вполне очевидными.

С буроугольными месторождениями сопряжены многие залежи вторичных каолинов и огнеупорных глин. Они приурочены, в основном, к озерно-аллювиальным осадкам бучакского яруса (средний эоцен).

Озерные и озерно-аллювиальные толщи выполняют погребенные понижения типа замкнутых, полузамкнутых котловин или озеровидные расширения в долинах.

Раннемиоценовая эпоха (карта 10)

В конце палеогена — начале неогена на большей части рассматриваемого региона установился континентальный режим. В связи с региональными поднятиями море покинуло территорию Днепровско-Донецкой впадины, значительную часть флишевого бассейна Карпат, и только в равнинном Крыму и северо-западном Приазовье временами продолжал существовать мелководный морской бассейн. В начале неогена наступило общее похолодание в Евразии [39] и в рассматриваемом регионе сложились черты умереннохолодного гумидного климата. Все это создавало общие предпосылки для активного развития процессов эрозии и денудации в позднем олигоцене — раннем миоцене. Реконструкция рельефа на карте дана применительно к раннемиоценовому времени, исходя из данных о распространении коррелятивных отложений этого возраста и возможностей составления палеогеологических карт для областей сноса. По сравнению с другими картами юго-запада Русской платформы эта карта является наиболее провизорной, особенно в части изображения возраста денудационного рельефа.

Намечаются следующие наиболее характерные особенности строения и развития рельефа в раннем миоцене.

Густая сеть олигоцен-раннемиоценовых долин, реконструированных по фрагментам палеодолин, выраженных в современном рельефе и вскрытых бурением аллювиальных отложений, позволяет сделать вывод о глубокой эродированности рельефа в пределах центральной и восточной частей Украинского щита, юго-западной части Воыно-Подольской плиты и некоторых других районах. Одновременно прекратилось формирование кор выветривания, так как умереннохолодные климаты олигоцена и раннего миоцена неспособствовали глубокому минералогическому преобразованию коренных пород, тем более в условиях сильно эродированного рельефа.

Олигоцен-раннемиоценовые долины представляют собой, пожалуй, наиболее примечательную особенность рельефа денудационных равнин. Результаты их изучения различными исследователями [6 и др.] позволяют сделать вывод о значительной протяженности многих долин (до 250 км и более) при относительно небольших глубинах вреза в коренные породы (максимальные врезы до 40—60 м). Вероятно, это были своеобразные протяженные, но пологие долины, развивавшиеся вдоль тектонически ослабленных зон. Установлено, что многие долины унаследуют разломы фундамента или осадочного чехла (А. А. Гойжевский, 1976 г. и др.). Для ряда районов можно определенно говорить и о развитии долинно-балочной эрозионной сети обычного типа. В этих районах отмечается унаследованность развития речной сети и соответствие тем же главным направлениям стока, что были в палеогене и ранее.

Обширная, вероятно, существенно эродированная денудационная равнина располагалась в раннем миоцене на большей части территории Днепровско-Донецкой впадины. От предшествовавшей среднеэоценовой эпохи формирования аккумулятивных равнин в раннем миоцене здесь сохранилось лишь небольшое замкнутое понижение в центральной части впадины, заполнявшееся мелкозернистыми сильноглинистыми гумусированными песками скорее всего озерного генезиса.

Рельеф северо-западной окраины Донецкого кряжа, Северного Причерноморья и Крыма, вероятно, слабо отличался от рельефа среднеэоценовой континентальной эпохи, что видно из сопоставления соответствующих карт (карты 9 и 10). Он восстанавливается по широкому распространению мелкозернистых нижнемиоценовых отложений, более

или менее равномерному распределению их мощности, распространению карстовых полостей под среднемиоценовыми отложениями и другим данным.

Об активном развитии карста в олигоцене — раннем миоцене следует сказать особо. Следы этого процесса в виде воронок, заполненных раннемиоценовыми осадками, и других образований установлены во многих районах распространения карстующихся досреднемиоценовых карбонатных пород — в Волыно-Подольи, Донбассе, Крыму и др., что объясняется, по-видимому, «высоким стоянием» суши в этих районах и гумидными климатами раннего миоцена. Б. Н. Иванов (1965 г.) и другие упомянутые выше исследователи, специально изучавшие проблему палеокарста Украины и Молдавии, считают, что своего максимума карстобразование достигло на рубежах между гелльетом и нижним тортоном, тортоном и сарматом.

Наиболее значительная общая перестройка рельефа произошла в Карпатах. Наличие мощной толщи нижнемиоценовых моласс воротыщинской свиты в Предкарпатье и грубообломочных пород буркаловской свиты в Закарпатье свидетельствует о том, что в раннем миоцене уже существовали Карпатские горы. Их образование обычно связывают с проявлением савско-штирийской фазы альпийского орогенеза. В окружающих Карпаты прогибах продолжали существовать аккумулятивные равнины. Вследствие интенсивных компенсационных прогибаний земной коры здесь господствовали условия мелководных прибрежно-морских лагунных равнин.

Известно, что активный региональный размыв не способствует формированию экзогенных месторождений полезных ископаемых. Вероятно, поэтому олигоцен-раннемиоценовая эпоха формирования рельефа также оказалась «бедной» месторождениями подобного типа. Важное промышленное значение имеют лишь залежи каменной и калийных солей в Предкарпатье (воротыщенская соленосная формация Предкарпатья). Геоморфологический контроль накопления залежей соли выражается в основном в приуроченности ряда крупных залежей к участкам понижений мелководных лагун в береговой полосе раннемиоценового моря.

Среднемиоценовая эпоха (карта 11)

В эту эпоху произошло значительное сокращение площади суши на юго-западе Русской платформы. Континентальные условия сохранялись в складчатых Карпатах и в Горном Крыму, в районах открытого Донбасса, северо-западной части Украинского щита и северо-восточной части Волыно-Подольской плиты. В других районах происходила смена суши и мелководных бассейнов.

Подобная «таласократическая» обстановка формирования рельефа оказала существенное влияние на общий ход развития геоморфологических процессов и сопутствовавших им процессов накопления рыхлого материала и полезных ископаемых во многих районах юго-запада. Рельеф этих районов вследствие широкого распространения коррелятных отложений и высокой степени их изученности бурением в связи с поисками многочисленных полезных ископаемых в среднемиоценовых отложениях восстанавливается достаточно полно и уверенно.

Как видно из карты, составленной для среднемиоценовой эпохи, главную роль в строении аккумулятивного рельефа играли прибрежно-морские равнины, формировавшиеся в обстановке неоднократной и значительной по расстояниям миграции береговой линии моря. Такой тип морфогенеза, как указывалось выше, был характерен для ранневизейской и некоторых других континентальных эпох. В пределах рассматриваемого региона он подтверждается комплексом данных, к которым относится: частое переслаивание в разрезах отложений мелководно-морских, озерно-болотных и аллювиальных фаций (отдельные горизонты косовской и тирасской свит на Волыно-Подольской плите

и др.); существенный перемыв отложений пляжевой фации (полтавская свита в Приднепровье и др.); распространение гряд рифовых известняков (тортонский ярус); своеобразный состав пресноводных и характерных для значительно опресненных бассейнов моллюсков (планорбисы и лимнеи) и др.

Значительная роль в строении аккумулятивного рельефа принадлежала также собственно континентальным равнинам аллювиального и озерно-болотного происхождения, которые располагались в основном в «тылу» прибрежно-морских равнин и постепенно переходили в низкие денудационные равнины. Основными доказательствами преобладающего озерно-болотного генезиса равнин являются многочисленные линзовидные прослои бурых углей и пластичных серых глин в среднемиоценовых отложениях на северном склоне Украинского щита, в юго-восточной части Волыно-Подольской плиты, Конкско-Ялынской впадины и других районах.

Процессы глубокого эрозийного расчленения в среднем миоцене протекали, по-видимому, только в складчатой зоне Карпат. Здесь продолжало существовать и испытывать значительное поднятие горное сооружение. Это подтверждается фактами активного развития вулканизма в то время (присутствие туфов липарит-дацитового состава в отложениях солотвинской, новоселицкой и других свит среднего миоцена), а также грубообломочным составом (конгломераты, валуны, галечники и др.) значительной части разреза среднемиоценовых отложений в Предкарпатском и Закарпатском прогибах.

На остальной территории, судя по строению среднемиоценовых отложений, существовали скорее всего низкие слабо расчлененные денудационные равнины. Во всяком случае, отсутствие следов каких-либо существенных тектонических подвижек Горного Крыма в раннем и среднем миоцене позволяет предположить, что в то время здесь располагалась невысокая суша типа холмогорий. Современное горное сооружение Крыма с абсолютными отметками свыше 1000 м возникло позднее, в основном в среднем плиоцене.

Разнообразие условий формирования аккумулятивных равнин при слабом проявлении денудации послужили, вероятно, одной из главных причин образования в среднемиоценовых отложениях многочисленных месторождений полезных ископаемых различного типа. Этому способствовало и некоторое изменение климатической обстановки в миоцене в сторону потепления, что, вероятно, усиливало процесс и гипергенного преобразования коренных пород в областях сноса.

Среднемиоценовая эпоха развития рельефа оказалась весьма «продуктивной» в отношении образования обширного комплекса экзогенных месторождений полезных ископаемых. Многочисленные россыпи циркониево-титановых минералов, бурый уголь, марганец, вторичные каолины, огнеупорные глины, бентонитовые глины, калийные и каменная соли, самородная сера, гипс, цеолиты, маршалиты, литолого-стратиграфические залежи нефти и газа — вот далеко неполный перечень тех полезных ископаемых, которые в промышленных масштабах установлены в континентальных или прибрежно-морских среднемиоценовых отложениях, распространение которых контролируется рельефом. Поэтому можно сказать, что это была новая (после юрско-раннемеловой) и, вероятно, более значительная по разнообразию форм связи полезных ископаемых с рельефом эпоха континентального развития юго-запада Русской платформы и смежных южных областей.

Горно-промышленная оценка месторождений дается в специальных работах. Поэтому здесь достаточно краткая геолого-геоморфологическая характеристика тех месторождений, в формировании которых влияние рельефа выступает наиболее четко. В первую очередь это относится к россыпям, залежам бурого угля, вторичных каолинов и огнеупорных глин, месторождениям бентонитовых глин, стекольных и формовочных песков. Влияние рельефа имело место и в размещении литолого-структурных залежей газа и нефти в Предкарпатье.

На территории Украины выделяют несколько районов, с промышленным накоплением ценных минералов в среднемиоценовых отложениях — Волинский и Корсунь-Новомирогородский титановый, Приднестровский и Днепроовско-Донецкий циркониево-титановый, Приазовский и Причерноморский редкометалльно-титановый [15].

Все россыпи связаны с отложениями полтавской свиты, пользующейся широким распространением в Днепроовско-Донецкой впадине, на Украинском щите, в Конкско-Ялынской впадине и в Северном Причерноморье. По генезису древнеаккумулятивные (полтавские) равнины могут быть подразделены на аллювиально-озерные, озерные, прибрежно-морские. Та или иная динамическая обстановка формирования рельефа этих равнин играла существенную роль и в накоплении россыпей. Установлено, что наиболее благоприятные условия рельефа в этом отношении складывались в краевых частях приемных мелководных бассейнов (в основном в зоне пляжей), где неоднократный и значительный переувлажнение кварцевых песков полтавской свиты способствовал повышенной концентрации акцессорных минералов — ильменита, рутила, циркона и других.

Среднемиоценовое угленакopление, в промышленных объемах, установлено в пределах Днепроовско-Донецкой впадины и Волино-Подольской плиты. Во впадине оно связано, в основном, с песчано-глинистыми толщами полтавской свиты, которые выполняют пологие озеровидные котловины (компенсационные прогибы) или воронкообразные депрессии над размытыми соляными штоками (карстовый тип залежей). На Волино-Подольской плите залежи угля сосредоточены в песчано-глинистых толщах гельветского и тортонского ярусов (Приднестровский бурouгольный район). Угольные пласты накапливались в локальных понижениях сильно размытой кровли верхнемеловых пород, что в значительной мере предопределило линзовидный характер залежей и высокую зольность углей.

Месторождения вторичных каолинов и огнеупорных глин связаны также с отложениями полтавской свиты, в основном вблизи площадей распространения мощной юрско-раннемеловой коры выветривания. В погребенном рельефе они чаще всего занимают пологие эрозионные (линейные) или озеровидные понижения, что определяет господствующий пластовый тип залежей. Типичным примером линейно-полосовых залежей, связанных с эрозионными формами погребенного рельефа, может служить залежь вторичных каолинов и огнеупорных глин в районе Пологского месторождения (Запорожская область), которая занимает полосу шириной около 5 км, протягивающуюся на 30 км вдоль долины р. Конки.

Отложения полтавской свиты и тортонского яруса являются своеобразными «поставщиками» ряда других полезных ископаемых, в частности крупнейших в Советском Союзе месторождений бентонитовых глин (Черкасское и др.), стекольных и формовочных песков (Новоселицкое и др.). Преобладающий мелкозернистый состав вмещающих пород, «расплывчатая» конфигурация в плане и пластовый тип залежей свидетельствуют о том, что они накапливались скорее всего в условиях слабо расчлененного рельефа, в понижениях типа пологих эрозионных ложбин или в озерных котловинах.

Существенный геоморфологический контроль в распространении газовых и нефтяных месторождений Предкарпатья можно предполагать исходя из особенностей строения отложений косовой свиты в зоне регионального Стебникского надвига. В частности, не исключено, что многие линзообразные «раздувы» песчаных слоев этой свиты, содержащие залежи газа, представляют собой погребенные аккумулятивные формы рельефа береговой зоны (бары, песчаные косы), так как они тесно не связаны с антиклинальными складками или разломами, а состав песков указывает на вполне вероятные прибрежно-морские условия их накопления.

Как крупнейший мегаблок Русской платформы общего северо-западного простираия Воронежская антеклиза наметилась еще в среднем протерозое, а возможно и в позднем архее [35]. Однако основные черты ее современного структурного облика сложились гораздо позднее, скорее всего в позднем палеозое, судя по региональным особенностям распространения и залегания отложений палеозойского (осадочного) структурного комплекса.

В истории геологического развития антеклизы существовал ряд эпох, отмеченных процессами активного формирования различных типов рельефа и осадконакопления в преобладавших континентальных условиях. В настоящее время накоплен уже достаточно обширный фактический материал, позволяющий раскрыть главнейшие особенности этих процессов, особенно в позднем фанерозое. Учитывая это обстоятельство и большое значение Воронежской антеклизы в геологическом развитии Русской платформы, равно как и в образовании ряда важных экзогенных месторождений полезных ископаемых, целесообразно было составить карты для наиболее изученных и интересных в геологическом отношении древних эпох развития рельефа и процессов континентального осадконакопления, а именно: позднепермской, досреднедевонской (раннедевонской), раннефранской, позднефаменской, раннесвишской, доверхнеюрской (триас-среднеюрской), раннемеловой, позднемеловой, среднеплиоценовой (предакчагыльской) и позднемеловой эпох.

Главная региональная особенность методики исследований заключается в широком использовании данных о мощности, вещественном составе и фациальной принадлежности палеозойских и мезозойских отложений при реконструкциях рельефа. С этой целью был составлен ряд крупномасштабных литолого-фациальных карт и профильных геологических разрезов, подвергнутых затем специальному палеогеоморфологическому анализу. В качестве конкретных приемов подобного анализа особо следует выделить реконструкцию генезиса и возраста денудационного рельефа путем всестороннего изучения профилей и стратиграфического положения погребенных кор выветривания, широко развитых на антеклизе, а также изучение подошвы отложений сеноманского яруса, покрывающих эрозионный рельеф на площади широкого распространения аптских отложений (территория КМА и др.).

Лучше всего в пределах Воронежской антеклизы сохранились пенеплены, речные долины и аккумулятивные равнины аллювиально-дельтового, прибрежно-морского и морского происхождения среди форм погребенного рельефа донеогенового возраста; более разнообразный комплекс форм денудационного и аккумулятивного рельефа позднемелового и плиоценового возраста, участвующего в строении современной земной поверхности. Именно для подобных форм рельефа и эпох (см. выше) были достигнуты наиболее достоверные палеогеоморфологические реконструкции.

Раннефранская эпоха (петинское время) (карта 12)

Составленная для этой эпохи карта вырисовывает сложную полигенетическую поверхность на начало петинского времени, которое было избрано для конкретной реконструкции палеорельефа в связи с хорошей изученностью петинских отложений (начало раннефранского века). Могут быть выделены две основные категории рельефа, типичные для петинского времени: обширная денудационная равнина, в том числе с фрагментами древнего пенеплена, занимавшая преимущественно центральные и южные районы Воронежской антеклизы, и обширная полоса денудационно-аккумулятивных и аккумулятивных равнин в ее северной части.

* Раздел составлен при участии А. Д. Савко и В. М. Сташкова.

Возраст основной денудационной равнины определяется как раннефранский, который в ряде районов может быть уточнен временем перерыва между периодами накопления живетских и франских отложений, т. е. равнина возникла в самом начале франского века. Это подтверждается наличием реликтов остаточной коры выветривания, залегающей между живетскими и нижнешигровскими отложениями.

Формированию коры предшествовала крупная перестройка структурного плана рассматриваемой территории, что сопровождалось интенсивными тектоническими движениями и вулканической деятельностью. Вулканы и продукты их извержения известны на юго-востоке антеклизы, детально описаны И. Н. Быковым (1976 г.) и нанесены на карту по его данным. На границе живетского и франского веков эффузивный вулканизм сменился излиянием базальтовых лав мощностью до 70 м. На них обычно развита охристо-глинистая кора выветривания полного профиля, перекрытая континентальными отложениями, содержащими споры и пыльцу петинско-воронежского возраста (ранний франк). В самих базальтах известны ксенолиты известняков, содержащих фауну семилукского возраста (ранний франк). Следовательно, возраст этой коры и фиксированной ею денудационной равнины определяется достаточно строго — перерыв между семилукским и петинским временем. Кроме того, кварц-каолиновая кора выветривания развита на осадочных породах живетского возраста и частично на гранитоидных породах, т. е. формирование этой коры могло происходить в течение всей раннефранской эпохи.

Площадь развития раннефранской денудационной поверхности контролируется тектоническими уступами, отделяющими ее от других форм рельефа. Уступы совпадают с зонами крупных тектонических нарушений, которые выражены как в кристаллическом фундаменте, так и в осадочном чехле, где по ним осуществлялся контроль фациальных условий осадконакопления в течение ряда эпох в фанерозое. Значительная часть материала коры выветривания была снесена на восток и пошла на формирование мамонской толщи, имеющей верхнефранский — фаменский возраст и выполняющей крупную депрессию на юго-востоке антеклизы.

В юго-западной части антеклизы существовал крупный водораздельный массив, в пределах которого располагался главный водораздел, разделявший древние морские бассейны, находившиеся в пределах Подмосковной синеклизы и Днепровско-Донецкой впадины. Поверхность этого массива выработана в кристаллических породах архея и протерозоя. Она представляла собой скорее всего пенеплен, осложненный грядами железистых кварцитов и зажатых в них межрудных сланцев. Гряды железистых кварцитов в силу своей большой устойчивости к процессам эрозии всегда возвышались в рельефе докембрия.

Поверхность денудационной равнины в течение всего раннефранского времени являлась областью сноса для семилукского моря. Здесь песчано-глинистые образования имели кварцево-каолиновый состав. Береговая линия этого моря имела сложную конфигурацию и контролировалась линиями тектонических нарушений северо-западного и северо-восточного направлений. Вблизи нее в ряде случаев обнаруживаются участки, в которых семилукские отложения в значительной мере представлены песчано-глинистыми отложениями дельтового типа. Область распространения этих отложений протягивается параллельно береговой линии моря, имеет сложную конфигурацию с выступами в сторону развития лагунных и морских отложений. Этим выступам, вероятно, соответствовали речные долины на суше, которые, как предполагаемые, показаны на карте.

Дельтовые отложения изучены в обнажениях по р. Дон. Для них характерна быстрая литологическая смена одних пород другими, т. е. сильно проявленная фациальная изменчивость. В нижней части разрезов залегают в основном грубые разнотерные пески с характерной косой слоистостью потокового типа с взаимно срезающимися сериями,

а сверху — алевроиты и каолиновые глины, содержащие многочислен-
ные углефицированные остатки древесины.

Верхняя часть разреза петинских отложений рассматриваемой зо-
ны по фациальным признакам тяготеет к лагунным образованиям, ко-
торые по простираанию сменяют дельтовые. Зона распространения ла-
гунных отложений развита довольно широко и представлена пестро-
цветными глинами, часто каолиновыми, с растительными остатками и
конкрециями сферосидерита. Характерным признаком этих глин явля-
ется наличие остатков лингул, указывающих на застойные условия сре-
ды обитания.

К северу от поля распространения дельтовых отложений развиты
мелководно-морские, которые почти повсеместно однотипны и представ-
лены переслаиванием глин, мергелей, доломитов и известняков. Мер-
гели содержат обломочный материал в виде гальки и гравия, скопле-
ния пирита, остатки панцирных рыб, что в целом подтверждает мелко-
водно-морские условия накопления осадков.

Таким образом, формирование единой по высотам аккумулятивной
раннефранской равнины происходило в сложных полифациальных ус-
ловиях от аллювиально-дельтовых вблизи денудационной равнины до
мелководно-морских в зоне шельфа семилукского моря. Это подтверж-
дает вывод о широком полигенезисе аккумулятивных равнин на Рус-
ской платформе, в том числе в весьма отдаленные геологические эпохи.

С разрушением вулканических пород раннефранской эпохи связа-
но повышенное количество ильменита в отложениях ястребовского го-
ризонта (верхи живетского яруса), при выветривании и размыве кото-
рых на рубеже живетского и франского веков могли формироваться
ильменитсодержащие россыпи.

Позднефаменская эпоха (елецко-данковское время) (карта 13)

Эта эпоха отвечает завершающему этапу девонского осадконакоп-
ления, воздыманию большей части территории Воронежской антеклизы
и формированию региональной денудационной поверхности выравнива-
ния. Морской бассейн сохранялся только в северной части антеклизы,
в то время как южнее располагался обширный континент. Процессы
рельефообразования происходили в условиях аридного климата, о чем
свидетельствует формирование эвапоритовых толщ в заволжское вре-
мя вдоль северной границы Воронежской антеклизы с Московской синек-
лизой. Для этого времени характерно широкое развитие аккумулятив-
ных форм рельефа, сложенных карбонатными толщами, что является
следствием климатических условий. Важную роль играл также текто-
нический фактор, обусловивший впервые в истории антеклизы заложение
крупной эрозионно-структурной депрессии на ее южном склоне, ко-
торая выполнена мощным комплексом терригенных отложений.

В ряде пунктов указанного выше континента установлены остатки
(корни) рифейской коры выветривания [35]. Это наводит на мысль о
вполне вероятном существовании в этих районах отдельных остаточ-
ных массивов позднерифейского пенеппена не только в раннефранскую,
но и в позднефаменскую эпоху. Однако главную роль в денудационном
рельефе континента играла все же более молодая позднефаменская де-
нудационная равнина пластового типа, что следует из фрагментарного
распространения древнейшей коры выветривания, сильного размыва ее
профиля, широкого распространения бронирующих пластов известняка
на плоских денудационных участках погребенного рельефа и парагене-
тической связи континентальных или прибрежно-морских верхнефамен-
ских отложений с денудационной равниной.

В северной части выделяемой денудационной равнины снос обло-
мочного материала был незначительным. Это подтверждается преоб-
ладающим карбонатным составом коррелятных верхнефаменских от-
ложений на границе Воронежской антеклизы с Московской синеклизой.
Но в южном направлении терригенный материал сносился в большем

количестве, о чем свидетельствует мощная (до 200 м) толща терригенных отложений мамонской свиты, выполняющих указанную выше широтную эрозионно-структурную депрессию.

Формирование континентальных отложений мамонской свиты происходило скорее всего за счет размыва раннефранской и более древней кор выветривания, поскольку отложения имеют преобладающий кварц-каолиновый состав, а господствовавший в позднем фаменсе семиаридный климат вряд ли способствовал активному развитию процессов каолинового выветривания. Свита имеет полифациальный состав и включает озерные, аллювиальные, делювиально-пролювиальные отложения.

Переход аллювиально-озерных песчано-каолиновых толщ в нормально морские за пределами юго-восточной части антеклизы осуществляется через дельтовые фации, которые сходны по составу с аллювиальными образованиями, но отличаются от них лучшей сортированностью, мелкозернистостью, наличием тонкоотмученных глин с горизонтальной слоистостью. Во внешней части дельты среди каолиново-кварцевых пород появляются известняки, количество которых быстро нарастает к востоку. Одновременно происходит выклинивание песков и алевролитов, что приводит к резкому преобладанию в терригенной части разреза глин. К северо-востоку верхнефранские и фаменские отложения представлены уже мелководно-морскими и прибрежно-морскими фациями.

Таким образом, обширное аккумулятивное днище широтной «мамонской» эрозионно-тектонической депрессии имеет полигенетическое происхождение, а его формирование, вероятно, было связано с постепенным перемещением рыхлых продуктов выветривания вдоль днища с запада на восток, в сторону приемного морского бассейна. Такое региональное направление транзита обломочного материала намечается методом восстановления преобладавших уклонов земной поверхности [31]. Уклоны оказались довольно значительными, порядка 3—3,5 м/км, и по ним можно судить о заметном повышении поверхности депрессии и окружающих ее пространств к юго-западу, где намечается линия главного водораздела. В сторону водораздела, к верховьям депрессии, наблюдается постепенное выклинивание мощности пролювиально-делювиальных отложений мамонской свиты. Другой район широкого развития аккумулятивных равнин существовал в северной и северо-восточной части антеклизы. По преобладающему составу сохранившихся здесь верхнефаменских отложений выделяются прибрежно-морские и мелководно-морские (шельфовые) равнины.

Допозднеюрская эпоха (триас-среднеюрское время) (карта 14)

Юрскому осадконакоплению на территории Воронежской антеклизы предшествовало длительное воздымание, вызвавшее глубокий размыв девонских и каменноугольных отложений. Была сформирована довольно густая сеть речных долин, унаследованно развивавшихся с триаса до средней юры [50]. Важную роль в формировании рельефа сыграли также длительно развивавшиеся движения в зонах разломов. Это привело к образованию рельефа, время формирования которого укладывается в весьма длительный этап континентального развития (триас — средняя юра). Таким образом, составленная карта существенно отличается от охарактеризованной выше карты ранне-среднеюрской эпохи развития рельефа центральных и восточных областей Русской плиты (карта 7) прежде всего по большей длительности этапа развития показанных на ней форм рельефа. Для территории Воронежской антеклизы это удалось сделать в связи с наличием большего количества данных бурения и достаточно высокой степенью геологической изученности региона.

В конце выделяемой эпохи на территории Воронежской антеклизы преобладал скорее всего слабо расчлененный равнинный рельеф. Результаты изучения денудационно-аккумулятивной поверхности, погреб-

бенной под морскими верхнеюрскими отложениями, позволяют выделить в ее составе обширные площади равнин различного генезиса: эрозионно-денудационные, аллювиальные и озерно-болотные, прибрежно-морские и подводные мелководно-морские равнины.

Эрозионно-денудационная равнина занимала всю центральную и северную часть территории антеклизы. В предкелловейское время она представляла собой, вероятно, наиболее приподнятую часть антеклизы, откуда осуществлялся снос обломочного материала в сторону Днепровско-Донецкой впадины, внешний контур которой дан приблизительно по палеоизогипсе 200 м. Поверхность эрозионно-денудационной равнины выработана преимущественно в карбонатных породах верхнего девона, на которых широко развиты карстовые формы. На северном склоне антеклизы в пределах Липецкой, Орловской и Тульской областей она фиксируется по продуктам переотложения коры выветривания карбонатных пород.

Характерными элементами рельефа выделяемой равнины являются довольно глубокие долины, приуроченные, как правило, к зонам тектонических нарушений. На юго-западном склоне антеклизы они разделены широкими уплощенными водоразделами. Относительные превышения водоразделов над тальвегами наиболее глубоких долин достигали, вероятно, 90—100 м. В северо-восточной части антеклизы долины имеют восточное и северное направления. Наиболее крупная из них начинается в зоне Тамбовско-Борисоглебских поднятий, протягивается на восток и у г. Кирсанова поворачивает на юго-восток. Особенно своеобразны очертания досреднеюрских долин у сочленения северо-восточного склона Воронежской антеклизы с Рязано-Саратовским прогибом, где они имеют обычно небольшую длину (до 50—70 км) при ширине 10—15 км.

Аккумулятивные равнины формировались преимущественно на северном и восточном склонах Воронежской антеклизы. Аллювиальный или озерно-болотный генезис этих равнин в юго-западной части антеклизы устанавливается по широкому распространению комплекса рыхлых отложений верхнебатского подъяруса, для которых характерны резкие изменения содержания основных гранулометрических фракций по разрезу песчаных слоев, что свидетельствует о существенных сменах одного гидродинамического режима другим и типично для речных отложений. Отличительной чертой болотных образований является отсутствие в глинах песчано-алевритовых примесей и наличие вертикально расположенных обуглившихся стеблей растений. В минеральном составе глин преобладает каолинит.

Низкая равнина, на которой накапливались аллювиальные косо-слоистые кварцевые пески и глинистые алевриты, формировались также на восточном склоне антеклизы. В отложениях установлены растительный детрит и линзы бурого угля, что указывает на возможное широкое распространение озер и болот в этом районе.

Аллювиальная равнина замещается прибрежно-морской. Ее северо-восточная граница контролируется зоной выхода на предмезозойскую поверхность пород докембрия, где наблюдаются неглубокие замкнутые понижения (Обоянское и др.), выполненные отложениями батского яруса. Кроме того, отчетливо вырисовываются продолжения долин, приуроченные к разломам субмеридионального и северо-восточного направлений. Рассматриваемая равнина являлась береговой зоной всех среднеюрских трансгрессий. Береговые линии морей имели извилистый характер, обусловленный эрозионной деятельностью речных потоков. Хорошо выраженные дельты указывают на значительный вынос обломочного материала происходившего на фоне медленного опускания. На этой равнине широко развиты прибрежно-морские отложения, представленные преимущественно мелкозернистыми песками с характерной волнистой («прибрежно-морской») слоистостью.

В течение почти всего среднеюрского времени в крайней юго-западной части антеклизы существовал мелководно-морской бассейн нор-

мальной солености. Отложения этого бассейна представлены преимущественно глинами, иногда в разной степени песчаными и алевроитистыми. Часто встречаются обломки и отпечатки раковин пелеципод и аммонитов. По сравнению с глинами континентальных и прибрежно-морских фаций количество каолинита уменьшается до 40—50 %, эпизодически отмечаются монтмориллонит и хлорит.

Регрессия моря в конце батского века привела к частичному размыву среднеюрских отложений. Но этот размыв, вероятно, был незначительным, так как анализ карт палеорельефа и палеопрофилей показывает, что участки, где отложения батского яруса отсутствуют, в течение всей средней юры представляли собой довольно высокие возвышенности, на которых не происходило осадконакопления.

Из полезных ископаемых, на которые перспективны среднеюрские отложения Воронежской антеклизы, прежде всего следует отметить месторождения бурых железняков в пределах Липецкой, Орловской и Тульской областей. Руды связаны с продуктами переотложения коры выветривания карбонатных пород («рудный горизонт»). Они залегают на различных по возрасту карбонатных породах девона, от которых в большинстве случаев отделяются глинами. На некоторых участках наблюдается замещение известняков бурыми железняками. Залегание железных руд подчинено первичному эрозионно-карстовому рельефу поверхности известняков.

Полагают, что образование бурых железняков как остаточных продуктов выщелачивания известняков, содержащих жеоды бурого железняка и кремней (в карстовых полостях на платообразных участках палеорельефа), происходило во время весьма длительного континентального перерыва, еще со среднего карбона (Л. В. Пустовалов, 1933 г.). Однако, учитывая высокую интенсивность процессов денудации в послекаменноугольное время, а также невозможность мощного корообразования в перми, нижнем и среднем триасе ввиду господства аридных условий, этот интервал можно ограничить позднетриасовым-раннеюрским временем.

Следует отметить повышенные концентрации титано-циркониевых минералов в прибрежно-морских отложениях верхнебатского подъяруса, а также глин озерно-болотных фаций этого возраста в северо-восточной части антеклизы, которые могут быть использованы как огнеупорное и керамическое сырье.

Раннемеловая эпоха (среднеаптское время) (карта 15)

В раннемеловую эпоху на обширной территории Воронежской антеклизы происходило интенсивное накопление аллювиальных и озерно-болотных отложений аптского яруса. Поэтому аптский век выбран в качестве узкого возрастного интервала для реконструкции конкретных форм рельефа. Для познания процесса развития рельефа в течение всего континентального перерыва производились реконструкции рельефа на различные моменты образования аптской толщи, с использованием данных по скважинам. За нулевую поверхность была принята хорошо выраженная подошва альбских отложений, представляющая собой выровненную поверхность мелководно-морской равнины. На основе карты рельефа поверхности доаптских отложений были построены палеогеографические и палеогеоморфологические схемы на отдельные моменты аптского времени.

Данные по анализу погребенного рельефа, мощностей и литофаций аптских отложений позволяют выделить следующие формы рельефа, характерные для раннемеловой эпохи: 1 — эрозионно-денудационная равнина, 2 — верховья наземной дельты, 3 — внешняя часть наземной дельты, 4 — авандельта, 5 — мелководно-морская равнина.

Эрозионно-денудационная равнина сформировалась в результате значительного и контрастного поднятия Воронежской антеклизы в конце баррема — начале апта, приведшего к образованию возвышенного и

достаточно расчлененного рельефа суши. В это же время сформировалась и сеть эрозионно-тектонических долин, протягивающихся с юга и юго-запада на север и северо-восток. Длительность этого континентального перерыва составляет не более 1—2 млн. лет. В юго-западной части антеклизы (с. Ракитское Белгородской области) выявлена пестроокрашенная кора выветривания предположительно аптского возраста, развитая на неокомских породах.

Верховья наземной дельты располагаются севернее эрозионно-денудационной равнины и примыкают к Павловскому выступу кристаллического докембрийского фундамента. Анализ карт рельефа подошвы аптских отложений и структурно-геологических данных выявляет сложный эрозионно-тектонический рельеф рассматриваемой территории в предаптское время. К началу апта она представляла собой равнину с довольно хорошо выраженными долинами преимущественно северного и северо-восточного направлений с глубиной вреза порядка 20—25 м.

К руслам древних долин, в том числе унаследующих разломы, приурочены отложения нижней толщи разнородных косослоистых песков, являющихся типично речными образованиями. По направлению с юга на север средние размеры зерен уменьшаются, а сортировка улучшается, что указывает на преобладавшее северное направление стока.

В верховье дельты рядом скважин вскрыты преимущественно мелкозернистые пески с тонкими прослоями глин. Приуроченность этих образований к повышенным участкам доаптского рельефа, разделявших древние долины и в течение почти всего аптского времени остававшихся сушей, позволяет рассматривать их как отложения субаэральной дельтовой равнины.

Внешняя часть наземной дельты выдается далеко на север, достигая широты г. Мичуринска. В этой зоне выделяется два типа разрезов аптских отложений. Нижняя часть разреза представлена гравийными и разнородными косослоистыми речными песками, плохо сортированными, с однонаправленной косой слоистостью, ориентированной на север и северо-восток. Верхняя часть разреза аптских отложений представлена тонко- и мелкозернистыми кварцевыми хорошо отсортированными песками с разнонаправленной слоистостью, местами сцементированными до сахаровидного песчаника.

Для авандельты характерно трехчленное строение разреза аптских отложений. Образование этой толщи происходило в различных фациальных обстановках, в условиях начавшейся морской трансгрессии аптского века. Наряду с типично континентальными образованиями (см. выше) появляются и переходные к морским. Такие условия характерны для авандельты и ее смыкания с надводной частью дельты.

Мелководно-морская аккумулятивная равнина занимает северную часть антеклизы. Отложения этой зоны представлены кварцевыми слабослюдистыми песками, преимущественно тонко- и мелкозернистыми, среди которых встречаются и более крупные зерна кварца. Морской бассейн располагался на территории восточной части Тамбовской и северо-восточной части Липецкой областей.

Таким образом, в аптское время происходила последовательная смена фациальных условий от континентальных до мелководноморских с последовательным расширением зон переходных дельтовых и дельтово-морских и прибрежно-морских с востока на запад и с севера на юг. Можно говорить об обширнейшей раннемеловой дельте.

Главной областью сноса рыхлого материала, поступавшего в район дельты, по мнению Н. П. Хожайнова (1979 г.), была сводовая часть Воронежской антеклизы, Павловский выступ и площади, расположенные южнее этого выступа. Основным поставщиком обломочного материала являлись палеозойские осадочные породы, особенно мамонская и другие толщи девона.

С отложениями аптского яруса связаны различные полезные ископаемые, среди которых разведаны залежи огнеупорных каолиновых глин (Крушанское и Латненское месторождения) и россыпи титано-

циркониевых минералов; намечаются перспективы поисков керамических глин и различных строительных материалов.

Условия залегания огнеупорных глин и россыпей показывают, что их образование происходило под непосредственным воздействием процессов формирования раннемеловой дельты. Огнеупорные глины накапливались на приподнятых участках рельефа во время прохождения паводков, которые в условиях тропических и субтропических климатов раннего мела были, вероятно, весьма значительными.

Накопление повышенных концентраций титано-циркониевых минералов происходило скорее всего в зоне активного формирования авандельты (прибрежно-морские россыпи). Пески, с которыми связаны эти концентрации, характеризуются разнонаправленной или попеременно-разнонаправленной слоистостью (волноприбойная зона), а также весьма своеобразной, так называемой пачечной и мультяшной слоистостью, типичной для зоны волнения и течений на подводном склоне дельты.

Позднемиоценовая эпоха (карта 16)

После обширных меловых трангрессий в конце позднего мела (датский век) на значительной части территории Воронежской антеклизы вновь наступил континентальный режим. Этот перерыв был нарушен мелководными трангрессиями палеогенового и полтавского (поздний миоцен) морей, затронувших, однако, не всю территорию антеклизы. Именно к миоцену, вероятно к среднему, судя по распространению аллювиальных отложений ламкинской серии, должен быть отнесен первоначальный период формирования наиболее крупных элементов современного рельефа, таких как Среднерусская возвышенность, Окско-Донская низменность и др. Учитывая, однако, крайнюю фрагментарность распространения ламкинских слоев и четкую фиксацию в современном рельефе полтавской поверхности выравнивания, реконструкция рельефа на карте дана в основном применительно к позднемиоценовому времени.

На территории антеклизы в то время сложились две главные категории рельефа: эрозионно-денудационного и аккумулятивного (лиманно-морского). Эрозионно-денудационный рельеф был развит, в основном, в пределах Среднерусской и Калачской возвышенностей, которые в миоцене, по-видимому, еще не были разделены крупной речной долиной, и, очевидно, соединялись водораздельным пространством к юго-востоку от г. Воронежа. Это была невысокая и еще слабо расчлененная поверхность, полого наклоненная к югу, в пределах которой уже намечались русла основных речных систем — верховья современных рек Оки, Сейма, Северского Донца, Оскола, Сосны и Верхнего Дона и других, получивших в дальнейшем более активное развитие в плиоцене. Палеогеографические реконструкции указывают на существенные различия в рисунке древней и современной речной сети. Они выражались в раздельном существовании палео-Верхнего Дона с притоками, впадавшего в горелкинский лиман полтавского моря на широте г. Усмани, и изолированного отрезка палео-Среднего Дона от г. Воронежа до впадения его в тот же лиман в районе устья р. Хопер.

Наиболее высокая часть антеклизы располагалась в области современного водораздела рек Оки и Сосны, где в то время уже существовала наиболее древняя из сохранившихся в современном рельефе — мел-палеогеновая поверхность выравнивания. Время ее формирования соответствует длительному перерыву, охватывающему весь палеоген и, видимо, поздний мел, так как соответствующие морские бассейны располагались южнее рассматриваемого района.

Более низкая раннемиоценовая (шапкинская) поверхность выравнивания, выделенная Г. И. Раскатовым (1969 г.), образовывала плоские вершины водораздельных пространств. До широты Курска — Воронежа она была сложена маломощным аллювием шапкинской свиты

(нижний миоцен), залегающим непосредственно на полтавских отложениях; севернее располагался денудационный участок поверхности.

Позднемиоценовая эрозионно-денудационная поверхность возникла вдоль долин за счет активной боковой эрозии рек и склоновых процессов в связи с имевшим место подтоплением речных долин трансгрессировавшим полтавским морем. Так же как и более высокие денудационные поверхности, она отчетливо выражена в современном рельефе, а ее отдельные участки смыкаются с неогеновым (поздний миоцен?) аллювием, сохранившимся на склонах крупных речных долин.

Таким образом, наиболее характерная особенность денудационного рельефа позднемиоценового времени заключалась в крупной ступенчатости междуречных пространств с выделением ступеней различного возраста. Ступени рассекались речными долинами. Отмеченные особенности рельефа реконструируются по размытой кровле дочетвертичных пород, законсервированной плиоценовым элювием, и поэтому представляются вполне достоверными.

Аккумулятивный рельеф был широко развит в восточной части Окско-Донской низменности, где накапливались лиманно-морские отложения горелкинской свиты (в основном нижний миоцен). По миоценовой долине этот лиман распространялся к северу до широты г. Моршанска и после своего отступления оставил плоскую, слабо вогнутую в центре поверхность, сложенную в осевой части лимана глинами и алевроитами, а по периферии — алевроитами и песками. Повсеместно на поверхности осушенного лимана были развиты пестроокрашенные элювиальные глины, в том числе с высоким содержанием щелочноземельного монтмориллонита. Сохранившиеся фрагменты этих отложений могут быть использованы в качестве бентонитовых глин, а также как сырье на минеральные краски. Прибрежные фации лимана представляют интерес для поисков ильменит-циркониевых россыпей, которые здесь могли сформироваться за счет перемыва богатых этими минералами сеноманских и альбских отложений. С низами горелкинской свиты связаны также залежи вулканического пепла липаритового состава.

Позднеплиоценовая эпоха (карта 17)

Развитие территории Воронежской антеклизы в плиоцене было отмечено прогрессивно нарастающим расчленением рельефа, последовавшим после относительной стабилизации тектонических движений и преобладавшего выравнивания рельефа в позднем миоцене. Особенно значительными были среднеплиоценовые поднятия. Основные формы рельефа этого возраста рассматриваются при описании сводной карты для всей территории Европейской части СССР и Кавказа (см. карту 22). Формирование рельефа Воронежской антеклизы в позднем плиоцене было тесно связано с развитием густо разветвленной речной системы, принадлежавшей бассейну палео-Дона в его современном среднем течении. По всем данным, это был крупнейший водный поток в Восточной Европе, истоки которого лежали где-то севернее г. Москвы. Он играл главную роль в сбросе поверхностных вод из центральных районов Русской плиты, что указывает на целесообразность специального рассмотрения позднеплиоценовой эпохи формирования рельефа.

Отложения выделяемого палеопотока известны под названием кривоборской свиты. Она состоит из трех основных комплексов аллювиальных отложений, получивших наименование так называемых урывского (куялык, низы верхнего плиоцена), белогорского (верхний акчагыл) и яманского (апшерон) горизонтов. В отличие от урывского белогорский и яманский аллювий имеют все признаки констративного накопления, причем последний также и признаки перигляциального литогенеза.

Сравнение положения древнего аллювия с уровнем аллювия современного Дона показывает, что в урывское и в конце белогорского времени урез палео-Дона и соответственно высоты территории были

близки к современным. Более высокий уровень аккумуляции яманского аллювия говорит о некотором погружении территории в апшеронское время.

В позднем плиоцене, в основном, завершалось формирование Окско-Донской впадины, являющейся крупной структурно-эрозионной депрессией на северо-восточном склоне Воронежской антеклизы. К ранее выработанным трем ступеням рельефа водораздельных пространств добавилась четвертая эрозионно-денудационная поверхность — педимент, выработанный в основании склонов и обязанный своим формированием значительному повышению базиса эрозии в позднем акчагыле и апшероне.

Обширное понижение существовало в центральной части Окско-Донской впадины. На плоских сглаженных водоразделах накапливались красно-бурые суглинки и глины, составляющие характерный «покровный» горизонт элювия в верхней глинистой части разрезов горелкинской и усманской свит.

Другая обширная область плиоценового аккумулятивного рельефа — кривоборская аллювиальная равнина протягивалась вдоль крайней западной и южной границы Окско-Донской впадины, в соответствии с направлением основной плиоценовой долины. Бассейн кривоборской реки в позднем плиоцене охватывал громадную территорию, включая современные бассейны Оки и Верхней Волги и поэтому ее долина имеет внушительные размеры, изменяясь в ширине от 15 до 55 км. В итоге палеогеографических реконструкций воссоздается облик мощной, но относительно спокойной палеореки, по полноводности напоминавшей или превосходившей современную Волгу.

Притоки основной кривоборской долины были более консервативными, особенно во внеледниковой области, и за немногими исключениями сейчас сохраняют свое прежнее положение. Большинство мелких речных долин непосредственно или через Северский Донец, Оку и Дон соединялись с кривоборской палеодолиной, которую не везде можно отождествлять с палео-Доном.

С позднеплиоценовым аллювием связан ряд полезных ископаемых, перспективы использования которых еще до конца не выяснены. Наиболее известны месторождения и проявление кварцевых песков на юге Липецкой области, пригодных для использования в качестве стекольных и формовочных. В ряде пунктов эти же пески используются как строительные, имеющие местное значение. Во всех случаях представляют интерес залегающие неглубоко кварцевые пески яманской свиты, принадлежащие аллювию основной долины, в особенности ее осевой или западной части, приуроченные к структурно-приподнятым зонам и тесно связанные с питающей провинцией — аптскими песками. Именно в этих случаях локализуются хорошо промытые и сортированные пески с достаточно большими размерами залежей.

Прикаспийская впадина *

Основные закономерности строения и формирования рельефа Прикаспийской впадины, существовавшего в различные континентальные эпохи мезозоя и кайнозоя, служили предметом неоднократных исследований главным образом в связи с разработкой методики палеогеоморфологического анализа применительно к изучению нефтегазоносных территорий. Результаты этих исследований освещались в печати [13, 31]. Поэтому в настоящем разделе пояснительного текста к атласу целесообразно ограничиться общими характеристиками эпох наиболее активного рельефообразования, а именно: раннеюрской (включая рэтский век), среднеюрской, раннемеловой (предсеноманское время) и олигоцен-миоценовой. Характеристика более молодой среднеплиоценовой эпохи развития рельефа, также получившей широкое распространение

* Раздел составлен при участии Г. В. Саввиновой и С. О. Чертовой.

в Прикаспии, дана при описании сводной карты Европейской части СССР и Кавказа (карта 22).

При составлении указанных карт был применен комплекс геологических и геофизических методов реконструкции погребенного рельефа, указанный в первом разделе настоящей записки, с учетом региональных особенностей строения Прикаспийской впадины. В анализ вовлекались данные многочисленных скважин и естественных разрезов, что в итоге и определило достаточно высокую степень достоверности выделяемых здесь основных форм палеорельефа.

Раннеюрская эпоха (включая рэтский век) (карта 18)

Составленная для этой эпохи карта отражает характер строения рельефа, существовавшего на рубеже триасового и юрского периодов, т. е. в основном в рэт-лейасовое время. К границе триаса и юры в большинстве скважин и разрезов приурочена четко выраженная поверхность углового, стратиграфического несогласия. С этой же границей связано изменение направленности и интенсивности тектонических и геоморфологических процессов. Отмечается изменение регионального наклона территории. В этот этап развития произошла окончательная гумидизация климата, некоторые черты которой проявились уже в позднетриасовую эпоху.

Для восстановления рельефа изучались разрезы скважин, вскрывшие поверхность несогласия на границе юры и триаса. А. А. Шаля и В. С. Журавлев сделали важный для палеогеоморфологических реконструкций вывод о разновозрастности нижней базальной пачки юры, перекрывшей поверхность несогласия [31]. Если в восточной и юго-восточной частях Прикаспийской впадины эта пачка имеет нижнеюрский возраст, то в центральной и западной части она датируется верхним байосом. Учет этих данных позволил реконструировать структурные и скульптурные особенности рельефа.

В пределах изученной территории четко выделились две основные морфогенетические группы. В северо-западной части территории были развиты различные морфогенетические типы денудационного рельефа (низкие горы, плато, денудационные равнины). В то же время на юго-востоке Прикаспия, исключая Мугоджары и Южно-Эмбенское поднятие, преобладали различные типы аккумулятивных равнин (пролювиальных, аллювиальных, дельтовых, озерных).

Для восстановления аккумулятивных форм рельефа, изучался характер распределения мощностей и литологического состава коррелятных рельефу нижнеюрских отложений. Их мощности изменяются на исследованной территории от 0 до 125 м с северо-востока на юг-юго-запад, отражая региональный наклон территории. Распределение мощностей нижнеюрской толщи отразило общие структурные особенности территории, а литологический состав ее базальной части зависел от положения отдельных крупных элементов рельефа: долин, русел водотоков, озерных понижений, дельт и т. п.

Как видно из карты, наиболее четко прослеживается долина палео-Эмбы, берущая начало в предгорьях Мугоджар. Она протягивается в юго-западном направлении и заканчивается обширной дельтовой областью. Долина палео-Эмбы выделяется по резкому градиенту мощностей нижнеюрских отложений на ее бортах (от 100—125 м в долине до 50 м на окружающих водоразделах), а также по составу нижнеюрской толщи, и в первую очередь ее базальной пачки. В долине толща представлена преимущественно песчаным материалом с включениями гальки из кварца, кремня и других пород, выносимых рекой с Мугоджар. Разгрузка песчано-галечникового материала происходила в дельтовой области (Южная Эмба).

В пределах водораздельных пространств в составе нижнеюрских отложений отмечается чередование песчаных, алевроитовых и глинистых прослоев в различных количественных соотношениях в зависимо-

сти от морфологических условий, что свидетельствует о слабой расчлененности рельефа.

Восстановление палеогеоморфологических особенностей западной части территории Прикаспийской впадины, представлявшей собой на протяжении всей рассматриваемой эпохи обширную денудационную равнину, основывалось на изучении возраста захоронивших ее отложений. Эта денудационная поверхность формировалась длительное время. Постепенный характер ее захоронения подчеркивает структурные и скульптурные особенности рельефа. Фактической основой для палеогеоморфологических реконструкций в этом регионе послужили результаты расчленения на пачки разрезов верхнебайосских отложений, захоронивших денудационную поверхность, а также установление границ их площадного распространения.

На основании этих исследований М. В. Проничевой и П. И. Жернаковым была составлена карта восстановленного рельефа денудационной поверхности также для северной части Прикаспия [31]. Согласно этим данным, территория имела общий наклон к югу. Примерно на широте г. Новоузенска по линии выклинивания нижних пачек верхнебайосского подъяруса намечается существование бортового уступа, отделявшего приподнятую часть Русской плиты от Прикаспийской впадины. Высота бортового уступа в районе Новоузенска достигала порядка сотни метров и постепенно увеличивалась в западном направлении.

Денудационная равнина характеризовалась различными гипсометрическими уровнями, а соответственно и разновозрастным рельефом. Наиболее древним уровнем является высокая денудационная равнина Пугачевской возвышенности, имевшая вид плато. Региональным уступом оно отделялось от более низкой наклонной денудационной равнины, что косвенно указывает на более древний, возможно палеозойский, возраст поверхности погребенного плато.

Расположенная ниже денудационная равнина, судя по изменению мощностей базальной пачки верхнебайосского подъяруса, имела незначительный уклон к юго-востоку и была слабо расчленена. Судя по сходству высот и состава рыхлых отложений, коррелятных денудационным участкам погребенного рельефа, она была сопряжена с аллювиально-дельтовыми равнинами бассейна Южной Эмбы, что указывает на вполне вероятный триас-раннеюрский возраст выделяемой денудационной равнины.

С толщей нижнеюрских отложений, коррелятных восстановленному палеорельефу, во многих пунктах связаны угли и нефтепроявления в скважинах (примазки нефти в керне), однако крупные нефтяные залежи не имеют широкого распространения. Они встречены на отдельных куполах восточной прибортовой части Прикаспийской впадины (Кенкиак, Акжар, Копа, Каратюбе, Джаксымай). Залежи связаны с базальной частью нижнеюрских отложений и приурочены к пониженным участкам рельефа в триасовой толще. В частности, детальный анализ палеогеоморфологических условий формирования месторождений Кенкиак — Шенгелъский нефтеносного района в бассейне среднего течения р. Эмбы [31] показал, что наиболее благоприятная обстановка для образования залежей нефти в раннеюрское время существовала в долинах палео-Эмбы и ее притоков, в которых накапливались высокопористые и высокопроницаемые аллювиальные толщи.

В условиях слабо расчлененного рельефа междуречных пространств происходило накопление преимущественно дельтавиальных или озерно-болотных слабопроницаемых глинистых толщ неблагоприятных для образования залежей. Поэтому не без основания считают, что в Прикаспийской впадине природный резервуар нижнеюрских отложений представлен аллювиальными толщами, а распространение сколько-нибудь значительных залежей нефти и газа контролируется погребенными долинами, выработанными еще в раннем и, возможно, среднем триасе [31].

Своеобразную загадку представляет собой причина полной «стерильности» нижеюрской аллювиально-дельтовой толщи в районе Южной Эмбы, где вся нефтеносность сосредоточена выше по разрезу, в толще средней юры. Причина этого явления достоверно не установлена. В соответствии с одной из точек зрения [31], этот факт объясняется сильной промытостью песчано-галечниковой толщи инфильтрационными водами.

Среднеюрская эпоха (карта 19)

Начавшийся в Прикаспийской впадине в позднем триасе — ранней юре процесс активного формирования аккумулятивных равнин получил дальнейшее развитие в средней юре. Однако эта эпоха развития рельефа и осадконакопления заметно отличалась от предыдущей триас-раннеюрской эпохи по плану расположения многих крупных форм рельефа, особенностям процессов осадконакопления и распространению полезных ископаемых.

Западная половина Прикаспийской впадины в среднеюрское время ушла под уровень моря. В восточной половине впадины вместо аллювиальных песчано-глинистых равнин получили широкое развитие процессы формирования очень низких прибрежно-морских равнин, временами заливавшихся морем и сложенных преимущественно глинистыми, глинисто-карбонатными осадками.

Таким образом, среднеюрская эпоха была отмечена более низким «стоянием» суши по отношению к береговой линии моря. Это имело место главным образом в области дельты палео-Эмбы и в западной части Прикаспийской впадины, вблизи среднеюрского морского бассейна.

Наметившаяся в ранней юре субмеридиональная (юго-западная) зональность расположения аккумулятивных равнин различного генезиса в средней юре получила еще более четкое выражение. Из карты видна следующая последовательность в расположении этих равнин при движении от Мугоджар в юго-западном направлении в сторону г. Гурьева: пролювиальные равнины, формировавшиеся у подножья Мугоджар, постепенно переходила в озерно-болотные, которые в свою очередь замещались прибрежно-морскими равнинами, а последние — обширной дельтовой равниной, существовавшей в районе г. Гурьева и нижнем течении р. Эмбы. В указанном направлении происходило общее плавное снижение рельефа.

Большую часть территории занимала пологонаклоненная прибрежно-морская равнина. Мощность среднеюрских отложений в ее пределах изменяется от 50 до 100 м. По резко повышенным значениям мощностей отложений устанавливается существование палеодолин вблизи современной долины Эмбы и Сагиза с дельтой в районе Южной Эмбы; к этим же полосам приурочены типично аллювиальные осадки (пески, грубозернистые местаи косослоистые с кварцевой галькой и гравием).

Увеличение мощности среднеюрских отложений по побережью современного Каспия и северной его акватории позволяет предполагать, что здесь была расположена обширная зона дельт. Среднеюрские отложения этой зоны представлены осадками, близкими к фациям дельт, опресненных лагун, озер и болот, и нефть иногда встречается в песчаных линзах, расположенных в виде узких извилистых образований, напоминающих дельтовые протоки.

В среднеюрских отложениях установлены многочисленные нефтепроявления, вплоть до образований промышленных залежей нефти, а также залежи бурых углей. Формирование месторождений этих полезных ископаемых было тесно связано с влиянием рельефа на процессы накопления и состав вмещающих отложений. Намечаются региональная и локальная формы зависимости между полезными ископаемыми, погребенным рельефом и характером строения вмещающих отложений. В региональном плане она выражается в приуроченности многих месторождений нефти к дельтовой равнине (к нижней части разреза пре-

имущественно песчаных среднеюрских отложений, а также к палеодолинам), тогда как залежи углей больше тяготеют к озерно-болотным понижениям на поверхности древнеаккумулятивных равнин и соляных куполов.

Механизм конкретного воздействия различных отдельных элементов рельефа на формирование пород коллекторов и распространение нефтеносности в юрских отложениях в сравнительном историко-геологическом аспекте детально проанализирован М. В. Проницовой [31] на примере многих солянокупольных поднятий Актюбинского Приуралья и района Южной Эмбы (куполов Кенкияк, Кок-Жиде, Шубаркудук и многие другие).

Установлено, что палеодолины Эмбы, Сагиза и их крупных притоков, вследствие накопления в них песчаных аллювиальных толщ с благоприятными коллекторскими свойствами, служили основным резервуаром для промышленных скоплений нефти и газа. При этом наиболее благоприятные геоморфологические условия существовали в среднеюрскую эпоху, когда процессы развития речной сети и накопления аллювиальных коллекторов протекали наиболее активно. В то же время на водоразделах, в условиях менее расчлененного рельефа, происходило формирование преимущественно слабо проницаемых глинисто-алевритистых толщ делювиального, пролювиального, озерного и других генетических типов. Поэтому данные элементы рельефа сыграли негативную роль в образовании литолого-структурных ловушек нефти и газа.

Раннемеловая эпоха (предсеноманское время) (карта 20)

Основная задача при составлении данной карты заключалась в реконструкции рельефа поверхности регионального предсеноманского — предсантонского несогласия. Это был длительный перерыв на границе раннего и позднего мела, соответствовавший в основном альбскому веку. В середине альбского века море отступило в западные районы Прикаспийской впадины. В позднеальбское время на значительной площади рассматриваемого региона произошло накопление достаточно мощной толщи терригенных осадков, принесенных с Южного Урала и Мугоджар [51]. Начиная с сеномана и особенно в сантоне море вновь трансгрессировало в восточную часть Прикаспийской впадины.

Таким образом, в конце раннего мела территория восточной части Прикаспийской впадины подвергалась широкому воздействию рельефообразующих процессов, протекавших в преобладавшей континентальной обстановке. Однако выбор данной эпохи для составления карты был продиктован и другими не менее важными обстоятельствами: во-первых, наличием большего количества данных бурения, позволивших восстановить основные черты предсеноманского рельефа и оценить его влияние на процессы накопления рыхлого материала; во-вторых, некоторым своеобразием общей палеогеоморфологической обстановки в данную эпоху по сравнению с предыдущими и последующими эпохами развития рельефа (см. ниже).

Для построения карты были использованы многие сотни скважин с учетом не только мощностей, но и литологической характеристики и фациальной принадлежности пробуренных отложений. В качестве вспомогательной была составлена карта изопакит альбских отложений, а затем произведена ее палеогеоморфологическая интерпретация с учетом других геологических материалов, в частности карт палеогеологических срезов. В результате в западной половине региона и на крайнем юго-востоке был выделен морской бассейн, на остальной территории — разнообразные по морфологии и генезису крупные формы рельефа суши.

Литологический состав отложений, образующих формы предсеноманского рельефа, довольно разнообразен, что связано с различием генезиса осадков. Данные о распределении фаций позволили в первую

очередь наметить береговую линию моря. Морские отложения представлены глинами, местами песчанистыми, иногда глауконитовыми и кварцевыми песками, реже карбонатными породами. Мощность отложений изменяется от 10 м на севере до 500 м в юго-восточной части территории.

В восточной части вблизи береговой линии моря выделяется крупная впадина, контуры которой в основном совпадают с Индеро-Новоказанской впадиной. Мощность альбских отложений увеличивается здесь до 300—313 м. Именно в этом районе намечается крутой абразионный уступ, отделявший морской бассейн от континентальной прибрежно-морской равнины.

В пределах суши мощность альбских отложений изменяется от 15—20 м на севере до 260 м на юге. Результаты анализа региональных особенностей строения и распространения этих отложений позволяют выделить ряд генетически различных аккумулятивных равнин, которые располагались в пределах восточной части Прикаспийской впадины в строго определенной региональной закономерности. В северо-западных и северо-восточных районах вблизи поднятий Общего Сырта, Мугоджар были широко развиты делювиально-пролювиальные и пролювиальные наклонные равнины. Они выделяются по преобладающему распространению в альбских отложениях разнотерристых песков и галечников полимиктового состава и достаточно резкому увеличению их мощности от областей сноса в направлении прибрежно-морской равнины.

Прибрежно-морская равнина играла, пожалуй, главную роль в строении рельефа. Ее отложения представлены песками, глинами, реже галечниками. Локальные изменения в характере строения альбских отложений, наряду с данными о поведении высот подошвы и кровли этих и покрывающих их отложений, позволяют восстановить довольно разнообразный комплекс форм рельефа в пределах прибрежно-морской равнины. Как видно из карты, равнина не была монотонной. Ее поверхность прорезали речные долины, сопряженные в основном с обширной дельтовой равниной в Южно-Эмбенском районе.

Направление и общая конфигурация (ветвление в плане) долин надежно восстанавливаются по полосам развития русловых песков в строении альбской толщи и наличию границ резкого выклинивания песчаных толщ в бортах долин, которые, вероятно, могут быть интерпретированы как крупные эрозионно-денудационные и тектонические (вдоль разломов подстилающих пород) уступы рельефа. Мощность мелко- и среднетерристых русловых песков на отдельных отрезках долин увеличивается до 250—280 м, на фоне средних мощностей альбских отложений в этих районах порядка 40—50 м, что является показателем активного развития речной сети в альбское время.

Поверхность прибрежно-морской равнины была осложнена также довольно многочисленными небольшими денудационными возвышенностями с элементами солянокупольных поднятий и замкнутыми озерными котловинами. Палеовозвышенности намечаются по обширным участкам сокращения мощности альбских отложений. Одновременно отмечается их обогащение песчано-галечниковым материалом вблизи палеоподнятий. Озерные котловины резко выделяются по преобладающему глинистому составу отложений и значительному локальному увеличению мощности глин. Мощности серых и зеленовато-серых гумифицированных озерных глин изменяются от 208 до 300 м, что указывает на вероятное значительное прогибание днищ многих котловин в альбское время.

В третью наиболее крупную категорию основных форм рельефа альбского времени может быть выделена поверхность слившихся конусов выноса в Южно-Эмбенском районе, которые образовывали обширную слабо расчлененную дельтовую равнину. Она выделяется по преобладающему распространению чередующихся пачек мелкозернистых песков и глин с характерной для дельт слоистостью, а также по значи-

тельными амплитудам колебаний мощности отложений (от 150 до 550 м), при высоких средних значениях мощности осадков, порядка 250—300 м.

Таким образом, раннемеловая эпоха в истории развития восточной части Прикаспийской впадины была отмечена высокой динамикой рельефообразующих процессов, и, как следствие, довольно разнообразными геоморфологическими ландшафтами. Этим она заметно отличалась от предыдущих юрских эпох развития рельефа, когда господствовали в основном низкие слаборасчлененные аккумулятивные равнины, формирование которых сопровождалось накоплением преимущественно мелкозернистых осадков.

Указанные выше региональные особенности развития процессов формирования рельефа и осадконакопления в данную эпоху существенным образом повлияли на формирование и распространение полезных ископаемых. Наиболее важным полезным ископаемым, установленным в альбских отложениях, являются промышленные залежи нефти, известны многочисленные нефтегазопрооявления. Крупные залежи нефти приурочены, в основном, к области развития дельтовой равнины, где коллекторами являются хорошо сортированные проницаемые песчаные толщи, а покрывками залежей служат выдерживающиеся на больших расстояниях толщи непроницаемых плотных глин. Небольшие нефтегазопрооявления установлены на склонах упомянутых выше погребенных долин (палео-Сагиз и др.). Однако, вероятно, вследствие более активного (по сравнению со среднеюрской эпохой) развития речной сети — неоднократного перебива аллювиальных толщ, глубокого эрозионного вреза и т. п. — крупные залежи нефти и газа здесь не смогли образоваться.

Олигоцен-миоценовая эпоха (карта 21)

На рубеже позднего олигоцена — раннего миоцена произошло общее поднятие территории Прикаспийской впадины, которое достигло своего максимума в миоцене. Одновременно изменилась климатическая обстановка. Климат в миоцене стал более засушливым. На смену лесной растительности тургайского типа в позднем палеогене и миоцене приходили степные растительные сообщества.

Таким образом, в конце палеогена — миоцене в пределах рассматриваемого региона сложились существенно иные тектонические и климатические условия формирования рельефа и накопления рыхлых толщ по сравнению с мезозойскими эпохами.

Как видно из карты, общее расположение участков суши и моря в миоцене в какой-то мере было близким по отношению к раннемеловой эпохе формирования рельефа. Однако конкретная геоморфологическая ситуация существенно изменилась, не говоря уже о регрессии позднемелового морского бассейна на обширной территории северо-западной части Прикаспийской впадины.

В миоцене поверхность Прикаспийской впадины, по-видимому, впервые приобрела крупное ступенчатое строение. Уже в то время довольно четко обозначились четыре ступени рельефа, считая и ступени подводного рельефа в области акватории. Наиболее высокую ступень образовывала денудационная равнина в восточной части Актюбинского Приуралья. Характер различных конкретных особенностей ее рельефа восстановить не удастся, но, судя по распространению грубообломочного делювиально-пролювиального материала у западного подножья ступени, это была скорее всего сильно расчлененная денудационная равнина.

Главную роль в строении рельефа суши играла вторая — более низкая ступень, занимавшая промежуточное положение между эрозионно-денудационной равниной Актюбинского Приуралья и обширным, но неглубоким морским заливом в юго-западной части Прикаспийской впадины. Основные черты морфологии и генезиса рельефа этой ступени восстанавливаются по условиям залегания и особенностям распределе-

ния мощностей и литофаций миоценовых отложений. Это была низкая аллювиально-пролювиальная равнина, испытывавшая пологий наклон в сторону приемного морского бассейна. В строении равнины принимала участие толща рыхлых отложений, представленных алевроитами, песками, галечниками, глинами (чередование слоев). Она несогласно налегает на подстилающие породы, а ее кровля совпадала с поверхностью погребенной аккумулятивной равнины, что доказывается отсутствием региональных угловых и стратиграфических несогласий между миоценовыми и покрывающими их верхнеплиоценовыми отложениями.

Палеогипсометрические построения по отношению к уровню миоценового бассейна позволяют сделать вывод, что поверхность ступени имела незначительные абсолютные отметки, от 0 до 50—100 м, и не была идеально ровной. В ее рельефе достаточно отчетливо выражались долинообразные понижения, обширные пологие поднятия и небольшие останцы. Эти формы рельефа находят довольно четкое генетическое обоснование: долины — по преобладающему распространению разнородных песчаных толщ в линейных понижениях; участки низкой междуречной денудационной равнины — по выклиниванию красочетных миоценовых отложений; выраженные в рельефе солянокупольные структуры — по совпадению останцов с соляными куполами.

Наблюдаются прямые или близкие к ним соотношения между указанными формами погребенного миоценового рельефа и современным рельефом земной поверхности в восточной части Прикаспийской впадины. План расположения основных речных долин и водоразделов высоко приподнятого в настоящее время Подуральского плато был намечен уже в миоцене.

Третью и четвертую ступени рельефа образовывали соответственно обширные участки мелководного и глубоководного шельфа. Обращает на себя внимание большое своеобразие рельефа мелководной зоны. В ее пределах были широко развиты мелкие останцы и даже значительные по площади останцовые возвышенности, которые выступали над уровнем моря. На дне моря существовали округлые и весьма глубокие котловины правильной округлой формы. Две такие котловины вскрыты бурением в верхнем течении р. Сагиз. Судя по мощности заполняющих отложений, глубина наиболее крупной котловины составляла не менее 600 м при максимальном диаметре 75 км. Происхождение многих останцов и останцовых возвышенностей в пределах шельфовой зоны в общем понятно, поскольку они совпадают в плане с солянокупольными структурами — зоной подтопления мелким морем сложно расчлененного солянокупольного палеорельефа. Однако непонятно, каким образом могли возникнуть указанные выше глубокие котловины. По своим размерам и правильной округлой форме они существенно отличаются от межкупольных депрессий. Подобные котловины, возможно, представляют собой открытые карстовые воронки и поля, затоплявшиеся миоценовым морем. Однако этот вопрос требует дополнительного изучения, поскольку очевидной прямой связи между котловинами и карстующимися породами пока не установлено.

Русская платформа, Кавказ и прилегающие акватории

Составление сводных карт палеорельефа применительно к такой обширной и весьма разнородной по строению территории как Европейская часть СССР и Кавказ — задача крайне сложная. В настоящее время, с известной долей условности, такая возможность появляется в отношении среднеплиоценовой — точнее предакчагыльской эпохи развития рельефа.

Среднеплиоценовая эпоха (предакчагыльское время) (карта 22)

После регрессии палеогеновых и неогеновых (меотис-понт) морей континентальный режим развития установился почти на всей территории Европейской части СССР и Кавказа. Морские бассейны продол-

жали существовать лишь в Южнокаспийской котловине и центральной части Черноморской впадины. Данные о глубоких эрозионных врезах этой эпохи (предакчагыльские врезы) свидетельствуют о значительном своеобразии геоморфологических процессов в то время. Все это послужило основанием для составления карты рельефа всей территории Русской платформы и Кавказа применительно к предакчагыльскому времени.

В зоне отсутствия морских акчагыльских и других верхнеплиоценовых отложений, каковой является обширная территория северной половины Русской платформы, реконструкции данного рельефа в значительной степени условны. Однако они оказались в принципе возможными и для этой территории на основании данных о доплиоценовом возрасте ряда поверхностей выравнивания междуречных пространств, трассирования в эту область датированных позднеплиоценовых долин, наличия палинологических определений верхнеплиоценового возраста аллювиальных образований, выполняющих отдельные преуглубленные участки долин в Прибалтике и Тимано-Печорской впадине и некоторых других данных.

Основные формы предакчагыльского рельефа в районах Волго-Уральской области, Тамбовской впадины, Северного Прикаспия, юго-западной части Русской плиты, Предкавказья и крупных впадин Закавказья устанавливаются по комплексу указанных выше данных, т. е. достаточно достоверно.

В приподнятых областях ведущая роль в развитии и становлении крупных форм рельефа принадлежала, по-видимому, глубинной эрозии, исключая равнины Украины и Молдавии. Густо разветвленная система предакчагыльских долин реставрирована на обширной территории Волго-Уральской области. В процессе изучения очень большого количества данных бурения (тысячи скважин) установлены: аномально глубокие врезы многих крупных речных долин (до 300—350 м); общее направление стока в бассейнах рек Волги и Урала к южной части Прикаспийской впадины; соответствие основных направлений современной и доакчагыльской гидросети при некотором смещении современных долин к северу и западу.

На основании этих данных, а также прежних палеогеографических построений В. П. Батурина [3] и материалов по палеогеоморфологии среднего плиоцена Восточного Предкавказья (И. Н. Сафронов, 1972 г.) общее направление стока доакчагыльской гидросети, принадлежавшей к бассейну Волги и Прикаспийской впадине, на карте показано в сторону Южно-Каспийской впадины.

Густо разветвленная система доакчагыльских долин существовала в бассейне Дона. На этой территории — в пределах Тамбовской котловины и Волгоградского правобережья Волги — широко развиты континентальные отложения ергенинской свиты, генезис которой до сих пор не в полной мере разгадан. Большинство исследователей считают, что основная масса косослоистых ергенинских песков сформировалась в раннем — среднем плиоцене, а их накопление было связано с потоками преобладавшего юго-восточного направления.

Современная площадь распространения ергенинских отложений близка к первоначальной. Западной их границей служили склоны Средне-Русской возвышенности и располагавшейся в то время здесь долины Дона. Восточная граница обрезана правым берегом Волги и уступом Ергеней. Нет основания предполагать, что ергенинские осадки спускались далеко в Прикаспийскую впадину, так как, несмотря на большой объем буровых работ, они до сих пор там не обнаружены. Не исключено, что ергенинские осадки распространялись на 10—20 км восточнее площади их современного развития, но были уничтожены абразией плиоцен-четвертичных морей и эрозией в долине Волги.

Направление потоков было до широты Волгограда юго-восточное, а затем южное и юго-западное. Кроме того, судя по произведенным реконструкциям среднеплиоценового рельефа, в эпоху накопления ер-

генинских осадков юго-восточнее Волгограда существовала возвышенность, отражавшая в палеорельефе Светлоярско-Приозерскую антиклинальную зону. Последняя, вероятно, служила восточной границей, у которой ранне-среднеплиоценовые ергенинские потоки изменяли направление. Со временем они стабилизировали свое положение, что привело к формированию переуглубленных долин палео-Дона и его притоков. Впоследствии долины были заполнены аллювиальными осадками среднеплиоценовой (усманской) и верхнеплиоценовой (андреевской, кривоборской) свит в нижнем течении Дона, а также в Тамбовской котловине.

В Подмоскowie в бассейне средней Оки, в долинах рек Москвы, Пахры, Нары, Лопасни и других установлены предположительно плиоценовые погребенные террасы, аллювий которых обычно выделяется под названием зеленых слоев. По-видимому, террасы эти были сформированы потоками, стекавшими в пределы Окско-Донской равнины, и представляют собой аналоги как среднеплиоценовой (усманской), так и позднеплиоценовой (кривоборской) террас.

В. А. Брылевым (1978 г.) в результате обработки бурового материала по всей территории Нижнего Поволжья выявлено площадное распространение плиоценовых долин, заложение которых произошло в предкакагыльское время. Установлено, что в основную долину (палео-Дон) впадали палео-долины многих боковых притоков Дона (палео-Иловля, палео-Хопер и др.). Долины заполнены аллювиальными песчано-глинистыми толщами мощностью до 85 м, в которых установлены верхнеплиоценовые (акакагыльские) спорово-пыльцевые комплексы.

Иная геоморфологическая обстановка в среднем плиоцене существовала на территории Украины и Молдавии. В отличие от Волго-Уральской области и бассейна Дона процессы глубинной эрозии рек и формирования речных долин здесь протекали, вероятно, менее активно. Это подтверждается более широким распространением среднеплиоценовых (киммерийских) аккумулятивных субаэральных и субаквальных равнин, покровных субаэральных отложений с ископаемыми среднеплиоценовыми почвами, значительной шириной и слабым врезом многих речных долин предполагаемого киммерийского возраста. По этим и некоторым другим данным [6 и др.] выявляются следующие наиболее характерные особенности рельефа Украины и Молдавии в среднеплиоценовое время.

В среднем плиоцене уже существовала глубоководная котловина Черного моря, как часть киммерийского бассейна. Денудационно-тектонический уступ южного берега Крыма уже тогда имел близкий к современному вид, о чем свидетельствуют фиксирующие его обвальноподолзневые, пролювиальные и даже субаэральные образования со среднеплиоценовыми ископаемыми почвами. Вместе с тем, береговая линия находилась несколько дальше в сторону моря, чем современная, так как киммерийские уровни предгорного рельефа вблизи черноморского побережья располагаются на высотах до 100 м и больше над современным уровнем моря.

Общий облик горных сооружений Крыма и Карпат, вероятно, был близок к современному. Склоны этих гор пересекаются глубокими киммерийскими долинами, а в составе предгорных шлейфов преобладает достаточно грубый обломочный материал.

Исходя из особенностей состава и распространения киммерийских отложений, можно допустить, что значительная часть современного северо-западного шельфа Черного моря в среднем плиоцене являлась аллювиальной равниной, а на остальной территории Причерноморья и Приазовья существовал мелководный морской бассейн, может быть соединявшийся с дакийским бассейном в районе Нижнего Дуная.

Значительные по площади субаэральные аллювиальные, аллювиально-пролювиальные равнины, очевидно, были развиты вдоль долин крупных рек (Днепр, Днестр, Южный Буг и др.), на что указывают сохранившиеся здесь фрагменты субаэральных (киммерийских) по-

кровных отложений. Вместе с фрагментами среднелиоценового аллювия, залегающего на высоких речных террасах, эти данные позволяют сделать вывод о существовании в рассматриваемую эпоху хорошо развитой системы речных долин и балок, направление которых было близко к современному.

Многие долины и балки врезаны в датированную прибрежно-морскими осадками миоценовую поверхность выравнивания [29], что также служит подтверждением наиболее вероятного среднелиоценового возраста долин. Небольшое различие в высотах залегания подошвы киммерийского и голоценового аллювия, порядка 20—30 м на равнинах, указывает на слабый врез среднелиоценовых долин, тогда как ширина многих крупных долин, при указанных величинах вреза, достигала десятков километров.

Причина более слабого вреза среднелиоценовых долин на юго-западе Русской платформы по сравнению с ее восточными областями остается пока не выясненной. Можно предположить, что существенную роль в этом отношении сыграла некоторая аридизация климата на юго-западе платформы в отдельные периоды плиоцена [6]. Влияние тектонического фактора менее вероятно, так как в среднем плиоцене уже происходило активное поднятие смежных горных областей Крыма и Кавказа.

Густая сеть глубоко врезаемых речных долин в плиоцене была развита на обширных пространствах северной половины Русской платформы. Такой вывод определенно вытекает из рассмотрения фактического материала бурения, характеризующего рельеф подошвы четвертичных отложений, условия залегания дочетвертичных континентальных образований аллювиального, аллювиально-озерного типа и возраст междуречных поверхностей выравнивания, рассекаемых речными долинами.

В северо-западной части Русской платформы доледниковые долины представлены протяженными участками глубоких линейно-эрозионных врезов в толще коренных пород. По данным Д. Б. Малаховского (1969 г.), В. А. Исаченкова (1981 г.) и других исследователей (см. карту 2), производивших обработку материала для составления сводного макета карты, протяженность некоторых наиболее крупных долин достигает нескольких сотен километров при глубине вреза в плотные известняки до 50—100 м. В некоторых пунктах на глубоко врезаемых днищах долин залегают косослоистые аллювиальные пески и галечники, в том числе со спорово-пыльцевыми спектрами плиоценовой растительности.

В Прибалтике некоторые долины заполнены континентальными миоцен-плиоценовыми отложениями, формирующими погребенную поверхность обширной аллювиально-озерной, озерно-болотной плиоценовой равнины в западной части Калининградской области. Долины рассекают два денудационных уровня междуречных пространств. В бассейне Верхнего Днепра возраст этих уровней, по последовательному замещению в южном направлении континентальных, прибрежно-морских и морских коррелятивных образований, ориентировочно может быть датирован как эоцен-олигоценый и позднемиоценовый — раннеплиоценовый [29]. В этом же районе установлено залегание древнейшей окской (ранний плейстоцен?) морены на днищах некоторых глубоких долин, а также распространение континентальных и прибрежно-морских верхнепалеогеновых и нижнеэоценовых (полтавская свита) отложений вдоль эрозионных понижений доледникового рельефа.

На северо-востоке Русской платформы, в бассейнах Северной Двины и Печоры, также установлены глубокие эрозионные размыты поверхности дочетвертичных (доледниковых) коренных пород, сопровождавшиеся образованием долинообразных и котловинообразных понижений. В доледниковом рельефе особенно четко выражены глубокие линейные понижения, которые образуют закономерно построенную систему речных долин, близкую по своим морфометрическим характеристикам к предкачагальским долинам юго-востока Русской платформы.

Многие долины прорезают палеогеновый и миоцен-раннеплиоценовые денудационные уровни междуречных пространств и заполнены на отдельных, наиболее глубоких участках, рыхлыми аллювиальными и аллювиально-озерными образованиями, возраст которых определяется как плиоценовый (чаще всего среднеплиоценовый). Показательны в этом отношении результаты изучения погребенной эрозионной сети Тимано-Печорской провинции, проведенного З. С. Чернышевой в связи с подготовкой авторского макета для рассматриваемой карты [см. карту 2]. Установлено, что долины палео-Печоры и некоторых других рек выполнены аллювиальными (на юге) и лиманно-озерными (на севере) отложениями колвинской свиты. Возраст этих отложений по микрофаунистическим, палинологическим, радиоуглеродным и другим данным датируется преимущественно средним плиоценом, что одновременно является показателем основного периода заложения погребенных доледниковых долин в рассматриваемом регионе Русской платформы.

Имеются основания для того, чтобы продолжить некоторые доледниковые среднеплиоценовые долины северо-восточной части Русской платформы в область современного шельфа Баренцева моря. Эти отрезки долин, показанные на карте по результатам геолого-геоморфологических исследований на шельфе, (В. Д. Дибнер, 1978 г., О. С. Суздальский, 1976 г. и др.), намечаются главным образом по совпадению направлений глубоких эрозионных ложбин шельфа с палеодолинами в материковой части. Вероятность одновременного формирования долин и эрозионных ложбин подтверждается результатами изучения палеогеографической обстановки арктических морей СССР в неогене и плейстоцене. Установлено [41], что начавшаяся в позднем плиоцене трансгрессия Арктического бассейна подтопляла на территории современного Баренцева моря глубоко эродированную сушу, характерными элементами рельефа которой были допозднеплиоценовые речные долины частично выполненные среднеплиоценовыми континентальными образованиями.

Возможность развития речных долин в плиоцене вдоль крупных современных речных артерий Кольского полуострова допускал С. А. Стрелков (1961 г.), исходя из оценки общих условий развития тектонических структур и рельефа этой территории после образования регионального мезозойско-палеогенового пенеплена. Некоторые исследователи склонны считать, что наиболее крупные долины полуострова, такие как долина р. Поной и др., возникли еще раньше, возможно, в палеогене и даже в раннем мезозое (Г. С. Рубинраут, 1965 г.).

Таким образом, палеогеоморфологический анализ крупных регионов Русской платформы подтверждает приведенный выше тезис о преобладавшем глубоком эрозионном расчленении большей части этой территории в предкавказьское время, скорее всего в среднем плиоцене. Сравнительный анализ рисунка среднеплиоценовых и современных долин показывает, что уже в то время сложились многие крупные орографические элементы современного рельефа Русской равнины. При этом обособились площади с северо-западным, северным и южным направлениями стока. Последовавшие в четвертичное время изменения рельефообразующих процессов и перестройки рельефа в отдельных районах в общем не изменили основного плана расположения главных орогидрографических элементов.

Главные особенности предкавказьского рельефа Кавказа и Предкавказья освещены в ряде монографий [3, 25 и др.]. По этим данным и материалам, поступившим для составления сводной карты для среднеплиоценовой эпохи, в общих чертах они могут быть охарактеризованы следующим образом.

К раннему-среднему плиоцену большинство исследователей Кавказа склонны отнести главную фазу поднятия этой территории и формирования горных хребтов в близком к современному виде, хотя орогенный этап на Кавказе наступил еще в олигоцене. Считают, что в об-

разовании горных сооружений как Большого, так и Малого Кавказа важная роль принадлежала сводово-глыбовым и складчато-глыбовым воздыманиям земной коры, которые сопровождались процессом интенсивного развития складчатых деформаций, имевших четкое выражение в рельефе. В формировании рельефа Центрального и особенно Малого Кавказа большая роль принадлежала также вулканизму [25] и др.

Такая общая схема формирования горных сооружений Большого и Малого Кавказа в рассматриваемую эпоху подтверждается рядом палеогеоморфологических показателей. Наиболее общее значение имеют, пожалуй, такие показатели, как концентрическое расположение основных морфогенетических типов предакчагыльского рельефа вокруг наиболее приподнятой части главного Кавказского хребта и радиально расходящиеся направления крупных среднеплиоценовых долин.

Из карты видно, что, по существу, на всех склонах Большого Кавказа в среднем плиоцене в сторону предгорий происходило последовательное замещение низких гор расчлененными холмисто-грядовыми эрозивно-денудационными равнинами, а последних — наклонными аллювиально-пролювиальными равнинами уже в области предгорий и смежных крупных впадин. Установленные среднеплиоценовые речные долины выходили к крупным впадинам, поверхность которых образовывали обширные аллювиально-дельтовые равнины.

Подобное расположение крупных форм рельефа указывает скорее всего на преобладавшее сводовое поднятие большей части территории кавказских гор в среднем плиоцене, постепенно усиливавшееся в направлении Главного Кавказского хребта. В какой-то мере указанная выше закономерность строения предакчагыльского рельефа прослеживается и на Малом Кавказе с той лишь разницей, что зоны предгорных денудационно-аккумулятивных равнин здесь были сильно сужены, а основная часть Малого Кавказа представляла собой обширное вулканическое нагорье.

Процесс накопления рыхлого обломочного материала и формирования среднеплиоценовых аккумулятивных равнин на Северном Кавказе, в крупных впадинах Закавказья подчинялся, по-видимому, единой закономерности, а именно: постепенному измельчению рыхлого материала в направлении приемных озерных или морских бассейнов, с одновременным постепенным переходом аллювиально-пролювиальных равнин в аллювиальные, а последних в аллювиально-дельтовые или озерные равнины. Такой общий характер изменений по латерали состава и генезиса среднеплиоценовых отложений и аккумулятивных равнин устанавливается по особенностям строения продуктивной толщи (балаханский ярус) в пределах Куро-Араксинской впадины, толщи красноцветных глинисто-песчаных ниже- и среднеплиоценовых отложений в зоне сочленения северо-западного склона Большого Кавказа с Азово-Кубанской впадиной Предкавказья.

Активное развитие процессов глубинной эрозии в предакчагыльское время не способствовало формированию экзогенных месторождений полезных ископаемых. Однако этот вывод нельзя распространять на всю территорию Русской платформы и Кавказа. В пределах выделенных на карте аккумулятивных равнин, в озеровидных расширениях среднеплиоценовых долин могли возникать благоприятные геоморфологические условия для накопления полезных ископаемых. Это подтверждается конкретными примерами по территориям Окско-Донской равнины, где выявлены месторождения огнеупорных глин, стекольных и формовочных песков, генетически сопряженные с аллювием погребенной террасы среднеплиоценового (усманского) палеопотока; Куро-Араксинской депрессии, где установлено существенное влияние погребенного рельефа на распространение литологических залежей нефти и газа в продуктивных отложениях балаханского яруса и др. В некоторых случаях результаты литолого-палеогеоморфологических реконструкций позволяют уточнить генезис экзогенных месторождений. В частности полагают, что дополнительным, скорее всего основным, источником для накопле-

ния среднеплиоценовых осадочных железных руд Керченского полуострова служила кора выветривания, снесенная с платообразных массивов Крымских гор (Н. С. Благоевлин, Н. Г. Лысенко, 1978 г.), а не железосодержащие породы северо-западных склонов Кавказа, как предполагалось ранее.

Современная эпоха (геоморфологическая карта) (карта 23)

В отношении геоморфологических карт Европейская часть СССР и Кавказ представляют собой наиболее обеспеченные подобными материалами регионы. Трудно даже перечислить тот комплекс региональных и сводных геоморфологических карт, характеризующих различные особенности морфологии, генезиса и возраста рельефа современной земной поверхности, которые начали составляться в этих регионах еще в предвоенные годы. Кроме того, эти материалы могут быть существенно дополнены картами четвертичных отложений, на которых также отражены многие особенности генезиса аккумулятивных форм рельефа.

Из имеющегося обширного картографического материала были отобраны те данные, которые наиболее полно и обоснованно характеризуют: а) крупные изменения рельефа, происшедшие на заключительном этапе его формирования, в основном в четвертичное время; б) реликтовые формы рельефа.

Как видно из карты, в современном рельефе Русской равнины и Кавказа сохранились различные по генезису и возрасту реликтовые формы рельефа. Наиболее древними являются реликты мезозойского пенеплена, сохранившегося в виде отдельных фрагментов и даже обширных площадей сглаженного, местами полого-холмистого рельефа на докембрийских щитах (Балтийский и Украинский щиты) или в областях древнейшей позднепротерозойско-раннепалеозойской консолидации земной коры (Тиманский кряж и др.).

Другую более значительную по площади развития категорию реликтовых форм рельефа на Русской равнине образуют денудационные и аккумулятивные междуречные равнины позднемелового, палеогенового и неогенового возраста. На Кавказе, в Крыму и Карпатах эти равнины представлены фрагментами сильно сглаженных в основном денудационных поверхностей выравнивания.

Наиболее достоверными из показанных на карте являются определения возраста аккумулятивных равнин, поскольку они датированы по фаунистически или палеоботанически охарактеризованным отложениям. Денудационные равнины датированы с различной долей вероятности определения их возраста, в основном в зависимости от количества сохранившихся фрагментов рыхлых коррелятных образований и степени удаленности денудационной равнины от основного поля развития подобных отложений.

В распространении палеогеновых и неогеновых уровней рельефа наблюдается определенная закономерность, свойственная, по-видимому, как внеледниковым областям Русской равнины, так и горным районам Кавказа, Крыма и Карпат. Она выражается в том, что близкие по высотам и генезису междуречные равнины (фрагменты поверхностей выравнивания в горах) как бы «укладываются» в определенный «полифациальный» (или полигенетический) ряд, в пределах которого происходит постепенное замещение денудационных участков рельефа аккумулятивными, сложенными в начале континентальными, а затем прибрежно-морскими и морскими отложениями. Одновременно, в направлении бывшего «приемного» морского бассейна наблюдается некоторое «омолаживание» денудационных форм рельефа.

Можно выдвинуть две главные причины, объясняющие указанные закономерности строения водораздельных равнин. Во-первых, вероятно, сказывалось влияние региональных косых поднятий (перекосов) земной поверхности в периоды образования подобных полигенетических (точнее полифациальных) равнин, что приводило к формированию пре-

имущественно денудационных участков рельефа в областях наиболее значительного поднятия. Во-вторых, существенную роль играла, вероятно, и неоднородность климатических условий, в частности несомненно более высокая увлажненность прибрежно-морских зон, по сравнению со внутренними частями континентов. Поэтому можно предположить, что в данных зонах в связи с повышенным количеством осадков процессы размыва древних реликтовых форм рельефа могли протекать активнее, чем в более удаленных от моря зонах.

В любом случае особенности строения и возраста многих водораздельных равнин рассматриваемого типа в различных районах рассматриваемой территории СССР (Украинский щит, Волго-Уральский свод, Предкавказье и др.) указывают на подобные причины образования равнин. Это подтверждается и картами новейшей тектоники, многие из которых свидетельствуют о проявлении в неогене региональных косых поднятий в полосах «стыка» крупных впадин и поднятий осадочного чехла.

Общеизвестны крупные изменения палеогеографической обстановки на Русской равнине и Кавказе в четвертичном периоде, вызванные, с одной стороны, формированием и таянием ледниковых покровов в северной части Русской равнины и высокогорных районах Кавказа, с другой — четвертичными трансгрессиями Понто-Каспия.

Древние оледнения создали своеобразный комплекс моренных, озерно-ледниковых, флювиогляциальных (водно-ледниковых) и ледово-морских форм рельефа, которые получили широкое отражение на составленной карте. Так же широко показаны аккумулятивные и другие формы рельефа, связанные с неоднократными новейшими трансгрессиями Каспия и других морей. Характеристика всех этих форм рельефа дана в основном в соответствии с общепринятыми трактовками площадей их развития, генезиса и возраста.

Рассматривая карту, нельзя не обратить внимание на явно ограниченный показ на ней древнеледниковых форм рельефа в пределах Кольско-Карельского региона, хотя теоретически допускают, что вся эта территория в неволь отдаленное геологическое время покрывалась мощными ледниковыми панцирями или щитами типа современных ледников Антарктиды или Гренландии. При составлении карты, в первую очередь, учитывались фактические данные по региону, представленные в период подготовки и составления отдельных авторских макетов (см. карту 3). Как для Кольского полуострова, так и для территории Карелии они указывают на весьма широкое распространение в этих районах форм доледникового денудационного рельефа типа обширных массивов сглаженного пеплени или более расчлененных эрозионно-денудационных равнин. Четвертичные собственно ледниковые и водно-ледниковые формы рельефа создают второстепенные элементы современного геоморфологического ландшафта.

Основная причина развития древнеледниковых форм рельефа на обширных пространствах восточной части Балтийского щита полностью еще не раскрыта. Представление о том, что в эпохи покровных четвертичных оледнений эта территория в связи с близостью к центрам оледнений представляла собой зоны интенсивной ледниковой экзарации может быть приятно лишь частично. В этом случае трудно объяснить примеры глубокой (до десятков и даже сотен метров, по мнению некоторых исследователей) экзарации, с одновременным накоплением близких по мощности рыхлых моренных образований в северных районах Русской равнины, удаленных от центра бывших оледнений примерно на такое же расстояние как Кольско-Карельский регион. Это тем более непонятно, что некоторые исследователи (М. Г. Гросвальд, 1981 г. и др.) допускают возможность развития мощного ледникового покрова восточнее Кольского полуострова в пределах современного Баренцевоморского шельфа, откуда неизбежно должен был бы осуществляться дополнительный транспорт значительных масс рыхлого материала в Кольско-Карельский регион.

Все это наводит на мысль, что гляцио-палеогеоморфологическая обстановка в эпохи грандиозных четвертичных оледенений северной половины Русской равнины была гораздо сложнее, в целом, вероятно, существенно более изменчивой, чем это представляется, исходя из аналогии с современными ледниковыми щитами Гренландии или Антарктиды.

В данной связи обращает на себя внимание значительная «хаотичность» в современном распространении на Русской равнине площадей развития ледниковых и водно-ледниковых форм рельефа различного генезиса, исключая пояса конечно-моренных образований (см. карту). Одновременно для ряда территорий намечается вывод о гораздо более широком развитии флювио-гляциальных и озерно-ледниковых форм рельефа, по сравнению с формами рельефа, образуемыми донной мореной. Возможно, что это также свидетельствует о большом своеобразии бывших оледенений. Может быть более правильно ставить вопрос не о мощных ледниковых панцирях в четвертичное время, а скорее всего о развитии в то время в северных районах Русской равнины системы отдельных, по-видимому, разобщенных ледниковых покровов. Для стадии деградации ледниковых покровов такую гляцио-палеогеографическую обстановку допускают, как известно, многие исследователи Русской равнины. По нашему мнению, она была, вероятно, постоянной на протяжении всего оледенения.

Вопрос о действительном характере четвертичных оледенений Русской равнины имеет не только научный интерес. Если строго следовать концепции развития мощных ледниковых щитов на этой территории в четвертичное время, то практически отпадает вопрос о поисках в данных районах сколько-нибудь значительных месторождений полезных ископаемых, связанных с рыхлыми доледниковыми толщами (например, с корами выветривания и их дериватами). Но этому противоречат данные о развитии подобных отложений мощностью в десятки метров в отдельных районах равнины сохранившиеся даже в зоне интенсивной экзарации ледникового ложа, в частности на Кольском полуострове (А. В. Сидоренко, 1958 г.; А. Д. Арманд, М. К. Граве, В. Я. Евзеров, 1965 г.; А. П. Афанасьев, 1977 г. и др.). Не являются ли подобные данные дополнительным аргументом в пользу вывода о существовании системы разобщенных ледниковых покровов на севере Русской равнины и в Кольско-Карельском регионе в эпохи четвертичных оледенений? Если подобная концепция верна, то на данных территориях следует шире практиковать поиски месторождений полезных ископаемых гипергенного типа, а не ограничиваться только разведкой в основном огнеупорных глин и строительных материалов.

В некоторой степени дискуссионным является показ на карте в пределах Тимано-Печорской впадины районов с широким развитием ледово-морских форм рельефа. Ряд исследователей склонны рассматривать эти формы рельефа как типичные ледниковые. В данном случае принята точка зрения автора регионального макета карты (В. С. Зархидзе). Она согласуется: во-первых, с данными о действительно имеющем место большом своеобразии форм рельефа и четвертичных отложений в пределах многих участков впадины (предмет для дискуссии); во-вторых, с представлением о вполне вероятном широком проявлении процессов ледово-морского морфогенеза в смежных с востока впадинах северной половины Западно-Сибирской равнины (см. ниже).

Показанные на карте формы рельефа дна морей, омывающих Русскую равнину и Кавказ, выделены в соответствии с методическими установками, изложенными в первом разделе записки. Здесь подчеркнем наиболее общие закономерности строения и развития подводного рельефа, как они намечаются по представленным авторским макетам.

В истории развития рельефа дна Баренцева и Белого морей намечается ряд трансгрессивных и регрессивных фаз, которые применительно ко всему арктическому бассейну содержательно проанализированы в работе О. В. Суздальского [41]. Установленные на современном

шельфе этих морей разнообразные формы рельефа преимущественно субэвразийского происхождения претерпели длительную историю своего развития, начало которой (для крупных речных долин) может быть отнесено к позднему олигоцену — миоцену.

Главные элементы современного рельефа шельфа сложились в основном после регрессии позднеплиоценового морского бассейна, поскольку четвертичные трансгрессии и регрессии, протекавшие скорее всего в ледово-морской обстановке, существенно не изменили общего плана расположения плиоценовых речных долин, крупных поднятий и понижений дна моря. В четвертичное время происходила как бы дополнительная нивелировка форм рельефа (особенно впадин), начало которой было положено мощной аккумуляцией морских осадков в палеопонижениях шельфа еще в эпоху обширной позднеплиоценовой трансгрессии, распространявшейся, как известно, вглубь континента, особенно далеко на юг в пределах Тимано-Печорской впадины.

В какой-то мере сходные общие черты строения и развития подводного рельефа намечаются для впадины Балтийского моря. Здесь также установлен комплекс форм рельефа, близкий по своему генезису и морфологии к рельефу шельфа Баренцева и Белого морей: абразионные, абразионно-аккумулятивные подводные равнины, фрагменты подводных речных долин и др. Вместе с тем четко выражено различие в рельефе сравниваемых морских бассейнов, которое заключается в более широком распространении собственно ледниковых форм рельефа на дне Балтийского моря. Это связывается обычно с влиянием Скандинавского ледника. В эпохи оледенений, вероятно, были уничтожены (возможно, частично погребены под ледниковыми отложениями) многие плиоценовые долины, поскольку эролотированием и другими методами здесь не восстанавливается четкая система плиоценовых долин, как это имеет место на шельфе Баренцева и Белого морей (В. Д. Дибнер, 1978 г., и др.).

В истории развития подводного рельефа Черного и Каспийского морей остается еще много неясных и спорных проблем. Но целый ряд крупных форм рельефа этих морских впадин находит примерно одинаковую общую трактовку своего генезиса и возраста. Большинство исследователей, особенно в свете морских геофизических работ, разделяют мнение о древнем заложении глубоководных частей впадин Черного и Каспийского морей. Полагают, что они возникли еще в позднем мелу и не являются новообразованиями альпийской геосинклинальной зоны. Выделенные на карте днища центральных глубоководных котловин почти всеми рассматриваются как идеальные равнины предельной аккумуляции на всем протяжении истории развития альпийской геосинклинальной зоны, исключая быть может северную котловину Каспийского моря.

Принципиальное значение для оценки генезиса и возраста рельефа впадин имеют представления о гетерогенности и гетерохронности отдельных частей впадин при поступательном увеличении их площади (за счет «поглощения» прилегающей суши), которое в настоящее время разделяется всеми исследователями. С этих позиций в пределах материкового склона и шельфа выделяют элементы подводного рельефа различного происхождения. Так, например, на материковом склоне Черноморской впадины, вдоль западного побережья Кавказа между Анапой и Гаграми, выделяют подводные сглаженные хребты, возвышенности и рассекающие их шелеобразные каньоны северо-западного (кавказского) и субширотного направлений, которые рассматриваются как структурные формы рельефа соответственно альпийской и доальпийской фаз орогенеза. В северо-западной части впадины на глубинах от 0 до 100 м установлена обширная зона хорошо сохранившегося субэвразийского рельефа (даже аккумулятивные формы) позднеплейстоценового возраста, затопленная последней черноморской трансгрессией.

Процесс постепенного новейшего разрастания морской впадины и в связи с этим «омоложения» подводного рельефа (в северном направ-

лении), вероятно, имел место в пределах акватории Каспия. Полагают, что с подобным процессом в значительной мере связано формирование обширной зоны голоценовых аккумулятивных и затопленных (субэриальных) равнин в северной части Каспия.

В заключение кратко остановимся на вопросе о синхронности основных геоморфологических процессов и палеогеографических событий на территории Европейской части СССР и Кавказа в плиоцен-четвертичное время, что имеет значение для характеристики завершающего этапа развития рельефа. Как известно, многие исследователи пытаются найти закономерно пространственную связь между четвертичными оледенениями, трансгрессиями и регрессиями Каспийского и Черного морей, фазами усиления или ослабления тектонической активности в плиоцен-четвертичное время.

Составленная геоморфологическая карта подтверждает факт региональной цикличности многих геоморфологических процессов в позднелиниоценовое — четвертичное время. Наиболее показательными в этом отношении являются, пожалуй, данные о близком возрасте, но различном генезисе плиоцен-четвертичных геоморфологических уровней в различных, в том числе весьма удаленных друг от друга, районах Русской равнины. Из этого следует, что при разработке проблемы цикличности основных событий плиоцен-четвертичной истории Русской равнины и Кавказа — проблемы во многом еще слабо изученной и дискуссионной, наряду с традиционными биостратиграфическими, палинологическими, литолого-фациальными и другими методами сравнительного палеогеографического анализа — следует широко использовать и палеогеоморфологический метод, который может и должен обеспечить палеогипсометрическую «привязку» различных природных процессов; дать оценку конкретным условиям их развития. Такая оценка в ряде случаев может оказаться решающей, так как по существу все более или менее значительные явления плиоцен-четвертичной истории Русской равнины и Кавказа, так же как различные современные природные процессы, несомненно были подчинены влиянию палеорельефа.

УРАЛ

На территории Урала и Зауралья выполнен ряд детальных палеогеоморфологических исследований, в результате которых была дана позитивная оценка палеогеоморфологического метода при разработке вопросов стратиграфии континентальных мезозойских и кайнозойских отложений, при поисках экзогенных месторождений полезных ископаемых и металлогеническом районировании. На примере Урала впервые была разработана теория тектоно-климатических этапов мезозоя-кайнозоя [37], имеющая большое значение в палеогеоморфологии. В настоящее время завершена полевая геоморфологическая съемка большей части территории Урала, Предуралья и Зауралья в масштабе 1 : 500 000, показавшая широкое развитие в данном регионе разнообразных по морфологии, генезису и возрасту реликтов мезозойского и кайнозойского рельефа.

Все это позволяет рассматривать Урал как своеобразный «палеогеоморфологический полигон» и одновременно определяет достаточно высокую степень достоверности проведенных здесь палеогеоморфологических реконструкций. Ясно выраженная прикладная направленность палеогеоморфологических исследований на Урале, нацеленная на поиски экзогенных месторождений полезных ископаемых, дает основание позитивно оценить сделанные выводы о той или иной роли рельефа в формировании экзогенных месторождений полезных ископаемых во время выделяемых на Урале эпох преобладавшего континентального развития.

В мезозойско-кайнозойской истории Урала выделяют не менее шести крупных эпох развития рельефа, отмеченных своеобразием и существенным различием общей обстановки процессов осадконакопления и

формирования экзогенных месторождений полезных ископаемых [37]. Исходя из общей целевой установки исследований (см. введение) и результатов анализа фактического материала, для составления карт атласа были избраны следующие эпохи развития рельефа: юрская, меловая, палеогеновая (с подразделением на эоценовую и позднеолигоценую эпохи) и миоценовая. Кроме того, составлена геоморфологическая карта, характеризующая главные особенности морфологии, генезиса и возраста рельефа современной земной поверхности.

Юрская эпоха (позднеюрское время) (карта 24)

Известно, что Урал как современное горное сооружение испытал как бы второе рождение после длительной и глубокой планации рельефа в мезозое, приведшей ко второй половине мезозоя практически к полному уничтожению горных сооружений, созданных в конце герцинского этапа орогенеза. Факт существования позднегерцинских горных сооружений на Урале и, по-видимому, весьма высоких подтверждается рядом геологических данных, в частности развитием мощных грубообломочных толщ каменноугольных и пермских отложений в Предуральском прогибе, куда происходил интенсивный вынос грубообломочного материала.

Постепенное замещение этих толщ в вертикальном разрезе мелкозернистыми осадками вплоть до накопления хемогенных верхнепермских отложений позволяет считать, что к концу пермского периода возникшее к востоку от Предуральского прогиба горное сооружение в основном было разрушено. Восстановить характер его рельефа, даже в самых общих чертах, в настоящее время невозможно. Именно поэтому только раннемезозойская (юрская) эпоха была избрана в качестве наиболее древней («исходной») эпохи палеогеоморфологического развития Урала. Тем более, что она оставила после себя разнообразные реликты рельефа и толщи рыхлых коррелятных отложений, в том числе хорошо сохранившиеся на современной земной поверхности.

Как указывалось, на рубеже палеозойской и мезозойской эр вся территория Урала может рассматриваться как консолидированная область с достаточно выровненным рельефом. Однако в характере тектонических режимов Урала и Зауралья наблюдалось качественное различие. Оно выразилось в заложении системы глубоких меридионально или субмеридионально вытянутых грабенов в Зауралье. Собственно на Урале процесс заложения и формирования таких грабенов имел весьма ограниченное распространение (Волчанско-Богословский, Уртазымский).

Грабены Зауралья заполнены преимущественно вулканогенными породами туринской серии нижнего-среднего триаса, выше которых залегают терригенные угленосные отложения челябинской серии рэт-лейаса. Характеристика состава пород этих серий, а также особенностей морфологического, тектонического и структурного строения заполненных ими депрессий имеет большое сходство со строением депрессий, характерных для рифтовых зон различных районов земного шара. Эта аналогия позволяет выделить раннемезозойскую рифтовую зону, подобную Восточно-Африканской, Байкальской и т. д. на территории Зауралья, и назвать ее Восточно-Уральской.

Общность морфологических и геологических признаков в строении Восточно-Уральской рифтовой зоны с рифтовыми зонами других районов мира [14 и др.] позволяет предположить, что ее формирование было связано с подковровым процессом, стимулировавшим образование крупного сводного поднятия и заложение мощных разрывных нарушений в его центральной части. Именно такой общий характер строения триас-ранеюрского рельефа намечается на составленной карте.

Формирование обширного сводного поднятия в пределах Зауралья и частично восточного склона Урала, позволяет считать, что рельеф этой территории в раннем мезозое представлял собой возвышенное

плоскогогорье, разбитое системой рифтовых долин субмеридионального направления. Они являлись вместилищем озерных бассейнов и речных долин, накопление осадочных толщ в которых привело к формированию (в зависимости от времени осадконакопления) ранне-среднетриасовой и позднетриасово-ранеюрской озерно-аллювиальных поверхностей.

Излияние лав, преимущественно основного состава, перемежавшееся во времени с накоплением вулканогенно-осадочных, а иногда и чисто осадочных толщ, привело к формированию триасовой вулканогенной поверхности. Несмотря на то, что осадконакопление шло в условиях теплого и влажного климата, способствовавшего интенсивному химическому выветриванию, достаточно сильно расчлененный характер рельефа прибортовых частей тектонических депрессий, а также высокие темпы опускания днища этих депрессий, опережающие темпы химической проработки осадочного материала, предопределили полимиктовый состав отложений, слагающих триасовые и триас-юрские аккумулятивные поверхности.

Вместе с тем в районах более стабильного тектонического режима, на площадях, располагающихся к западу от Восточно-Уральского свода, а частично и в пределах этого свода, в условиях теплого и влажного климата шла интенсивная пенеппенизация рельефа, сопровождавшаяся корообразованием. Особенно усилился этот процесс к концу юрского времени. В результате произошло заложение того пенеппена, развитие которого во многом определило на все дальнейшие эпохи мезозоя и кайнозоя общий план построения рельефа Урала. Реликты этого пенеппена сохранились в современном рельефе Урала в виде наиболее высокого яруса уплотненных вершин в горной части и поверхности Зилаирского плато, сопряженной с Баймакской депрессией, в пределах которой имеются средне- и верхнетриасовые отложения.

На западе, в пределах восточной части Русской платформы, в позднем триасе существовали условия прибрежных равнин и мелкоморья, в которых шло накопление песчано-глинистых осадков, сформировавших триасовую прибрежно-морскую аккумулятивную равнину.

Начиная со средней юры процесс пенеппенизации усилился. Произошла частичная перестройка структурно-тектонического плана. Она выразилась, в первую очередь, в постепенном прогибании Зауралья и трансгрессии моря, которое к концу юрского периода заняло территорию, показанную на карте.

Перестройка структурно-тектонического плана территории повлияла на направленность процессов рельефообразования. Она повлекла за собой оживление эрозионно-денудационной деятельности, которая обусловила формирование новой юрской поверхности выравнивания и заложение новой речной сети, приуроченной к эрозионно-структурным депрессиям. Характерной особенностью этих депрессий является их четкая связь с менее плотными породами фундамента, развитыми в зонах тектонических и стратиграфических несогласий. Роль литоморфного фактора в формировании депрессий усиливалась процессами химического выветривания. Поэтому эрозионно-структурные депрессии чаще всего имеют меридиональную или субмеридиональную ориентировку — продольную по отношению к структурам складчатого субстрата.

Показанные на карте юрские эрозионно-структурные депрессии группируются в три системы, впадавшие в морские бассейны, располагавшиеся в поздней юре в северо-западной, юго-западной и северо-восточной частях рассматриваемой территории. К депрессиям были приурочены речные артерии и озера, которые сформировали юрскую озерно-аллювиальную аккумулятивную поверхность.

С выделяемой эпохой было связано интенсивное карстообразование. Часть из сохранившихся в современном рельефе карстовых форм обладает очень большой глубиной проникновения карстовых процессов, часто захватывающих горизонты, расположенные гораздо ниже уровня днищ всех более молодых речных долин, т. е. ниже уровней местных базисов эрозии всех послераннемезозойских эпох. Это заставляет пред-

полагать, что заложение этих форм произошло в эпоху относительно сильной расчлененности рельефа, т. е. еще в раннем мезозое, когда местными базисами эрозии служили перманентно погружающиеся днища рифтовых долин.

То же самое можно сказать и о случаях наиболее глубокого проникновения линейных кор выветривания, величина которого достигает 400 м и даже более. Проникновение процессов выветривания на столь большую глубину возможно лишь в эпохи низкого положения местных базисов дренажа, т. е. опять же, вероятно, в раннемезозойское время.

Основным полезным ископаемым, месторождения которого формировались на Урале и особенно в Зауралье в раннем мезозое, являются бурые угли челябинского и кушмурунского типов. Их месторождения пространственно приурочены к тектоническим грабенам, заложение и развитие которых, как указывалось выше, было связано с формированием Восточно-Уральской рифтовой зоны.

Условия теплого влажного климата раннего мезозоя способствовали формированию кор выветривания и пенеппенизации на обширных площадях Урала и Зауралья. В это время началось образование полезных ископаемых остаточного генезиса (силикатных никелевых руд, маршалитов, первичных каолинов и т. д.), а также началось массовое высвобождение ряда ценных компонентов (благородные металлы, алмазы, титановые минералы и др.) из коренных пород. Однако максимума своего развития эти процессы достигли в позднем мезозое.

В раннем мезозое происходило, вероятно, образование латеритной коры выветривания и боксита. На это указывает наличие пестроцветных бокситовидных глин в основании челябинской серии Зауралья, бокситов и бокситовидных пород в основании угленосных отложений Волчанской депрессии, в основании миндыбайской свиты (верхний триас) Орской депрессии, в толще верхнетриасовых отложений Сосьвинско-Салехардского грабена Приполярного Урала.

Меловая эпоха (альб-сеноманское время) (карта 25)

Четким индикатором истории тектонического развития Урала и Зауралья в позднем мезозое являются морские трансгрессии. При общем нарастании масштаба трансгрессий от кимериджа до сantonа в течение альба и особенно сеномана происходила частичная регрессия, сопровождавшаяся сравнительно кратковременным подъемом территории. Этот подъем фиксируется появлением грубообломочных фаций среди континентальных отложений Урала (мысовская свита сеномана). С этим временем совпадает заложение и формирование новой серии эрозионно-структурных депрессий с приуроченными к ним речными долинами. В это же время началось формирование новой позднемезозойской денудационной поверхности выравнивания (пенепплена).

Процессы пенеппенизации, характерные для раннемезозойского этапа рельефообразования, еще более активизировались в позднем мезозое. Этому способствовали теплый влажный климат позднего мезозоя, обусловивший высокую степень гипергенной проработки пород субстрата, а также относительная тектоническая стабильность территории в позднем мезозое по сравнению с ранним мезозоем.

Как видно из карты, меловой пенепплен в то время в значительной степени «переработал» более древние поверхности. В современном рельефе горной части Урала реликты этого пенепплена сохранились в виде промежуточного яруса рельефа, в пределах которого спорадически встречаются участки развития мезозойской сипаллитной коры выветривания. В пределах Зауралья пенепплен сохранился на обширной площади. Его маркирующими признаками здесь являются

широко развитые хорошо проработанные сиаалитные коры выветривания и участки сопряжения денудационной равнины с эрозионно-структурными депрессиями, заполненными меловыми аллювиями и озерными отложениями.

Параллельно с развитием пенеплена происходило формирование аккумулятивных равнин преимущественно озерно-аллювиальных, приуроченных к фрагментам позднемезозойских речных долин, и прибрежно-морских вблизи современного распространения морских сеноманских отложений. В строении озерно-аллювиальных равнин преобладали песчано-галечниковые олигомиктовые осадки и каолиновые глины, тогда как прибрежно-морские равнины были сложены в основном песчано-глинистыми осадками кварцевого, каолинового и гидрослюдистого состава.

Как уже отмечалось, поднятие Урала на рубеже раннего и позднего мела (альб-сеноман) и сопровождающая его регрессия моря привели к оживлению эрозионной деятельности и заложению новой серии эрозионно-структурных депрессий, по геоморфологической характеристике и литолого-структурной приуроченности сходных с эрозионно-структурными депрессиями юрского возраста. К эрозионно-структурным депрессиям была приурочена речная сеть позднего мезозоя. Анализ планового рисунка этой сети, направлений уклонов депрессий и характера окатанности галечного материала в долинах показывает, что в меловую эпоху на Урале существовали три крупные речные системы: а) речная система западного склона Среднего, Северного и Приполярного Урала с генеральным стоком на запад; б) речная система Южного Урала со стоком на юг; в) речная система восточного склона Северного и Среднего Урала со стоком на северо-восток, в сторону Западно-Сибирской низменности. Эти речные системы были разделены двумя главными водоразделами: меридиональным тянувшимся вдоль осевой части Урала, и широтным, проходящим через зону Уфимского плато, Волго-Уральский водораздел, Урало-Тобольский водораздел и далее на восток вдоль оси Кустанайского вала.

Особенности строения верхнемезозойского аллювия показывают, что в условиях интенсивного размыва продуктов коры выветривания в реки поступало повышенное количество глинистого материала. Это наложило определенный отпечаток на характер гидрологического режима рек и создало благоприятную обстановку для транзита обломков устойчивых к выветриванию пород и минералов на значительные расстояния.

В прибортовых участках речных долин происходило интенсивное карстообразование, которому способствовал теплый влажный климат эпохи. Интенсивность карстовых просадок была довольно велика, на что указывает мощность заполняющих карстовые воронки верхнемезозойских континентальных отложений, часто составляющая несколько десятков метров.

Результаты палеогипсометрических построений, приведенных к условному нулю береговой линии сеноманского морского бассейна, свидетельствуют скорее всего о существенных колебаниях высот в то время. Как видно из карты, наибольшие отметки, вероятно, имели возвышенные плато на Приполярном Урале. В их пределах юрская денудационная равнина достигала высоты 700 м над уровнем сеноманского моря. На Южном Урале триасовая денудационная равнина, развитая на вершинах невысоких холмов, имела абсолютные отметки порядка 400—500 м, а ее превышение над прилегающими пониженными участками составляло около 200—300 м. Средний Урал возвышался над уровнем сеноманского моря примерно на 200 м.

К западу и востоку от осевой зоны Урала, в сторону сеноманских морских бассейнов, наблюдалось закономерное понижение рельефа до 100—50 м в пределах приморских равнин. Характерно наличие обширных возвышений с очень пологими склонами в Предуралье (в зо-

не современного Уфимского плато) и в Зауралье (район Кустанайского вала). В пределах этих структур абсолютные отметки несколько превышали 200 м и по ним проходила линия главного широтного водораздела.

Таким образом, уже в позднемезозойское время начали возникать крупные неровности земной поверхности, дальнейшее формирование которых привело к созданию основных черт современного рельефа Урала и прилегающих районов. Начала формироваться зона Уральского кряжа, уже в то время являвшаяся главным меридиональным водоразделом. Главный широтный водораздел, существовавший в альб-сеноманскую эпоху является прообразом современных Волго-Уральского и Урало-Тобольского водоразделов.

Позднемезозойский этап рельефообразования совпадает с «главной металлогенической эпохой» в истории мезозойского и кайнозойского развития Урала. Обширный комплекс месторождений полезных ископаемых, возникших в эту эпоху, связан как с аккумулятивными, так и с денудационными элементами рельефа.

Весьма обстоятельно эти вопросы рассматриваются в упомянутой выше монографии А. П. Сигова [37]. Поэтому в настоящем очерке ограничимся характеристикой наиболее важных положений и выводов, касающихся в основном оценки общего влияния альб-сеноманского рельефа на формирование месторождений.

Установлено, что участки денудационного рельефа являются носителями месторождений остаточного генезиса. Из них наиболее важное значение имеют месторождения силикатного никеля и природно-легированных железных руд, первичных каолинов и маршалита.

Остаточные месторождения силикатных никелевых и природно-легированных железных руд начали формироваться еще во время раннемезозойского этапа рельефообразования, но наибольшей интенсивности этот процесс достиг в позднем мезозое. Месторождения этого типа пространственно связаны с площадями развития мезозойских кор выветривания.

Особо благоприятными для образования никелевых и природно-легированных железных руд были участки пенепленов, прилегающие к бортам эрозионно-структурных депрессий. Часто это объясняется тем, что борта депрессий совпадают с линиями древних палеозойских глубинных разломов, с которыми, в свою очередь, пространственно и генетически связаны интрузивные тела ультраосновного состава. С другой стороны, придепресссионные участки пенепленов являлись зонами наиболее интенсивной аэрации, вызванной близким взаиморасположением сравнительно возвышенных придолинных участков водораздельных пространств и местных базисов дренажа, которыми являлись днища эрозионно-структурных депрессий. Подобный генезис имеют в частности Уфалейское и другие месторождения.

Месторождения первичных каолинов тесно связаны с рельефом. Благоприятные условия для формирования крупных месторождений возникли (при наличии благоприятного субстрата) на участках развития юрского и мелового пенепленов, преимущественно в прибортовых частях эрозионно-структурных депрессий. Формирование этих месторождений, в конечном итоге, зависело от тех же геологических и палеогеоморфологических факторов, что и месторождений силикатного никеля.

Месторождения маршалита формировались в пределах юрского и мелового пенепленов за счет выветривания окремнелых известняков. Пространственно участки развития маршалитов тяготеют к зонам распространения мезозойского карста.

Парагенетический процесс формирования пенеплена и мощной коры выветривания сыграл, по-видимому, ведущую роль в образовании других месторождений остаточного генезиса в позднемезозойский

этап рельефообразования (минеральных красок, монтмориллонитовых глин, магнетитов и т. д.). В значительной мере под его влиянием шло формирование железных шляп и зоны вторичного обогащения над эндогенными сульфидными месторождениями.

Еще более обширен комплекс осадочных месторождений полезных ископаемых, связанных с процессами формирования аккумулятивных форм рельефа в рассматриваемую эпоху. В этом плане рассмотрим палеогеоморфологические условия формирования россыпей благородных металлов, бокситов, некоторых типов осадочных железных руд и осадочных каолиновых глин, в накоплении которых существенная роль принадлежала рельефу.

На Урале далеко не во всех случаях улавливается прямая пространственная связь между коренными источниками благородных металлов и размещением их россыпей. Как показал А. П. Сигов [37], основная причина этого явления заключается в нарушении классической схемы: коренной источник — элювиальная россыпь — делювиальная россыпь — аллювиальная россыпь, за счет многократного переотложения полезного компонента из более древних россыпей в более молодые. Немаловажную роль в отношении далекому уносе тяжелых металлов от коренных источников сыграли и некоторые другие факторы, в частности особенности гидрологического режима поздне-мезозойских рек.

В эпохи интенсивного выветривания в поздне-мезозойские речные долины поступало большое количество глинистого материала, который переносился водными потоками как в виде взвешенных частиц, так и в виде глинистых окатышей. Большая насыщенность воды в реках взвешенными глинистыми частицами повышала «флотационную способность» речного потока и способствовала переносу крупных и тяжелых частиц, в том числе зерен золота и платины, на большие расстояния, чем это происходит в реках с небольшим содержанием взвешенного материала в потоке. При этом замедлялся процесс истинания переносимых потоком частиц.

Возникшие в позднем мезозое россыпные месторождения явились основным источником для образования более молодых россыпей. При этом происходил размыв ряда поздне-мезозойских россыпей. Участки, на которых они сохранились от размыва в более или менее полном виде, сравнительно немногочисленны. Особый интерес в этом отношении представляют зоны распространения поздне-мезозойских карстовых форм, в пределах которых содержащиеся россыпи мезозойские аллювиальные отложения опущены карстовыми просадками на определенную глубину и благодаря этому сохранились от размыва.

Вопрос о происхождении поздне-мезозойских осадочных бокситов на Урале является дискуссионным. Большинство исследователей считают, что все известные бокситы геологически синхронны образованиям синарской свиты, относящейся к апт-альбу. Однако в отношении генезиса бокситов высказываются резко противоречивые мнения. Одна группа исследователей, следуя за А. Д. Архангельским рассматривает бокситы как осадочные, в основном озерные, образования, полагая, что свободный глинозем мог возникать при любом типе химического выветривания. Другие исследователи придерживаются латеритно-осадочной диагенетической теории образования бокситов [9, 16].

На Урале осадочные бокситы синарской свиты имеют широкое распространение в западной части Среднего и Южного Зауралья. По мнению А. П. Сигова [37], они пространственно тяготеют к прибрежной зоне готерив-аптского морского бассейна. На восточном склоне Среднего и Южного Урала, где характер древнего рельефа детально изучен и реставрирован, устанавливается приуроченность залежей бокситов к эрозионно-структурным депрессиям (Синарская, Сухтелинская, Уртазымская и др.). По своей палеогеоморфологической позиции залежи бокситов могут быть разделены на две основные группы:

а) приуроченные к древним карстовым воронкам, расположенным внутри эрозивно-структурных депрессий, б) рукавообразные залежи, локализующиеся на периферических участках бортов депрессий. Плотиком для залежей второго типа служили как карбонатные, так и алюмосиликатные породы.

Такая приуроченность бокситов к элементам древнего рельефа проливает определенный свет на условия их образования. Размещение залежей бокситов на склонах бортов депрессий ставит под большое сомнение одно из основополагающих положений химической гипотезы образования бокситов — об их накоплении в условиях озерных бассейнов. Вместе с тем пространственная связь бокситовых залежей с бортами депрессий, т. е. зонами наиболее активной аэрации, наталкивает на мысль, что в формировании этих залежей определенную роль играли процессы латеритного выветривания.

Нетрудно представить, что поступавший за счет разрушения латеритной коры выветривания обломочный материал подвергался дальнейшей гипергенной проработке, после того как он был отложен в виде делювиальных шлейфов на бортах депрессий. В данном случае происходило наложение процессов выветривания не только на породы фундамента, но и на осадочные образования, возникающие в процессе размыва коры выветривания, т. е. имела место синхронность (в геологическом масштабе времени) процессов образования латеритных кор выветривания и близких к ним по составу осадочных бокситов. Не исключено, что «дозревание» продуктов размыва латеритных кор выветривания происходило в процессе их переноса и отложения в карстовых полостях, так как зоны развития карстовых процессов, как и прибортовые участки депрессий, являлись зонами наиболее активной аэрации.

Осадочные железные руды в верхнемезозойских континентальных образованиях встречаются в виде нескольких генетических разновидностей, основными из которых являются бобово-конгломератовые руды и железные руды, связанные с беликовой толщей. Генетическая близость осадочных бокситов и бобовых руд определяется сходством палеогеоморфологических условий их образования. Как и боксисты, залежи бобовых руд формировались в прибортовых участках эрозивно-структурных депрессий или в карстовых западинах внутри этих депрессий. В том и другом случае материалом для их формирования служили продукты коры выветривания ультраосновных, в меньшей мере основных пород, сопряженные с меловым пенепленом.

Очень своеобразный характер имеют месторождения железных руд алапаевского типа. Они представлены телами бурых железняков с прослоями сидеритовых руд. Железняки включены в белую мучнистую кремнистую массу (так называемые «белики»). Месторождения этого типа приурочены к мезозойским карстовым полостям. Формирование беликов и связанных с ними железных руд происходило в эпохи интенсификации процессов выветривания и неизменно сопутствовавших им процессов карстообразования. При этом происходил интенсивный вынос железа из железосодержащих материнских пород и выпадение его из растворов в древних карстовых полостях. Поэтому широкие поля развития древних карстовых форм являются надежным поисковым признаком на месторождения этого типа.

Большинство месторождений и проявлений осадочных каолинов на Урале связано с отложениями мысовской свиты альб-сеноманского возраста и лангурской свиты юрского возраста. Отмечается очень четкая приуроченность этих месторождений к эрозивно-структурным депрессиям, точнее к тем их участкам, где наряду с аллювиальными фациями, распространены озерные образования. Очень благоприятные условия для формирования осадочных месторождений каолина существовали в зонах распространения древнего карста, где темпы карстовых просадок были не слишком велики.

Прогибание Зауралья, начавшееся в юре и продолжавшееся в раннем мелу, еще более усилилось в позднем мелу и особенно в первой половине палеогена. Морские трансгрессии этого времени захватили всю территорию Зауралья, а иногда довольно далеко проникали на запад, в пределы Зауральского пенеплена, доходя в некоторых случаях почти до осевой части Урала. Своего максимума трансгрессии достигли в эоцене.

Поднятие общего базиса эрозии и подтопление понижений создавали своеобразные условия для развития рельефа и осадконакопления на суше. Поэтому с целью более широкого охвата различных проявлений этих процессов в истории формирования Урала дана карта для одной из эпох максимальных трансгрессий моря. Выбор пал на эпоху палеогеновой трансгрессии, точнее эоценовое время, когда Урал максимально подтоплялся морем.

Если сопоставить границу распространения морских эоценовых отложений с особенностями расположения крупных форм рельефа альб-сеноманского времени (см. карту 25), то выясняется, что уровень палеогенового моря на восточном склоне Урала и на западном склоне Южного Урала повышался примерно до абсолютных отметок 150—200 м. Поднятие базиса эрозии на такую величину несомненно привело к сильному снижению интенсивности эрозионно-денудационных процессов на территории Урала и Предуралья, не заливавшейся морем.

В подпруженных морским бассейном речных долинах шло накопление мелкоземистых аллювиальных и озерных отложений небольшой мощности (первые метры), которые не создали новой аккумулятивной поверхности, а унаследовали озерно-аллювиальную поверхность раннемелового возраста. В Предуралье была широко развита меловая прибрежно-морская аккумулятивная равнина, созданная на ранней стадии развития региональной трансгрессии моря, т. е. в сантоне и кампане.

В пределах денудационных поверхностей продолжались процессы выветривания. Однако их темп, вследствие засушливого климата эоцена, был значительно слабее, чем в позднем мезозое. Активное развитие этих процессов сдерживалось также высоким положением базиса эрозии.

Засушливый теплый климат эоцена способствовал развитию на Урале полупустынных условий с довольно широким развитием эоловых процессов. Реликты эоловых отложений (кварцевые пески и кварцитовидные песчаники с остатками ксерофитной флоры) имеют небольшие размеры и сохранились в очень ограниченном количестве пунктов, преимущественно в пределах Южноуральского пенеплена. Реставрировать типичные формы эолового рельефа не представляется возможным.

В не заливавшейся морем части Урала, как это видно из карты, в эоцене сохранился тот же генеральный план строения рельефа, что и в позднем мезозое. Иначе говоря, реконструкция общей геоморфологической обстановки в эоцене позволяет наглядно представить картину преобладавшей «консервации» древнего рельефа в эпохи морских трансгрессий.

Палеогеновая эпоха (позднеолигоценовое время) (карта 27)

Начиная с олигоцена темпы нисходящих движений Урала и особенно Зауралья сначала начинают снижаться, а затем сменяются медленными движениями положительного знака, интенсивность которых к концу олигоцена постепенно нарастает. Эта новая инверсия в мезозойской истории развития Урала захватила не только сам Урал, но и прилегающие участки Западно-Сибирской плиты и Русской платформ-

мы. Осевая часть поднимающего свода на этот раз проходила не в пограничной зоне Урала и Зауралья, как это было в раннем мезозое, а значительно западнее, в пределах современного Центрально-Уральского поднятия.

Восходящие движения нашли свое отражение в первую очередь в изменении состава олигоценовых отложений. На смену глинистым морским отложениям чеганской свиты верхнего эоцена — нижнего олигоцена приходят мелкозернистые прибрежно-морские отложения куртамышской свиты среднего олигоцена, а затем грубообломочные образования наурзумской и чаграйской свит верхнего олигоцена. Темпы и амплитуда тектонических поднятий в среднем и позднем олигоцене уменьшались на запад и на восток от осевой части Урала. Это выражается в замещении грубообломочного аллювия наурзумской и чаграйской свит мелкозернистыми песками и алевритами в направлении зауральских и предуральских равнин, особенно четко на территории Зауралья. Об этом же свидетельствуют консеквентный характер субширотно ориентированных речных долин позднеолигоценового возраста в Предуралье и западных районах Зауралья, а также сводообразное поднятие олигоценовой поверхности выравнивания к осевой части Урала.

Поднятие Урала и прилегающих территорий привело в среднем олигоцене к отступанию морского бассейна и опусканию общего базиса эрозии. За этим последовала активизация эрозионных и денудационных процессов, приведшая к частичному разрушению мезозойских денудационных и аккумулятивных поверхностей. Особенно активно этот процесс протекал в зонах повышенной тектонической мобильности, в том числе в пределах локальных тектонических поднятий. Разрушение более древних поверхностей сопровождалось заложением и развитием новой олигоценовой полигенетической равнины. В Северном, Среднем Зауралье и на востоке Южного Зауралья она имела преимущественно аккумулятивный характер и была сложена песчано-глинистыми отложениями туртасской свиты. В юго-западных районах Зауралья возникли озерно-аллювиальная и озерная (на крайнем юге) равнины, сложенные песчано-гелечными образованиями и глинами наурзумской свиты.

В позднем олигоцене интенсивному размыву были подвергнуты горизонтально залегающие палеозойские осадочные комплексы Предуралья. Это привело к формированию в данном районе обширной олигоценовой денудационной равнины с фрагментами озерной и аллювиально-озерной равнин в олигоценовых речных долинах и озерных ваннах. В строении аккумулятивных равнин преобладали кварцевые песчано-галечные накопления и каолинит-гидрослюдистые глины верхнего олигоцена.

В пределах складчатого Урала происходило расчленение рельефа. В результате была сформирована эрозионно-денудационная равнина, располагающаяся ниже уровня мезозойских пенепленов.

Вновь возникшая олигоценовая речная сеть в пределах Уральского кряжа и Зауральского пенеплена наследовала позднемезозойские эрозионно-структурные депрессии, которые были хорошо морфологически выражены в позднеолигоценовое время. В Предуралье, на западном склоне Урала, в восточной части Зауральского пенеплена и в Зауралье олигоценовая гидрографическая сеть имела субширотный характер. Таким образом, в олигоцене происходит крупная перестройка общего рисунка речной сети на значительной части Уральского региона.

Олигоценовые долины представляли собой широкие ложбины, днища которых располагались на несколько десятков метров ниже уровня прилегающих частей водораздельных пространств. На большей части территории Урала величина уклона этих долин была значительно меньше уклонов позднемезозойской эрозионной сети. Благодаря этому на участках, где олигоценовая речная сеть наследовала мезозойские эрозионно-структурные депрессии, происходил активный размыв мезозой-

ского аллювия. В Зауралье, где олигоценовые реки текли по горизонтально залегающему чехлу морских меловых и палеогеновых отложений, уклон долин этих рек был более пологим, порядка 0,5—1 м/км. Поэтому олигоценовые реки Зауралья носили блуждающий характер, а в выполняющих их долины отложениях, наряду с типичными аллювиальными фациями, были широко распространены озерные и озерно-аллювиальные. Эти отложения сформировали обширную озерно-аллювиальную равнину, с которой сопряжены склоны олигоценовых речных долин на восточном Урале.

Активизация поднятий в позднем олигоцене привела к частичному подновлению карстовых форм, возникших на более ранних стадиях развития рельефа. Наряду с этим появляются новые районы карстовой деятельности, тяготеющие к олигоценовым речным долинам (см. карту).

Таким образом, в олигоцене уже была сформирована основная морфологическая структура современного Урала. Как видно из палеогипсометрических построений, приведенных на карте к условному уровню Туртасского бассейна, в позднем олигоцене очень четко был выражен главный меридиональный водораздел. Наибольшие абсолютные отметки в его пределах на Северном и Полярном Урале достигали 1000 м, а на Среднем и Южном Урале 700 м. На запад и на восток рельеф снижался. При средней абсолютной высоте Предуралья 300—400 м морфологически хорошо были обособлены районы Уфимского плато и Тиманид, где абсолютные отметки превышали 500 м. Зауралье представляло собой низкую равнину с абсолютными отметками не выше 50 м над уровнем Туртасского бассейна. Лишь в районе широтного Кустанайского вала отметки превышали 100 м.

Замедленное развитие процессов корообразования в позднем олигоцене привело к тому, что формирование месторождений остаточного генезиса практически не происходило. В то же время формирование месторождений осадочного генезиса было достаточно масштабным. Важное значение имеют россыпные месторождения благородных металлов, алмазов, титановых минералов, а также месторождения огнеупорных глин и бурых углей. Процесс накопления осадков, в которых содержатся эти месторождения, повсеместно контролировался рельефом.

Формирование россыпных месторождений благородных металлов происходило в основном за счет размыва более древних мезозойских россыпей. Особенно активно этот процесс происходил на участках, где олигоценовая речная сеть наследовала упомянутые ранее мезозойские эрозионно-структурные депрессии. За пределами депрессий олигоценовые долины, как правило, не несут россыпей. Благоприятные условия для захоронения возникающих олигоценовых россыпей создавались в зонах олигоценового карстообразования, где олигоценовый золотоносный и платиноносный аллювий вследствие карстовых просадок оказался опущенным в карстовые воронки и здесь сохранился при последующем размыве.

Олигоценовые реки интенсивно размывали алмазоносные мезозойские отложения, приуроченные к эрозионно-структурным депрессиям (Вишерский, Чусовской и др.). При этом, с одной стороны, происходило обогащение олигоценового аллювия, с другой — за счет разрушения кристаллов с естественными дефектами (трещиноватых, содержащих включения и т. д.) улучшалось качество алмазов. Более интенсивно процесс обогащения олигоценовых отложений происходил в пределах олигоценовых карстовых воронок.

В среднем олигоцене во время накопления песков куртымышской свиты на территорию Зауралья было вынесено большое количество минералов-аксессуаров. Среди них доминирующее положение занимали титаносодержащие минералы, в том числе ильменит, рутил, лейкоксен, циркон.

Пески куртамышской свиты отлагались в регрессировавшем водном бассейне, в условиях прибрежной пляжевой зоны. Существование этого бассейна знаменовало начало общего поднятия Урала и Зауралья и совпадало с начальными стадиями олигоценового этапа рельефообразования. В позднем олигоцене прибрежно-морские россыпи подвергались перемыву и в пределах олигоценовых речных долин Зауралья произошла вторичная концентрация титановых минералов, возникшая почти исключительно за счет минералов, поступающих при размыве песков куртамышской свиты.

Месторождения огнеупорных глин стратиграфически связаны с наурзумской свитой верхнего олигоцена, а генетически с ее озерными фациями. Образование этих месторождений происходило в западной части Зауралья на участках, непосредственно примыкающих к уступу, отделяющему Зауралье от восточного склона Урала. Плоский почти горизонтальный рельеф этой территории в позднем олигоцене способствовал широкому развитию озерных водоемов, а расположенные непосредственно к западу денудационные поверхности, в процессе формирования которых размывались продукты коры выветривания палеозойских пород, служили источником большого количества глинистого материала преимущественно каолинитового состава. Осаждение и «дозревание» этого материала в озерных водоемах привело к образованию крупных месторождений довольно высококачественных огнеупорных глин (Бускульское, Нижне-Увельское и др.).

Прослой бурых углей и лигнитов широко распространены в отложениях куртамышской свиты среднего олигоцена и наурзумской свиты верхнего олигоцена на восточном склоне Урала; в аналогах этих свит (тюльганская, куюргазинская и др.) на западном склоне Южного Урала. Однако масштабность этих скоплений не везде одинакова. Только в пределах Башкирского Предуралья скопления угольного вещества достигали размеров достаточных для образования промышленных пластов бурого угля. Приурочены промышленные месторождения бурых углей к участкам олигоценовых долин и озерных впадин, испытавших в олигоцене заметные опускания.

Миоценовая эпоха (карта 28)

Семиаридный климат и условия относительного тектонического покоя определили общее направление и большое своеобразие процессов рельефообразования в миоценовую эпоху. На смену интенсивным процессам пенепплензации, господствовавшим на Урале в мезозое и частично палеогене, пришли процессы педипплензации. Результатом развития этих процессов было уничтожение на обширных площадях мезозойского и палеогенового рельефа и образование денудационной равнины, обладающей всеми признаками педипплена.

В современном рельефе Урала реликты миоценового педипплена хорошо сохранились и довольно четко диагностируются. В пределах Горного Урала — это крутые склоны и выровненные подножия около них, перекрытые делювиально-пролювиальными красноцветными отложениями. Характерными формами являются невысокие «островные горы» и конические останцы с вогнутыми склонами. В пределах Зауральского пенепплена реликты миоценового педипплена представлены участками современных водоразделов, на которых полностью смыты мезозойские и олигоценовые коры выветривания.

В связи с засушливым климатом в миоцене постоянные речные потоки имели ограниченное распространение. Интенсивно развивалась овражная и ложковая сеть, базисом эрозии для которой часто служили мезозойские эрозивно-структурные депрессии и олигоценовые долины. Фрагменты этой ложковой сети хорошо фиксируются в бортах Астафьевской, Кочкарской, Уртазымской, Баймакской и других депрессионных зон Зауральского пенепплена. Однако их ширина и протяжен-

ность составляют десятки, редко сотни метров, что не позволило показать эти формы палеорельефа на карте.

Процессы карстообразования в миоцене имели ограниченное распространение. Во всяком случае заложение и развитие новых карстовых форм в широком масштабе, по-видимому, не происходило. В то же время многие карстовые формы более древнего заложения подновлялись, о чем свидетельствует наличие миоценовых отложений в разрезе толщ, заполняющих карстовые воронки мезозойского и палеогенового возраста.

Миоценовая эпоха может быть охарактеризована как эпоха значительного разрушения и даже уничтожения многих ранее созданных экзогенных месторождений полезных ископаемых. Вместе с тем господствовавший в то время делювиально-пролювиальный снос рыхлого материала приводил к образованию россыпных месторождений ложкового типа. В результате возникали многочисленные, но небольшие по запасам миоценовые россыпи, как правило, обрамляющие поля развития более древних россыпей. Часто миоценовые золотоносные, платиноносные и алмазоносные ложки локализуются на бортах мезозойских эрозивно-структурных депрессий и олигоценовых долин, которые являлись местными базисами эрозии миоценовой ложковой сети.

В результате своеобразных процессов миоценового рельефообразования произошло накопление в основании отложений, заполняющих миоценовые лога, «рудоносного» горизонта слабовыветрелых грубообломочных пород. Вблизи полей развития хрусталеносных кварцевых жил (в коре выветривания) грубообломочный горизонт миоценовых логов нередко содержит скопления пьезооптического сырья.

Скопления валунных руд маритового состава, заключенных в красно-бурые глины, установлены на ряде контактно-метасоматических месторождений. Известны валунные руды, возникшие за счет мартизации и переотложения в миоценовых логах продуктов размыва докембрийских железистых кварцитов Тарташского выступа. В Среднем Зауралье известны случаи обогащения базального грубообломочного горизонта каракольской серии обломками фосфоритов, образовавшихся при размыве фосфоритоносных горизонтов меловых и палеогеновых морских толщ.

Таким образом, формирование продуктивных грубообломочных горизонтов, располагающихся в основании отложений, заполняющих миоценовые лога, явление региональное и оно должно приниматься во внимание при поисковых работах на соответствующие виды полезных ископаемых.

Современная эпоха (геоморфологическая карта) (карта 29)

Завершающий этап становления основных черт современного рельефа Урала, в том виде как они отражены на геоморфологической карте, относится к плиоцен-четвертичному времени. В это время в связи с преобладавшими воздыманиями земной коры определились основные современные геоморфологические районы Урала и окружающих его равнин. Свое дальнейшее развитие получили процессы формирования речных долин и склонов, карстовые явления. Одновременно происходили новейшие тектонические подвижки в зонах субмеридиональных и субширотных разрывных нарушений.

Выше неоднократно говорилось о реликтовом характере многих элементов современного рельефа Урала. Возникшие в ту или иную эпоху формы рельефа в процессе формирования Урала претерпели воздействие последующих геолого-геоморфологических процессов. В итоге сложились основные геоморфологические районы Уральского региона, которые являются, по существу, обобщенным выражением истории развития рельефа и накопления коррелятных ему рыхлых отложений.

Подводя итог изучению мезозойско-кайнозойской истории формирования Уральского региона, А. П. Сигов [37] выделил здесь ряд гео-

морфологических областей, различающихся между собой прежде всего по морфогенезису основных форм рельефа и характеру их преобразования под воздействием новейших движений земной коры. В пределах Урала и окружающих его равнин выделяются: а) Уральское горное сооружение с его подразделением на зоны Уральского кряжа и пенеплена; б) восточная окраина Русской равнины с подразделением ее на ряд равнин, плато и других крупных форм рельефа преимущественно денудационного происхождения; в) Западно-Сибирская и Тургайская равнины с подразделением их на ряд второстепенных равнин и плато преимущественно аккумулятивного происхождения. На составленной карте они легко вычитываются по расположению основных морфогенетических типов рельефа.

Плиоцен-четвертичный этап развития речной сети Урала был отмечен дальнейшим углублением речных долин и формированием серии преимущественно эрозионных террас. Причиной активизации эрозии послужило новое изменение тектонических и климатических условий формирования рельефа. Эпоха относительной стабильности, характерная для миоцена, в плиоцен-четвертичное время сменилась общей тектонической активизацией территории (поднятиями). Одновременно на смену жаркому засушливому климату миоцена в плиоцен-четвертичное время пришел умереннохолодный и более влажный климат, что также стимулировало развитие процессов эрозии.

Развитие плиоцен-четвертичной гидросети протекало унаследованно по отношению к главным направлениям речного стока в миоцене. В горных районах Урала и на его западном склоне частично были унаследованы олигоценовые и мезозойские долины, и только на восточном склоне Урала, в большинстве случаев были выработаны новые направления речных долин. Процесс врезания речной сети в плиоцене был прерван непродолжительной стабилизацией эрозии в конце плиоцена, когда по глубоким среднеплиоценовым долинам западного склона Урала и в Предуралье произошло вторжение вод акчагыльского моря, оставившего свои следы в виде высоких абразионных террас с фрагментами прибрежно-морских преимущественно песчано-галечниковых накоплений. В Зауралье в это время сформировались озерно-аллювиальные и озерные равнины, что подтверждается широким распространением здесь аналогичных по генезису отложений кустанайской верхнеплиоценовой свиты.

Плиоцен-четвертичный этап был отмечен активным развитием карста на Урале. Это подтверждается соответствующим возрастом отложений, выполняющих многие карстовые полости.

ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ

Западно-Сибирская плита

Территория Западно-Сибирского региона в палеогеоморфологическом отношении изучена еще недостаточно, что объясняется в значительной степени огромными размерами региона и неравномерным распределением данных бурения. Некоторые общие сведения о рельефе юрского и мелового периодов дает недавно изданный «Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины» [2]. Однако этих сведений явно недостаточно для того, чтобы составить специальные карты палеорельефа и осадконакопления. С другой стороны, имеется достаточно обширный фактический материал, позволяющий дать характеристику некоторых новейших этапов развития рельефа.

С учетом указанных обстоятельств для рассматриваемого региона было составлено относительно небольшое количество карт, но отвечающих, по возможности, крупным геологическим рубежам в истории развития рельефа и процессов накопления рыхлого материала. Составленные три карты, характеризуют главные особенности рельефа раннеюр-

ской (включая рэтский век), меловой (баррем-сеноманское время) и плиоценовой (предъямальское время) эпох. Кроме того, составлена обзорная геоморфологическая карта в основном для завершающего позднеплиоценового-четвертичного этапа развития рельефа.

Ввиду неравномерной изученности территории глубоким бурением довольно многие формы палеорельефа, особенно для древнейших мезозойских эпох, были восстановлены путем широкого использования геофизических данных и общих литолого-палеогеографических построений (результаты глубокого сейсмического зондирования, исследования литолого-стратиграфических комплексов осадочных пород, погребенных кор выветривания, палеоклиматических и палеоботанических обстановок, и др.). В этом выражалась главная особенность региональной методики исследований.

По степени обоснованности фактическим материалом наиболее достоверной, в смысле показа конкретных форм рельефа, является геоморфологическая карта. Однако следует указать, что приведенные на ней трактовки генезиса многих четвертичных форм рельефа, в значительной мере, отражают точку зрения авторов рабочего макета на происхождение этих форм. Как известно, до сих пор еще отсутствует однозначная оценка роли четвертичных оледенений Сибири и трансгрессий арктического бассейна в происхождении подобных форм рельефа и сопряженных с ними рыхлых отложений в северной половине Западно-Сибирской равнины.

Раннеюрская эпоха (включая рэтский век) (карта 30)

Выделяемая эпоха рельефообразования и осадконакопления была одной из главных в мезозойско-кайнозойской истории Западно-Сибирской плиты. В эту эпоху произошло заложение ряда крупных форм рельефа различного генезиса, которые так или иначе влияли на все последующее развитие процессов морфогенеза и литогенеза в мезозое и, по-видимому, в раннем кайнозое.

Изученность триасовых и нижнеюрских отложений Западно-Сибирской плиты неравномерная. Они достаточно хорошо исследованы по окраинам региона, где изучались по обнажениям и керну колонковых и глубоких поисково-разведочных скважин. Во внутренней части плиты эти отложения вскрыты меньшим количеством поисково-разведочных скважин, преимущественно в районах структурных поднятий. Севернее 64-й параллели в центральной части плиты подошва триасовых и юрских отложений вскрыта только единичными скважинами на Надымской и других разведочных площадях, но их распространение намечается геофизическими методами. Изопахиты здесь проведены, главным образом, по данным геофизических методов с использованием материалов по скважинам, а также путем сопоставлений полученных данных с разрезами периферических частей региона.

Сложная картина смены фаций триас-нижнеюрских отложений позволила выделить почти все элементы рельефа от высоко приподнятых участков поздне триасового пенеплена с типичными для него котловинами-грабенами до аккумулятивных равнин, временами заливавшихся морем. Наиболее сложно в методическом отношении решалась задача по восстановлению геоморфологической обстановки в области распространения триасовых и юрских грабенов, часть которых показана на составленной карте. Были использованы методические разработки, изложенные в работе М. Я. Рудкевича, В. С. Бочкарева и др. [34], в которой показано, что наибольшие воздымания (соответственно поднятие рельефа) испытали области распространения грабенов, выполненных туринской серией (средний триас). Несколько меньшие отметки поверхности были там, где развиты впадины, выполненные челябинской серией (рэтлейас). Достаточно высокий, но сильно сглаженный рельеф типа пенеплена существовал в области распространения грабенов, выполненных убаганской серией (нижняя-средняя юра).

При восстановлении рельефа суши в остальной части региона принималось во внимание то обстоятельство, что среди континентальных отложений триаса и юры, при их широком площадном и плащеобразном залегании, грубообломочные осадки имеют весьма ограниченное распространение. Эта особенность позволяет предполагать весьма широкое развитие аккумулятивных равнин и значительную удаленность областей сноса от зон аккумуляции.

На карте выделяется несколько основных типов рельефа: пенеплен, эрозионно-денудационные слабо расчлененные равнины, аллювиальные и другие типы аккумулятивных равнин.

Обширные поля поздне триасового пенеплена, который являлся, по видимому, продолжением соответствующего пенеплена на Урале, были развиты в окраинных западной и южной частях Западно-Сибирской плиты, примыкавших к Уралу и Казахскому щиту. Значительные изолированные массивы того же пенеплена существовали в бассейне Среднего Приобья, где они намечаются по корам выветривания и зонам резкого выклинивания мощности аллювиальных нижнеюрских отложений. Эти массивы соответствуют крупным поднятиям фундамента (центральная часть Сургутского свода, Нижневартовский свод и др.).

Выделение данной поверхности в качестве регионального пенеплена может быть обосновано распространением в ее пределах достаточно мощной (до десятков метров) каолиновой коры выветривания, вскрытой глубокими скважинами в различных, в том числе весьма разобщенных по территории районов Западно-Сибирской плиты. Специальное изучение кор выветривания как возможных коллекторов газа и нефти (Е. Г. Журавлев, Т. А. Лапинская, 1976 г.) показало, что они накапливались скорее всего в условиях относительно приподнятых, но слабо расчлененных водораздельных массивов, в обстановке теплых и влажных климатов раннего мезозоя и относительно стабильного режима тектонических движений, т. е. в типичных для образования пенеплена условиях. При этом допускается, что главную роль в денудационном выравнивании рельефа и перемещении рыхлого материала в крупные палеодолины на подобных территориях сыграли склоновые процессы (т. е. выравнивание рельефа шло по типу педипленизации).

Так или иначе, но выделяемый пенеплен играл очень важную роль в развитии процессов корообразования и накопления других рыхлых толщ во впадинах. Для районов западной окраины Западно-Сибирской плиты это доказывается также присутствием мощных (до 500—1 500 м и более) триас-нижнеюрских отложений, в том числе с прослоями бурых углей и каолиновых глин, накапливавшихся в эрозионно-структурных депрессиях (озерах-грабенах) на пониженных участках пенеплена.

В период широкого накопления нижнеюрских терригенных осадков склоны пенеплена, обращенные в основном к центральной части Западно-Сибирской плиты, были сильно эродированы. Здесь возникла наклонная эрозионно-денудационная равнина с отметками рельефа порядка 100—400 м, которая впоследствии была погребена под средне- и верхнеюрскими отложениями.

Формирование поздне триасового-раннеюрского рельефа происходило в обстановке относительного тектонического покоя и теплого гумидного климата. Это послужило основной причиной не только для накопления мощной коры выветривания на относительно приподнятых водоразделах, но и весьма широкого формирования аккумулятивных равнин, занимавших обширные пониженные пространства в южных, центральных и северных районах Западно-Сибирской плиты. В направлении с юга на север эти поверхности образовывали своеобразный полигенетический (полифациальный) ряд аккумулятивных равнин от аллювиальных в южных районах плиты до лагуно-дельтовых и прибрежно-морских равнин в ее северной части.

Аллювиальные и озерно-аллювиальные равнины примыкали к упомянутой выше эрозионно-денудационной равнине. Отметки рельефа в пределах аккумулятивных равнин колебались от 20 до 100 м над уров-

нем моря. Осадки представлены здесь исключительно породами, представленными различными горизонтами нижней юры, причем в днищах долин разрезы стратиграфически наиболее полные, а на междуречных пространствах обычно развиты отложения верхов нижней юры.

Мощности осадков на аллювиальной равнине изменяются от 50 до 150 м, причем повышенные значения приурочены к древним долинам. Последние выделены в основном по литологическому составу осадков и особенностям их строения в разрезе, характеру пространственного распределения мощностей коррелятных осадков. Русловые осадки на кривой ПС электрокаротажных диаграмм имеют резкое основание, образующее подошву пласта при максимальном содержании песков.

На аллювиальной равнине прослеживаются многочисленные участки увеличенных мощностей, приуроченные к древним долинообразным понижениям, что видно из древовидного рисунка изопакит. Вдоль этих долин от верховьев к низовьям мощности резко увеличиваются. Долины выполнены чередованием преимущественно алевритово-песчаных и алевритово-глинистых пачек. При этом в наиболее полных разрезах, приуроченных к днищам долин, отложения имеют строение, характерное для аллювиальных толщ двух полных эрозионных циклов. Характер распространения, вещественный состав, текстурные особенности пород и изменение мощностей свидетельствуют о накоплении их в руслах рек в условиях периодических тектонических опусканий. Выше по разрезу пачки песков сменяются алевритово-глинистыми породами с подчиненными прослоями песков мощностью 30—50 м, накопившимися в поймах, озерах, болотах и на склонах долин.

Учитывая теплый гумидный климат раннего мезозоя можно утверждать, что реки в то время были многоводны, долины их были хорошо разработаны и имели относительно глубокий врез в домезозойские породы, достигавший 100—150 м и более. На такую глубину вреза указывают мощности аллювиальных среднеюрских осадков, выполняющих отдельные участки погребенных долин.

В северном направлении отложения аллювиальной равнины переходят в толщу пестрого литологического состава и увеличенных мощностей, характерную для отложений, образовавшихся в условиях дельт. Литологический состав этих отложений характеризуется исключительным разнообразием, но резко преобладают тонкозернистые осадки, представленные переслаиванием глин и алевритов с горизонтальной ритмичной и линзовидно-волнистой слоистостью. Пески занимают подчиненное положение и образуют невыдержанные прослои и пласты мощностью обычно 5—10 м, изредка до 20—30 м. Отложения характеризуются темно-серой окраской, с обилием намывов растительного детрита и чешуек слюды, подчеркивающих горизонтальную ритмическую и линзовидно-волнистую слоистость; встречены прослои глин с тонкостенными эвригалинными двустворками.

Таким образом, общий характер рассматриваемых отложений указывает на накопление их в обширной дельтовой и лагунно-дельтовой областях.

На севере региона дельтовая равнина постепенно переходила в мелководную шельфовую равнину. Осадки этой равнины характеризуются хорошей сортировкой песчано-алевритового материала, преобладанием различных комбинаций волнистой и косой слоистости, а также большим разнообразием фаунистических ассоциаций (многочисленных родов моллюсков, обилием и разнообразием ассоциаций фораминифер), ходами илоедов, обилием растительных остатков и т. д.

Море проникло на территорию Западной Сибири в триасе, но границы, показанные на карте, оно приобрело в ранней юре. Бассейн представлял собой залив, соединявшийся через Хатангско-Ленский пролив с морями Северной Сибири. Устье залива периодически отгораживалось от нормального моря, вероятно, косами и барами, что приводило временами к его опреснению благодаря впадавшим в море многочисленным

рекам. Колебание солености фиксируется чередованием слоев с нормальной и солоновато-водной фауной моллюсков и фораминифер.

В триас-нижнеюрских отложениях имеются залежи нефти и нефтегазопоявления, установлены залежи боксита и многочисленные месторождения бурых углей.

Влияние рельефа на накопление полезных ископаемых наиболее четко выражено в районах месторождений бурого угля и залежей боксита. Эти месторождения приурочены к упоминавшимся выше эрозионно-структурным депрессиям (грабенам). Депрессии с установленными в них месторождениями углей и залежами боксита пространственно сопряжены с раннемезозойским пенепленом и расположены в виде меридиональной полосы вдоль восточного склона Урала. Это позволяет рассматривать западную окраину плиты в качестве территории, перспективной на поиски новых месторождений в замкнутых эрозионно-структурных депрессиях на поверхности поздне триасового пенеплена.

В нижнеюрских отложениях к настоящему времени выявлена только одна залежь нефти на Среднебалыкской площади. Притоки газа с конденсатом получены на Тампейской и Зимней площадях (Усть-Енисейский нефтегазоносный район) из верхов зимней (геттанг—нижний плинсбах) и джангадской (верхний плинсбах—тоар) свит. Эти районы приурочены к прибрежно-морской равнине. В связи с неоднократной миграцией береговой линии раннеюрского моря здесь могли возникать благоприятные условия для последующего образования литологических залежей газа и нефти (бары, косы, пересыпи и т. д.).

Особенно благоприятные условия для образования неантиклинальных ловушек газа и нефти в ниже-среднеюрских отложениях могли возникнуть в северной половине Западно-Сибирской плиты на площадях, приуроченных к южным и юго-западным склонам крупных впадин, где накапливались русловые, дельтовые и озерные осадки, приносимые с юга реками. Лентообразные русловые залежи могли возникать на склонах поднятий, расчлененных мелкой долинно-балочной сетью (Шаимский газонефтеносный район и др.). Перспективны раннемезозойские карты выветривания, которые могут составить новый продуктивный горизонт (Е. Г. Журавлев, Т. А. Лапинская, 1976 г.).

Меловая эпоха (баррем-сеноманское время) (карта 31)

Начавшаяся в валанжине регрессия морского бассейна достигла своего максимума в барреме. Именно с баррема на большей части территории Западно-Сибирской плиты установился континентальный режим, который продолжался до эпохи региональной трансгрессии моря в туроне. Это послужило основанием для определения основных возрастных рубежей выделяемой эпохи развития рельефа и процессов континентального осадконакопления. Судя по палеогеографическим картам [2], общая геоморфологическая ситуация на протяжении всей рассматриваемой эпохи кардинальным образом не изменялась, что послужило дополнительным аргументом для ее выделения как единой эпохи развития рельефа. Показанная на карте литолого-палеогеоморфологическая обстановка наиболее близка к обстановке сеноманского века — к завершающему периоду развития рельефа и накопления коррелятных ему отложений.

Изученность баррем-сеноманских отложений Западной Сибири хотя и неравномерная, но более высокая, чем триасовых и юрских. Они вскрыты большим числом поисково-разведочных и эксплуатационных скважин, расположение которых позволяет сделать вывод о почти сплошном распространении этих отложений на территории Западно-Сибирского региона; грубообломочные породы распространены ограниченно и притом только по периферии региона. Это обстоятельство, свидетельствующее о весьма широком развитии аккумулятивных равнин в раннем мелу и об их низком расположении по отношению к уровню морских бассейнов, существенно выделяло данную эпоху из ряда других эпох континен-

тальных перерывов, когда наряду с аккумулятивными были широко развиты денудационные формы рельефа.

По основному способу образования и главным чертам морфологии для рассматриваемой эпохи восстановлены различные типы эрозионно-денудационных и аккумулятивных равнин, а также некоторые отдельные элементы рельефа.

Главную роль, как уже отмечалось, играют обширные пространства аккумулятивных равнин. По особенностям строения рыхлых отложений, формирующих поверхность этих равнин, они могут быть подразделены на аллювиальные, аллювиально-дельтовые, озерно-аллювиальные и другие типы (см. карту).

Аллювиально-озерные равнины занимали обширные пространства на востоке и юго-востоке и весьма ограниченную территорию на юго-западе плиты. Высотные отметки на аллювиальной равнине колебались от 30 до 60 м над уровнем моря. Осадки представлены чередованием невыдержанных пачек песков и глинисто-алевритовых пород, с многочисленными намывами растительного детрита и чешуек слюды на плоскостях напластования, с линзами и прослоями бурых углей мощностью порядка 20—30 м. В отложениях установлены погребенные почвенные горизонты и коры выветривания мощностью до 10 м.

В разрезе нижнемеловых отложений песчаники и алевролиты преобладают над глинами. Отмечаются перерывы и выпадение отдельных пачек и пластов, но вследствие трудностей корреляции отдельных частей разреза нередко большая часть несогласий при интерпретации геофизических материалов пропускается. Мощности осадков на равнине изменяются в пределах нескольких сотен метров, сокращаясь на крайнем юго-востоке, северо-востоке и юго-западе, по мере приближения к эрозионно-денудационной равнине.

Повышенные значения мощностей осадков приурочены к долинам, которые выделены по литологическому составу осадков и особенностям их строения в разрезе, характеру пространственного распределения мощностей. Кроме того, широко использовались методы определения условий образования осадков по геофизическим данным (см. выше).

В пределах выделяемых равнин прослежено несколько крупных речных долин. Они тяготеют к крупным впадинам и прогибам (Омская, Большехетская впадины, Южнопаютский мегапрогиб и др.). В долинах установлены пачки русловых песков мощностью 40—80 м, чередующихся с алеврито-глинистыми пачками с подчиненными прослоями песков мощностью 5—10 м. При этом в баррем-сеноманской аллювиальной толще обособляется 4—6 эрозионных циклов (Ю. Н. Карагодин, 1980 г.). Русловые пески вверх по разрезу сменяются алеврито-глинистыми породами, накопившимися в поймах, озерах, болотах и на склонах долин. Таким образом, мощная глинисто-алевритовая толща на протяжении баррем-сеномана накапливалась в пределах озерно-аллювиальной равнины в различных геоморфологических и фациальных условиях.

Аллювиально-озерные равнины в соответствии с региональным уклоном постепенно переходили в дельтовые равнины, которые непрерывной полосой окаймляли озерную и прибрежно-морскую равнины. Осадки дельтовой равнины характеризуются увеличенными мощностями и пестрым литологическим составом. В средней и верхней части баррем-сеноманской толщи встречаются прослой глины с морской и солоноватоводной фауной двустворок и фораминифер.

Отложения прибрежно-морской равнины представлены глинами с подчиненными пластами и пачками алевролитов и песчанников, накопившимися в условиях отшнурованного внутреннего опресненного морского бассейна типа моря-озера. Воды этого бассейна были значительно опреснены, на что указывает присутствие редкой эндемичной эвригалинной фауны фораминифер и эвригалинных двустворок. Отложения альбского яруса представлены палеофаунистически охарактеризованными морскими глинами (с тонкими прослоями и пластами алевролитов и песчанников мощностью 2—10 м), что свидетельствует о времен-

ном установлении морских условий развития палеорельефа в этом районе.

В баррем-сеноманских отложениях содержатся залежи газа и нефти, вскрыты пласты бурого угля, залежи железных руд и бокситов.

Палеогеоморфологические условия, повлиявшие на распространение газовых и нефтяных месторождений применительно к территории всего Западно-Сибирского региона, изучены еще недостаточно. Однако имеются указания на связь скоплений газа в нижнемеловых отложениях с прибрежно-морскими равнинами с повышенной песчаностью осадков. Перспективны в этом отношении северные районы плиты, а также территория Среднего Приобья, где в условиях мелкоморья на положительных структурах могли возникать различные формы аккумулятивных песчаных тел, благоприятных для промышленного скопления углеводородов.

Вблизи восточного склона Урала в нижнемеловых отложениях встречены многочисленные углепроявления, но отсутствие благоприятных геотектонических условий препятствовало формированию здесь сколько-нибудь значительных месторождений угля. Влияние рельефа на распространение угольных залежей и сопряженных с ними огнеупорных глин осуществлялось через активное развитие карстовых впадин, к которым приурочено большинство залежей. На остальной территории Западной Сибири многочисленные пласты углей мощностью от 2 до 10—15 м вскрыты бурением в процессе нефтегазопромысловых работ. Они залегают на больших глубинах, но служат показателями региональной угленосности баррем-сеноманских отложений, что было обусловлено скорее всего преобладавшим низким «стоянием» суши в баррем-сеноманское время.

Осадочные месторождения железных руд и бокситов в западных и юго-западных районах плиты генетически сопряжены с эрозионно-структурными депрессиями или карстовыми полостями.

Общая палеогеоморфологическая обстановка их образования рассматривалась при характеристике Уральского региона. В Приенисейской части Западно-Сибирской плиты в скважинах установлены многочисленные проявления бокситов, приуроченные к гравелитам, состав которых указывает на образование этих толщ за счет размытия латеритной коры выветривания в западных районах Сибирской платформы. Перенос рыхлого материала осуществлялся реками, поэтому в понижениях рельефа, особенно на участках карстующихся пород, могли возникать промышленные залежи боксита.

*Плиоценовая эпоха (предьямальское время) (карта 32) **

Позднеплиоценовый ямальской трансгрессии в различных районах Западно-Сибирской плиты предшествовали глубокие эрозионные размыты. Независимо от первопричин — понижение уровня океана, как считают одни исследователи, или тектонические поднятия суши, как полагают другие, — относительный уровень Арктического бассейна, судя по положению тальвегов погребенных пра-долин, был не менее чем на 300 м ниже современного. Арктический шельф представлял собой сушу, а амплитуда расчленения рельефа на севере Западной Сибири достигала 500—600 м, на юге (Тургайская ложбина) — 200 м. Береговая линия находилась в области материкового склона, а высота суши над уровнем моря в пределах современного шельфа и Западно-Сибирской равнины была на 300—400 м выше современной.

Таким образом, в мезозойско-кайнозойской истории развития Западно-Сибирского региона выделяемая эпоха была отмечена большим своеобразием рельефа. Очевидно, что она может быть определена как эпоха исключительно активного развития глубинной эрозии, что естественно наложило определенный и весьма значительный отпечаток на

* Раздел составлен П. П. Генераловым.

развитие процессов рельефообразования и осадконакопления в различных частях Западно-Сибирского региона.

Самыми молодыми отложениями, в которые врезаны пра-долины рассматриваемой эпохи, на севере являются пелымская свита миоцено-нижнего плиоцена, на юге — павлодарская свита нижнего (?) плиоцена. Регрессивная фаза формирования (врез) пра-гидросети на севере началась, по-видимому, несколько раньше, чем на юге, вслед за резким падением уровня Арктического бассейна, служившего для нее базисом эрозии. Это определяет преимущественно среднеплиоценовый возраст выделяемой эпохи рельефообразования.

При составлении карты были использованы различные материалы, в первую очередь данные бурения, поскольку среднеплиоценовый рельеф на значительных пространствах Западной Сибири погребен под четвертичными или верхнеплиоценовыми-четвертичными отложениями. Из учтенных сводных материалов по региону следует отметить карты современного положения дочетвертичного рельефа, приповерхностной внутричехольной складчатости, новейшей тектоники, геоморфологическую и др.

Подразделение рельефа, выработанного на породах платформенного чехла в пределах плиты, на основные генетические типы проведено в значительной мере условно. Субгоризонтальные и слабо наклонные равнины междуречий выделены в категорию денудационных равнин с участками аллювиальной и аллювиально-озерной аккумуляции, имевшей место здесь в течение предшествующего этапа и затухавшей в начальные фазы рассматриваемого этапа. С этой точки зрения поверхность междуречий, достигавшая местами высоты 500—600 м над уровнем моря в стадию максимума регрессии, является наиболее древней (в пределах рассматриваемого диапазона времени). В ее пределах, вероятно, были фрагменты поверхности предшествующего миоцен-раннеплиоценового этапа.

Вырисовывающиеся по изогипсам относительно крутые борта крупных речных долин выделены, как эрозионные расчлененные внутридолинные равнины. Сколько-нибудь значительных по площади аккумулятивных участков, сложенных аллювием в пределах изображаемых в масштабе карты равнин (эрозионных поверхностей), достоверно не установлено. Это самый молодой для данной эпохи рельеф, отвечающий по времени своего формирования в основном максимуму регрессии.

К особой категории типов рельефа отнесены придолинные участки междуречий (слабо расчлененные эрозионные долины), имеющие промежуточные величины уклонов, а также долины мелких и средних рек и верховьев крупных (в южной половине равнины). Не исключено, что регрессивная эрозионная ступень крутого продольного профиля долин главных рек не успела продвинуться в полной мере до верховьев основных и второстепенных водотоков на плите и здесь в долинах местами отлагался аллювий (битекейская свита — средний плиоцен?).

Особо следует сказать о предьямальских долинах, развитие которых, как указывалось выше, во многом определило общий «каркас» строения погребенного рельефа.

Продольные профили тальвегов погребенных пра-долин значительно круче, чем профили современных водотоков. Это отмечается и для главного (в рассматриваемую эпоху) эрозионного ствола Западной Сибири — ложбины Убаган-Тобол-Иртыш-Обь. Интенсивное врезание водотоков на значительную глубину определило большую высоту и крутизну склонов, что привело к широкому развитию процессов склоновой денудации.

Субмеридиональная эрозионная ложбина Убаган-Тобол-Иртыш-Обь в рассматриваемый этап была главным речным стволом в пределах западной половины плиты. Широтных отрезков Оби (выше г. Ханты-Мансийска) и Иртыша (выше г. Тобольска) либо не существовало, либо на их месте были сравнительно небольшие притоки главной реки.

К среднеплиоценовой эпохе, по-видимому, относится заложение вдоль западной окраины Сибирской платформы транзитной субмеридиональной долины пра-Енисея и перехват им древней системы западного стока, продолжавшейся ранее вглубь территории Западно-Сибирской плиты.

В эпоху формирования пра-долин с территории севера Западной Сибири и современного Карского шельфа были вынесены в океан огромные массы мезозойских, палеогеновых и, по-видимому, миоцен-нижнеплиоценовых отложений, участвовавших в строении досреднеплиоценовых форм рельефа. Частично измененными реликтами последних являются возвышенности Северо-Сосьвинская, Верхне-Тазовская, Сибирские Увалы и др. В пределах современной Ямало-Гыданской области и Карского шельфа досреднеплиоценовые поверхности были размыты в значительно большей степени, по-видимому, в связи с близостью к базису эрозии и большей интенсивностью криогенных, термоэрозионных и т. п. процессов.

Отсутствие среднеплиоценовых отложений почти на всей рассматриваемой территории обусловило слабое распространение осадочных полезных ископаемых, возникших в эту эпоху. Достоверно связаны со среднеплиоценовыми отложениями строительные пески и песчано-гравийные смеси, приуроченные к битекейскому аллювию на юге плиты, россыпные месторождения и проявления в древнем аллювии предьямальных переуглублений на Северо-Сосьвинском и Ляпинском Урале.

Следует отметить роль среднеплиоценового регрессивного этапа в формировании залежей углеводородов, особенно значительную для северных районов плиты. Падение уровня моря на 250—300 м ниже современного и связанное с ним формирование глубоких долин не могло не сопровождаться снижением пластовых давлений в продуктивных горизонтах. С учетом роста амплитуд структур на севере плиты к этому времени оно могло снизиться суммарно на 30—40 атм. По мнению некоторых исследователей (Н. М. Кругликов, И. Л. Кузин, 1973 г.), такой величины было достаточно для образования скоплений газа, по размерам близких к залежам Березовского района.

*Современная эпоха (геоморфологическая карта) (карта 33) **

Завершающий позднеплиоценовый-четвертичный этап развития рельефа Западно-Сибирской плиты был отмечен кардинальной перестройкой общей геоморфологической ситуации, когда на обширных пространствах этой территории вновь были созданы обширные аккумулятивные равнины. Наряду с реликтами более древних денудационных равнин, они составляют главные особенности строения современного геоморфологического ландшафта Западной Сибири и служат предметом многочисленных специальных исследований, в том числе крупномасштабного геоморфологического картирования. Наиболее важным обобщающим документом в этом отношении является изданная в 1969 г. сводная «Геоморфологическая карта Западно-Сибирской равнины» масштаба 1 : 150 000 [10], которая была взята за основу при составлении настоящей карты.

Вместе с тем, многие вопросы генезиса рельефа современной земной поверхности в пределах Западно-Сибирской плиты остаются еще нерешенными. Наиболее остро дискутируются вопросы о роли четвертичных оледенений и морских трансгрессий в формировании рельефа северной части плиты и вопрос о происхождении линейно-грядовых форм рельефа, связанных с мелкой приповерхностной складчатостью осадочного чехла.

Основную роль в современном геоморфологическом строении Западно-Сибирской плиты играют денудационные и денудационно-аккумулятивные (полигенетические) поверхности выравнивания междуреч-

* Раздел составлен П. П. Генераловым.

ных пространств, аккумулятивные террасовые равнины, речные террасы по долинам крупных и небольших рек. В своей совокупности они образуют систему геоморфологических уровней, которая по основному способу и времени образования рельефа может быть подразделена на три группы поверхностей.

К первой группе отнесены наиболее высокие денудационные и денудационно-аккумулятивные равнины, развитые в западной, южной и восточной окраинных частях Западно-Сибирской плиты и, частично, в широтном поясе Сибирских Увалов. Они представляют собой реликты миоцен-плиоценовых и, возможно, более древних эпох развития рельефа.

Вторую группу образуют более низкие и обширные междуречные и террасовые аккумулятивные равнины преимущественно четвертичного возраста. В южной половине Западно-Сибирской плиты (к югу от Сибирских Увалов) они представлены, в основном, озерными и озерно-аллювиальными равнинами позднеплиоценового-раннечетвертичного и ранне-среднечетвертичного возраста, но севернее Сибирских Увалов их генезис истолковывается двояко (см. ниже). Исключение должно быть сделано и в отношении участков, сложенных с поверхности мощной толщей супесчано-алевритовых лессовидных пород дубровской свиты (нижний плейстоцен?). Значительная фациальная изменчивость этих отложений (пролювиальные, озерно-лиманские и другие образования) показывает, что отдельные обширные участки междуречных аккумулятивных равнин, расположенных к югу от Сибирских Увалов (Приобское плато, юго-восток Западно-Сибирской равнины и др.), формировались в обстановке резко-локального изменения основных условий морфогенеза.

Наконец, в третью группу могут быть выделены комплексы позднечетвертичных, голоценовых и современных террас. Преобладающий аллювиальный генезис этих уровней рельефа и их принадлежность (для каждой выделяемой террасы) к одному и тому же микроциклу развития рельефа и осадконакопления в различных районах Западно-Сибирской плиты признаются большинством исследователей [29 и др.].

На рабочем макете рассматриваемой карты в северной половине Западно-Сибирской плиты повсеместно (исключая самые высокие междуречья вблизи восточного склона Урала и западной части Средне-Сибирского плоскогорья) были показаны плейстоценовые равнины морского — аккумулятивного или абразионного происхождения. Авторы макета (см. карту 2) привели ряд доказательств, обосновывающих подобную точку зрения на генезис форм рельефа, отнесенных выше ко второй группе геоморфологических уровней. В частности, доказывалось, что сопряженные с этими уровнями различные второстепенные элементы рельефа, которые в северных районах интерпретировались как камы, озы, конечные морены и т. д., не являются таковыми. Их строение, морфология закономерные пространственные связи с палеогеографическими и структурными элементами свидетельствуют, что это эрозионные, абразионные и термоабразионные останцы обычно песчаных толщ и другие неледниковые образования.

Определенная сумма доказательств возможного покровного оледенения северной половины Западно-Сибирской плиты, в свою очередь, приводится противниками указанной выше концепции. В частности, даны описания рыхлых отложений, как моренных или фолювиогляциальных образований; указывается на вероятный ледниковый генезис мелкохолмистых форм рельефа и т. д.

При составлении рассматриваемой карты была принята в известной мере компромиссная точка зрения, соответствующая представлению (Г. И. Лазуков 1972 г. и др.) о вполне вероятной сложной палеогеографической обстановке формирования рельефа северной половины Западно-Сибирской плиты в четвертичное время, когда на обширных пространствах этой территории происходило взаимодействие морского и ледового морфогенеза. На карте соответственно выделены как типичные ледниковые, так и ледово-морские формы рельефа.

Характерный комплекс форм рельефа в Западной Сибири образуют формы параллельно-грядового или линейно-грядового рельефа, который выражен также в погрбенном среднелищенновом рельефе (площади широкого распространения литолого-структурных гряд и останцов, показанные на карте 32). Происхождение этих форм рельефа, изучение и картирование которых важно в геологическом отношении, окончательно не установлено.

Большинство исследователей в последние годы признают, что параллельно-грядовый рельеф на севере Западно-Сибирской плиты связан, в основном, с зонами мелкой складчатости, широко развитой в приповерхностной части осадочного чехла. Значительная часть известных в настоящее время приповерхностных внутричехольных складок выражена в рельефе. На участках их распространения на современной земной поверхности развиты закономерно ориентированные гряды и межгрядовые понижения, группирующиеся в полосы в той или иной мере изогнутые в плане (дугообразно, фестончато и т. п.).

Образование этих линейных форм долгое время объяснялось напорной или аккумулятивной деятельностью ледников. По сумме известных к настоящему времени данных этот тип рельефа генетически может быть определен в основном как литолого-структурный. В его образовании главная роль принадлежала скорее всего избирательному воздействию эрозионных и криогенных процессов, отпрепарировавших различные элементы трещиноватости, чередованию слоев различного литологического состава и гофрировке дочетвертичных (местами древнечетвертичных) пород на участках внутричехольной складчатости.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН И ТУРГАЙ

Казахский щит и Чу-Сарысу́йская впадина *

Казахский щит рассматривается совместно с расположенной к югу от него Чу-Сарысу́йской впадиной, выходящей за границы щита. Целесообразность объединения этих территорий в единый регион продиктована широким распространением в пределах Чу-Сарысу́йской впадины рыхлых отложений, коррелятных палеорельефу Казахского щита. Кроме того, на ранних этапах развития рельефа и накопления континентальных толщ Казахский щит и Чу-Сарысу́йская впадина выступали в качестве единого (однотипного) региона.

Для данного региона составлено пять карт, характеризующих палеогеоморфологические обстановки, существовавшие в раннеюрскую (включая рэ́тский век), поздне меловую-раннепалеогеновую, позднеолигоценную и позднеплиценную эпохи развития рельефа и процессов осадконакопления, а также геоморфологическая карта для завершающего четвертичного этапа становления современного рельефа Казахского щита и Чу-Сарысу́йской впадины. Выбор указанных древних эпох был предопределен: во-первых, наличием фактических данных для широких региональных палеогеоморфологических реконструкций; во-вторых, целесообразностью выделения наиболее различных по своим особенностям эпох развития рельефа и процессов осадконакопления в мезозойско-кайнозойское время.

Центральное место в рассматриваемом регионе занимает Казахский щит. Восстановление рельефа щита, особенно его центральной (открытой) части, связано с большими трудностями, ввиду неоднократно проявления здесь процессов региональной денудации в условиях длительного существования экспонированного рельефа. Геоморфологические обстановки на склонах щита, в пределах Чу-Сарысу́йской впадины, восстанавливаются легче в связи с широким развитием в этих районах коррелятных образований различного типа и перекрывающих погрбенный рельеф континентальных или прибрежно морских толщ.

* Раздел составлен В. Ю. Малиновским.

Основным методом при составлении карт был анализ исходных данных, представленных результатами среднемасштабных геологических съемок. Широко привлекались также материалы аэрофотосъемки, данные полевых геолого-геоморфологических наблюдений, результаты аналитического изучения кор выветривания и других коррелятных толщ, определений ископаемой флоры и фауны и др. Среди аналитических исследований следует отметить термические, минералогические и гранулометрические анализы.

В целом, путем комплексного геолого-геоморфологического подхода к изучению рельефа удалось восстановить его главнейшие особенности в указанные выше минувшие континентальные эпохи.

Раннеюрская эпоха (включая рэтский век) (карта 34)

Континентальные условия в пределах Казахского щита почти непрерывно существовали на протяжении всего позднего палеозоя. В конце герцинского орогенного этапа можно предполагать возникновение горного рельефа преимущественно в Джунгар-Балхашской области, тогда как в западной части Казахского щита значительные площади были выровнены еще в каменноугольное и пермское время. О региональной стабилизации тектонических движений свидетельствует отсутствие триасовых континентальных или морских осадков на огромной площади всей эпигерцинской платформы, за исключением отдельных грабен-синклиналей и районов вулканизма.

В рассматриваемую эпоху территория Казахского щита и Чу-Сарысуийской впадины представляла собой достаточно однообразную денудационную равнину, морфологические особенности которой определялись литологией субстрата. Это была эпоха формирования глобального мезозойского пенеплена на щите, обстоятельная характеристика которого дана в известной работе З. А. Сваричевской [36].

Некоторое обновление рельефа отмечается по присутствию грубообломочных толщ на локальных участках Центрального Казахстана еще в рэт-лейасовое время. Однако эти участки крайне малы по площади по сравнению со всей территорией щита и можно предполагать повсеместное развитие пенеплена. Исходя из этих предположений, дифференцировать палеорельеф можно на основании литологических особенностей субстрата, на котором возник пенеплен, так как многие его обширные площади или отдельные фрагменты сохранились до настоящего времени.

Высокий водораздельный пенеплен с элементами холмогорья был связан с докембрийскими породами, представленными метаморфическими толщами, включая пласты кварцитов. В соответствии с простирающимися толщами были развиты разнообразные формы низкогогорного линейного рельефа. В структурном отношении они наследовали осевые зоны каледонских антиклинорий. Можно предполагать, что в эпоху пенепленизации сливные кварциты всегда выступали как положительные формы по отношению к другим менее прочным осадочным толщам.

В Улутауском районе крупногрядовый рельеф существовал в осевой полосе антиклинория Улутау. В центральной части щита в области древнего Ерементау-Ниязского антиклинория над пенепленом господствовали гряды, сложенные кварцитами. Местами они достигали значительных относительных высот и при их разрушении материал в юрское время поступал в локальные эрозионные или эрозионно-тектонические депрессии.

К югу от Карагандинского бассейна располагались крупные гряды или участки низкогогорья, связанные с осевой зоной Тектурмасского антиклинория, сложенного яшмокварцитами. При их разрушении материал поступал в пределы Карагандинской грабен-синклинали. Соответственно с простираем осевой зоны Актау-Моинтинского герцинского антиклинория, сложенной кварцитами, над поверхностью пенеплена выступали крупные гряды. Отсутствие юрских осадков в этой зоне свидетельствует о незначительных относительных превышениях гряд над средним

уровнем пенеплена. Следуя за простиранием структур, грядовый рельеф уходил на юг-юго-восток в сторону Балхаша, представляя собой водораздел между пониженным пенепленом Прибалхашья и Чу-Сарысуйской впадины.

На востоке Казахского щита можно предполагать существование водораздельного пенеплена в зоне антиклинория Янгиз, где в его осевой полосе выходят метаморфические толщи докембрия в виде гряд кварцитов. Этот древний водораздел простирался подобно современному с северо-запада из района Майкюбена на юго-восток к Тарбагатаю более чем на 600 км. Отсутствие юрских прогибов по обе стороны от антиклинория свидетельствует о незначительной высоте этой зоны по отношению к окружающим пенепленизированным равнинам и малой активности глубинного Чингизского разлома.

К зонам палеозойских антиклинориев с водораздельным пенепленом и грядами, примыкали обширные площади высокой денудационной равнины с весьма сложным рельефом, зависящим от состава пород фундамента. В процессе пенепленизации денудацией были срезаны сложно дислоцированные толщи пород фундамента. При этом каждый литологический комплекс образовал мезорельеф, развитый вдоль простираания пород различной плотности. На вулканогенных толщах нижнего-среднего девона, где нет четкой ориентировки пород, возник мелкосопочный рельеф. На гранитах плотные разности оказались в виде положительных форм рельефа, тогда как менее устойчивые породы образовали равнинный рельеф. Подобного рода пенеплен развит в настоящее время в пределах центральной части Кокчетавского поднятия.

Южнее в области Тектурмасского антиклинория по обе стороны высокого грядового рельефа также прослеживается высокий пенеплен на осадочных толщах силура, гранитах и вулканогенных образованиях девона, с присущими им элементами пенеплена. Эта полоса приводораздельного пенеплена протягивалась от среднего течения р. Сарысу к депрессии оз. Карасор.

По обе стороны Чингизского антиклинория с грядовым рельефом можно предполагать развитие высокого пенеплена в виде полосы, тянувшейся со стороны Майкаина на юго-восток, к депрессии оз. Зайсан. С юга располагалась зона денудационных равнин, отличающаяся специфическими чертами, связанными с мощными лавами Джунгаро-Балхашского синклинория. В северной полосе пенеплен развивался на комплексе осадочных толщ нижнего палеозоя в сочетании с каменноугольными депрессиями, что в целом обуславливало его значительную выровненность.

В пределах Джунгаро-Балхашской геосинклинальной области, подвергшейся бурной вулканической деятельности в пермо-карбоне, лавовые покровы сочетались с реликтовыми формами вулканических аппаратов. На фоне лавового плато, или равнины здесь выделялись пермские батолиты, что придавало рельефу своеобразный облик. Можно предполагать, что снос обломочного материала происходил в сторону Прибалхашской впадины, где в депрессии оз. Алакуль известны юрские отложения. Возможно, под кайнозойскими толщами, выполняющими впадину оз. Балхаш, бурением будут обнаружены другие погребенные нижнемезозойские осадки. Причина их отсутствия неясна, поскольку непонятно, куда мог поступать обломочный материал, кроме как в бессточную Прибалхашскую впадину.

Наиболее крупной областью распространения равнинного пенепленизированного рельефа внутри Казахского щита была область верхнепалеозойской Тенизской впадины, где само структурное положение пермских и каменноугольных песчаников, алевролитов и известняков обусловило первичную равнинность рельефа. Отсутствие обломочных толщ аналогичного возраста указывает на слабый размыв исходного пенеплена.

К югу от Тенизской денудационной равнины располагался древний Сарысу-Тенизский водораздел. В его пределах господствовали верхне-

палеозойские грабен-синклинали и горст-антиклинали с субширотной ориентировкой структур палеозойского фундамента. Это предопределило общий облик раннемезозойского рельефа в зависимости от пород субстрата (граниты; каменноугольные известняки и девонские эффузивы). Видимо, уже в процессе формирования пенеплена твердые толщи образовывали пологие гряды, разделенные плоскими депрессиями, простирающие которых отвечало простиранию структур фундамента.

Вдоль северного склона Казахского щита в пограничной полосе с Западно-Сибирской плитой в настоящее время широко развиты реликты мезозойского пенеплена, протягивающиеся от бассейна р. Ишим до депрессии оз. Майкюбень. На западе — это северный склон Кокчетавского поднятия, ступенчато погружающийся под кайнозойские отложения Западной Сибири. Пенеплен здесь частично «подрезан» меловыми и палеогеновыми реками. В позднем триасе и ранней юре, когда пенеплен Западно-Сибирской плиты являлся продолжением пенеплена Центрального Казахстана, рельеф мало чем отличался от современного. Отсутствие юрских и триасовых осадков на северном склоне Кокчетавского массива свидетельствует о незначительной роли процессов эрозии и аккумуляции осадков в формировании рельефа. Исключение составляет лишь локальная грабенсинклиналь района оз. Майкюбень, где происходило накопление ритмичнослоистых толщ, включая конгломераты верхнего триаса.

Чу-Сарысуйская и Прибалхашская впадины в раннем мезозое по характеру рельефа, по-видимому, не отличались от пенеплена Центрального Казахстана. Бурением здесь также обнаружены коры выветривания на палеозойском фундаменте. На локальных участках пенеплена в ранней юре началось образование грабенообразных впадин. Общие опускания начались позднее — в позднеюрское — меловое время.

Таким образом, развитие рельефа Казахского щита и примыкающих к нему кайнозойских впадин в раннем мезозое происходило в целом по пути преобразования горных сооружений, созданных во время герцинской складчатости, в региональный пенеплен, возникший в условиях общей стабилизации тектонических движений.

Наряду с указанными выше литолого-структурными различиями поверхности раннемезозойского пенеплена, весьма характерными элементами его рельефа были замкнутые впадины — грабенсинклинали, в которых происходило накопление мощных толщ рыхлых континентальных отложений: Байканурская, Карагандинская, Майкюбенская, Курайлинская и др. Все они разведывались на угольные месторождения. Для каждой грабен-синклинали была разработана своя местная стратиграфическая шкала и выделено несколько свит преимущественно рэт-лейасового возраста. В ряде впадин мощности этих отложений достигают весьма значительных величин. Например, в небольшой по площади Карагандинской впадине за ранне-среднеюрское время накопилась ритмичнослоистая толща мощностью 2000 м. Существенно переменчивый литолого-фациальный состав отложений в большинстве впадин, с выделением толщ конгломератов, алевролитов, аргиллитов, мелкозернистых песчаников, мощных пластов угля и др. указывает, что формирование рельефа на днищах впадин происходило не только в условиях значительных по амплитудам локально-ритмичных погружений, но и в существенно различной в отдельные периоды палеогеоморфологической обстановке. Преобладали условия формирования чередовавшихся во времени аллювиальных, пролювиальных, озерных и озерно-болотных равнин.

В рассматриваемую эпоху формирования рельефа, главным образом в ранней юре, на территории Казахского щита и Чу-Сарысуйской впадины получили широкое развитие процессы формирования мощной коры выветривания. Этому способствовали: во-первых, сильно сглаженный рельеф триас-раннемезозойского пенеплена, который как бы «подготовил» весьма благоприятные палеогеоморфологические условия для развития процессов выщелачивания коренных пород на отмеченных выше относительно приподнятых участках пенеплена; во-вторых, теплые

и влажные климаты раннего мезозоя, стимулировавшие интенсивное и весьма длительное развитие этих процессов.

Вопрос о возрасте коры выветривания в некоторой степени дискуссионный. Многие исследователи признают вероятность интенсивного развития этих процессов на Казахском щите в раннем мезозое, что подтверждается данными по смежным регионам Урала, Западно-Сибирской плиты (см. выше) и наличием кор выветривания на палеозойском фундаменте (погребенном пенеплене) под верхнемезозойскими отложениями в пределах Чу-Сарысуйской впадины, Зайсанской впадины и др. [29]. Однако высказываются мнения о весьма широком (триас—юра) или более узком (в основном ранняя юра, возможно ранний мел) возрастном интервале образования коры выветривания.

Исходя из указанных выше особенностей развития регионального пенеплена Казахского щита и Чу-Сарысуйской впадины, особенностей строения рыхлых триас-юрских толщ, выполняющих грабен-синклинали на щите и палеоклиматических данных, основной период накопления коры выветривания следует отнести, вероятно, к ранней юре, хотя процессы выветривания продолжались и в раннемеловое время. В пользу подобного предположения говорят такие данные, как преобладающий грубообломочный характер рэтских отложений в основании толщ, выполняющих многие из указанных выше впадин — грабен-синклиналей на щите — показатели начальной фазы развития пенеплена, когда рельеф был еще сильно расчлененным и «подходящих» геоморфологических условий для накопления мощной коры выветривания, по-видимому, не было, а также известные данные о более засушливом климате триаса по сравнению с климатами юрской эпохи, т. е. о более благоприятной для развития процессов мощного гипергенеза климатической обстановке в юрскую эпоху. О стратиграфическом положении кор выветривания на погребенном пенеплене в смежных с Казахским щитом крупных впадинах говорилось выше.

Мощная в основном раннемезозойская кора выветривания пользовалась, вероятно, весьма широким распространением на Казахском щите, поскольку и в настоящее время она сохранилась на обширных участках его пенеплена. Полные разрезы так называемой площадной (покровной) коры выветривания с типичным четырехзональным строением профиля (зоны: дезинтеграции материнских пород; глинистых образований сложного состава, представленных преимущественно гидрослюдами и гидрохлоритами; цветных каолинов и охр; светлых каолинов в верхней части профиля) в настоящее время встречаются в разрезах или на поверхности слабо эродированных открытых участках пенеплена. Ее мощность составляет в среднем 50—60 м, достигая нескольких сотен метров вдоль разломов.

С накоплением или близким переотложением кор выветривания было связано образование месторождений огнеупорных глин, каолинов, бокситов, никель-кобальтовых руд и некоторых других полезных ископаемых. Палеогеоморфологический контроль в размещении полезных ископаемых выражается главным образом в их приуроченности к предельно сглаженным или слабо расчлененным участкам раннемезозойского пенеплена. В глубоких изолированных впадинах на поверхности пенеплена в периоды формирования озерно-болотных равнин на днищах впадин накапливались мощные торфяники, перешедшие затем в крупные промышленные месторождения угля (Карагандинский угольный район и др.).

Позднемеловая-раннепалеогеновая эпоха (карта 35)

Позднемеловое время ознаменовалось оживлением тектонических движений. Относительно стабильные условия сохранялись лишь на протяжении первой половины мелового периода и поэтому древние коры выветривания продолжали «дозревать», а отсутствие следов раннемеловой гидросети указывает на вполне вероятную в то время «консервацию» многих элементов триас-раннеюрского рельефа. С позднего мела

общая геоморфологическая ситуация начала резко изменяться. Региональные опускания за пределами основной части территории Казахского щита сопровождались трансгрессиями поздне мелового моря (Иртышская впадина, Тургайский прогиб) или формированием обширных аккумулятивных континентальных равнин в Чу-Сарысу-Тенизской впадине, на склонах щита. На остальной относительно поднятой части Казахского щита в условиях тектонической активизации происходило «взмывание» поверхности раннемезозойского пенепплена; резко усилились процессы эрозии и карстообразования. Анализ верхнемеловых и нижнепалеогеновых отложений, залегающих в совершенно иных условиях, чем раннемезозойская кора выветривания, позволяет дать нижеследующую общую характеристику этих процессов и форм рельефа.

Крупные тектонические подвижки, охватившие в мел-раннепалеогеновую эпоху всю глыбу Казахского щита, привели к перестройкам (новообразованиям) в системе орографических элементов первого порядка. На северо-западе щита возникла плоско-выпуклая Кокчетавская возвышенность с крупным Зерендинским плутоном в центре и многочисленными останцами. У подножия этой возвышенности возникла широтная долина р. пра-Ишим. На западе и севере Кокчетавская возвышенность переходила в приморскую низменную равнину. Со стороны Зерендинского плутона в нее врезались реки, выносившие песчаный материал непосредственно в море.

К югу от вышеуказанной возвышенности, тектонически обусловленной существованием Кокчетавского антиклинория, располагалась обширная аллювиальная Тенизская равнина, на поверхности которой блуждали реки пра-Ишим и пра-Нура, а также реки, бравшие начало с древнего Сарысу-Тенизского водораздела. На западе Тенизской области могло находиться поднятие, отделявшее Тенизскую равнину от морского побережья на востоке Тургайского пролива. Это поднятие фиксируется системой глубоких карстовых ложбин и воронок на Аркалыкском месторождении бокситов и эрозионно-карстовых долин. Они могли возникнуть на протяжении от раннего до позднего мела, поскольку выполнены континентальными отложениями верхнемеловой подрудной свиты.

К востоку от Кокчетавской возвышенности и отдельно выделявшихся останцовых гор Боровского массива существовала низкая денудационная равнина, по которой, возможно, протекала пра-Селеты. Встречающиеся в отдельных местах западной части щита отложения с обильными растительными остатками типа платановой флоры и вообще широколиственной растительности свидетельствуют о достаточной обводненности территории и возможном существовании рек, подобных пра-Нуру и пра-Ишиму.

Оживление тектонической деятельности в позднем мелу привело к выражению в рельефе Ерментаусского антиклинория в виде невысоких гряд. На южном продолжении этих гряд формировались возвышенности, сложенные также кварцитами (современные горы Нияз). В направлении Карагандинского бассейна происходило расщепление единого антиклинорного горного сооружения на ряд грядообразных возвышенностей — антиклиналей, занимавших правобережье современной Нуры (в настоящее время они почти полностью погребены под мощной толщей кайнозойских отложений).

К югу от Тенизской впадины располагался древний Сарысу-Тенизский водораздел, переходящий западнее в Улутауское поднятие. На восток указанный водораздел сменялся Тектурмасской субширотной возвышенностью. Строение рельефа внутри Сарысу-Тенизского водораздела было структурно обусловлено чередованием субширотных грабен-синклиналей и горст-антиклиналей. Как показало бурение, первые могли быть использованы древними долинами, вторые являлись местными водоразделами.

В западном направлении указанный водораздел переходил в меридиональную Улутаускую возвышенность, которой в структурном отно-

шении отвечает одноименный антиклинорий. Структурное положение и литология пород фундамента обусловили стабильность этого меридионального валообразного поднятия, протягивавшегося вдоль юго-западного края Казахского щита на расстоянии около 350 км.

В восточном направлении Сарысу-Тенизский водораздел переходил в узкую широтно ориентированную гряду Тектурмасских гор. В структурном отношении они соответствовали древнему палеозойскому Тектурмасскому антиклинорию, сложенному в осевой зоне твердыми кембрийскими (?) яшмокарцитами.

Обширная долина реки пра-Сарысу отделяла Тектурмасские горы от системы низкогорий и пенепленов юго-западного Прибалхашья. В силу литолого-структурной обусловленности основные орографические элементы были ориентированы здесь с юго-востока на северо-запад.

К востоку от поднятий Актау-Моинтинского антиклинория в верховьях пра-Сарысу, пра-Моинты и пра-Токрау располагался возникший только в позднемеловое время Балхаш-Иртышский водораздел, имеющий в целом субширотное простираие. Исходный пенеплен отличался здесь значительным разнообразием рельефа и возник на лавах пермокарбона и гранитах. При этом важную роль играла система пересекающихся разломов. Видимо, блоковая тектоника уже в позднем мелу способствовала расчленению исходного пенеплена, а сводовые воздымания привели к формированию водораздела в целом и обусловили направление вреза древних долин на его южном и северном склонах. Значительная ширина водораздельных пространств способствовала обособлению различных типов пенеплена и останцовых гор. В позднем мелу зародились столовые возвышенности на лавах пермокарбона в зоне Джунгаро-Балхашской геосинклинали. Продолжали существовать такие крупные возвышенности, как горы Каркаралы и Кент, сложенные пермскими гранитами. В целом Балхаш-Иртышский водораздел в позднем мелу представлял собой, как и в настоящее время, наиболее приподнятую массивную часть Казахского щита.

Восточнее Иртыш-Балхашского водораздельного поднятия располагалась Чингизская область, представлявшая собой систему возвышенностей, протягивающихся с северо-запада на юго-восток на протяжении около 700 км. В структурном отношении ей отвечает Чингиз-Тарбагатайский мегантиклинорий, сложенный в осевой части кембрийскими толщами — вулканогенными и метаморфическими.

Аккумулятивные формы рельефа позднемелового возраста наиболее широко были представлены прибрежно-морскими и аллювиально-озерными равнинами. Прибрежно-морские и мелководные шельфовые равнины были широко распространены вдоль северной и западной периферии Казахского щита. Как следует из данных бурения, между устьем р. пра-Шидерты и северо-западным выступом Казахского щита морское побережье было достаточно изрезано благодаря структурно-литологическим особенностям береговых толщ и впадению крупных пра-рек. Далее береговая полоса отходила на юг, в пределы Тургайского пролива, соединившего бассейн Западной Сибири с морями Турана. Береговая линия определялась здесь тектоническими условиями и была достаточно прямолинейна.

Озерно-аллювиальные равнины в позднемеловое-раннепалеогеновое время формировались в пределах Чу-Сарысульской впадины, Прибалхашской и Зайсанской впадинах. Собственно позднемеловой этап явился началом дифференциальных движений, охвативших указанные территории после того, как они были пенепленизированы в позднем триасе и ранней юре.

Чу-Сарысульская впадина представляла собой низменную равнину, по которой меандрировали пра-Сарысу и более мелкие притоки со стороны Чу-Балхашского водораздела. Здесь формировалась аллювиальная равнина в более западных районах, временами сменявшаяся озерно-аллювиальной и лагунно-аллювиальной равнинами. Незначительная в целом мощность отложений верхнего мела в пределах Чу-Сары-

суйской впадины свидетельствует о ее крайне медленном прогибании, благодаря чему она не подтоплялась морем.

Прибалхашская впадина существовала примерно в зоне своего современного положения. Однако в позднем мелу — палеогене происходило, видимо, разделение этой впадины на более глубокую часть в районе современного оз. Алаколь и более мелкую, охватывающую всю впадину к западу от Джунгарского разлома.

Важная роль в строении позднемелового — раннепалеогенового рельефа принадлежала речным долинам, эрозионно-карстовым и чисто карстовым формам рельефа. На Казахском щите это была по существу первая эпоха, для которой может быть восстановлена достаточно густая сеть речных долин и карстовых форм рельефа, активное развитие которых было предопределено указанными выше изменениями тектонического режима. Подобно погребенным аккумулятивным равнинам многие палеодолины и карстовые полости реконструируются достаточно уверенно ввиду заполняющих эти формы аллювиальных или озерно-аллювиальных отложений, датированных верхним мелом или нижним палеогеном.

Наиболее полно и отчетливо эти отложения развиты в древней долине р. Сарысу и ее древних притоков, бравших начало со склонов Улутауского поднятия. Песчано-галечные толщи вложены в породы фундамента и прослеживаются в эрозионных углублениях ныне погребенных долин. Северо-западнее г. Джезказган выделяется жездинская свита, представленная толщей переслаивающихся белых марких глин, глинистых алевролитов и кварцевых песков. В отдельных разрезах встречаются маломощные углистые прослои и бокситоподобные породы. Толща залегает на значительных площадях. В бассейне р. Сарысу состав пород меняется — они становятся более грубообломочными и выделяются в сарысуйскую свиту. Мощность озерно-аллювиальной толщи достигает здесь 90 м.

В древней долине р. пра-Сарысу восточнее устья р. Кингир бурением обнаружены базальные галечники, аналогичные по положению сарысуйской свите [21]. Эти древнеаллювиальные галечники вскрываются на всем протяжении долины до пос. Атасуйский и достигают мощности до 20 м. Аналогичные галечники вскрыты скважинами в древней долине пра-Атасу на значительном ее протяжении. По выходе пра-Сарысу в пределы Чу-Сарысуйской впадины она выносила свой материал на значительной ее площади, где эти отложения подразделяются на две толщи: сеноман-туронскую и сенонскую.

В центральной части Казахского щита флористически обоснованные отложения верхнего мела известны в Тенизской впадине [21], где представлены крупногалечными конгломератами с платановой флорой. Древний аллювий сохранился в среднем течении р. Кулан-Утпес. Остаток верхнемеловых конгломератов и песчаников встречен на поверхности пенецпелена в виде изолированного участка и является реликтом верхнемеловой гидросети, связанной с древней долиной пра-Нуры.

Река пра-Нура прослежена благодаря многочисленным буровым работам почти на всем своем протяжении. Однако точная датировка базальных галечников пока отсутствует, и их возраст определяется на основании залегания под флористически охарактеризованными средне-олигоценowymi глинистыми осадками. Галечники обычно вскрываются на глубинах 80—100 м. Песчано-галечная толща, являющаяся древним аллювием, вложена в эрозионную долину, выработанную в породах палеозойского фундамента. Мощность древнего аллювия достигает 30 м. В составе аллювия преобладают гальки устойчивых пород. Кроме пра-Нуры, древние галечники прослеживаются также по ее притокам пра-Исени, пра-Шерубай-Нуры.

Западнее расположена долина пра-Ишима, древний аллювий которой имеет много общего со строением аналогичных отложений в долинах пра-Нуры и пра-Сарысу. Базальные галечники предположительно позднемелового возраста прослежены бурением в районе г. Атбасара.

В Северном Прибалхашье палеодолины намечаются по верхнемеловым комплексам аллювия покровных галечников в нижнем течении р. Моинты и аналогичных галечников на одном из островов оз. Балхаш. Можно предположить, что заложение долины пра-Жамши и пра-Токрау также относится к концу мелового периода, и базальные галечники в этих долинах отражают именно этот этап их развития. На северном склоне Балхаш-Иртышского водораздела палеодолины (пра-Тундык и др.) имеют строение, сходное с разрезами древних долин южного склона водораздела и пра-Нуды. Это позволяет относить время накопления залегающих в этих долинах базальных галечников ко второй половине мела.

Наряду с типичными эрозионными долинами в рассматриваемую эпоху формирования рельефа в районах распространения карстующихся пород были, по-видимому, широко развиты комбинированные эрозионно-карстовые формы типа вытянутых эрозионно-карстовых ложбин, долин и т. п. В районе г. Темир-Тау, на ряде бокситовых месторождений Целиноградской группы, в Аркалыкском районе эрозионно-карстовые ложбины заполнены озерно-аллювиальными толщами пестроцветных глин с прослоями песков и редкими включениями углистого вещества. По данным спорово-пыльцевого анализа, нижняя часть этих отложений относится к верхнему мелу, а верхи — к палеоцену. Наиболее детально эти осадки изучены на Аркалыкском месторождении бокситов, где их мощность в эрозионно-карстовых депрессиях варьирует от 0 до 110 м.

В Амангельдинском районе ашутская свита представлена песчанистыми глинами с гравием и галькой, реже гравийными песками с галькой и галечниками, залегающими в депрессиях. Непосредственно на верхнемеловых галечниках, или на породах коры выветривания залегает рудная бокситоносная толща. Возраст рудной толщи определяется различно, но в основном в интервале времени от сеноман-турона до палеоцена [21]. По соотношению с эоценовыми толщами восточной части Тенизской впадины бокситорудные толщи не могут быть моложе палеоцена. Данное положение подтверждается также геоморфологическими соотношениями, из которых видно, что в начале возникли карстовые депрессии, затем разрабатывались до состояния древних ложбин с аллювием, а затем заболотились, что обусловило образование собственно рудной толщи. Подобный характер развития наблюдается для всех эрозионно-карстовых депрессий Целиноградского района.

Таким образом, указанные данные подтверждают основной поздне-меловой—раннепалеогеновый (палеоценовый) период формирования большинства эрозионно-карстовых депрессий и ложбин. На примере изучения Аркалыкского месторождения бокситов [16] установлен довольно сложный механизм образования подобных форм палеорельефа. Полагают, что первично горизонтальнослоистые осадки бокситоносной аркалыкской свиты вначале формировались в обширных пологих карстовых депрессиях типа польев, а затем под влиянием эрозионно-карстовых процессов возникли более мелкие карстовые воронки, нижняя часть которых заполнялась обломками перемещенных бокситовых пород.

Наиболее важными полезными ископаемыми, связанными с меловыми и отчасти нижнепалеогеновыми отложениями и формами рельефа, являются бокситы. Рудопроявления бокситов в различных районах эпигерцинской платформы по времени распределяют от нижнего мела до палеоцена [16].

На территории Казахского щита наиболее крупное месторождение бокситов — Аркалыкское. Рудная толща связана с эрозионно-карстовыми углублениями. Породы бокситорудной и надрудной свит залегают в виде узких вытянутых прерывистых полос или лент, выполняя глубокие линейно-вытянутые эрозионно-карстовые углубления второго порядка и четко контролирующиеся складчатыми структурами палеозойского фундамента и литологическим составом слагающих его пород. О механизме образования подобных форм рельефа говорилось выше.

Второй район образует Целиноградская группа месторождений. Основная бокситоносная толща за послемеловое время претерпела значительный размыв, и бокситовые точки представляют собой скопления глыб и кусков боксита, подчиненные современным наносам. Крупные скопления боксита приурочены к мел-раннепалеогеновым глубоким карстовым впадинам среди каменноугольных и более древних карбонатных пород. По возрасту целиноградские бокситы относятся к позднему мелу — началу палеогена и в этом отношении аналогичны аркалыкским [16]. Кроме того, с данной эпохой связаны отдельные рудопроявления по правобережью Ишима, на междуречье Нуры и Ишима, в пределах северной части Бетпак-Далы, где они также контролируются указанными выше особенностями позднемелового — раннепалеогенового рельефа.

Палеогеновая эпоха (позднеолигоценовое время) (карта 36)

При рассмотрении региональных континентальных перерывов второй половины палеогена с целью составления соответствующей карты выбор пал на позднеолигоценовое время. При этом были приняты во внимание два наиболее существенных обстоятельства: 1) широкое современное распространение указанных отложений по окраинам Казахского щита и их присутствие в разрезах палеодолин на самом щите; 2) наметившиеся черты большего сходства позднеолигоценового рельефа с современным, что способствовало решению наиболее трудной палеогеоморфологической задачи — восстановлению денудационных форм рельефа.

Рельеф позднеолигоценовой эпохи отличался значительной сложностью по сравнению с более ранними эпохами его развития. Это было обусловлено усилением поднятий всего Казахского щита и сопутствующими эрозионными процессами, которые привели к расчленению исходного пенеплена и образованию густой сети древних долин и эрозионных форм внутри мелкосопочника. В ряде районов щита тектонические поднятия привели к созданию низкогорного рельефа, несколько напоминающего современный. Казахский щит на фоне окружающих впадин вырисовывался в виде массива мелкосопочно-низкогорной страны, уходящей на восток и юго-восток в системы низкогорий Джунгарии и Южного Алтая. Можно предполагать, что наиболее высокие абсолютные отметки поверхности в позднем олигоцене превышали современные и достигали в зоне Балхаш-Иртышского водораздела 1700—2000 м. Поверхность окружающих аллювиальных и озерно-аллювиальных равнин располагалась несколько выше нулевой отметки.

В долинах Сарысу, Нуры, Ишима, Тундыка бурением вскрыты флористически и палинологически охарактеризованные аллювиально-озерные толщи. В древней долине Сарысу выделяются средне-верхнеолигоценовые отложения с остатками флоры тургайского типа, представленные толщей серых песчаных глин и песков с марказитом, залегающих на гравийно-галечных образованиях русловых фаций. Мощность указанных осадков колеблется от 10 до 20 м. Этой толще соответствуют отложения кендерлыкской свиты на плато Бетпак-Дала (бетпакдалинская свита) и асказансорской свиты в Чу-Сарысульской впадине. Первая представлена красно-бурыми глинами озерного генезиса; вторая — песчано-галечными толщами, слагающими реликты аллювиальной равнины на поверхности плато Бетпак-Дала. В значительной степени асказансорская толща представляет собой древний аллювий пра-Сарысу, мегандрировавшей по поверхности Бетпак-Далы.

Древняя долина Нуры подобно р. Сарысу в среднем—позднем олигоцене являлась крупной водной артерией. В составе ее осадков мощностью до 20—25 м выделяются те же серые песчаные глины с представителями тургайской флоры, залегающие в аналогичных с долиной пра-Сарысу условиях.

В Тенизской впадине, куда впадали древние олигоценовые долины, располагались озерные водоемы и аллювиально-озерные равнины. Озер-

ные осадки в восточной части впадины представлены своеобразными мраморовидными глинами без четкой слоистости, видимо, возникшими в результате переотложения древней коры выветривания. Глины перекрыты отложениями аральской свиты нижнего—среднего миоцена.

За пределами древних долин, в данном случае пра-Ишима, пестроцветная толща встречается в основании разреза кайнозойских отложений в местных ложбинах. Однако наиболее четко ее положение высечено буровыми работами в долине пра-Ишима, где наблюдается сочетание русловых и пойменных отложений общей мощностью до 30 м при ширине долины более 50 км.

Вдоль западного склона Кокчетавского массива полоса погребенных верхнеолигоценовых отложений оконтуривает склоны и смыкается с аналогичными толщами Тургайского прогиба. Обилие грубообломочных отложений чаграйской свиты было связано с выносом материала со стороны Казахского щита пра-реками, стекавшими с Кокчетавской возвышенности.

Северный склон Кокчетавской возвышенности также рассекался позднеолигоценовыми реками, выносившими свой материал в южную часть Западно-Сибирской озерно-аллювиальной равнины. Видимо, к древним долинам отчасти относилась пра-Чаглинка. Многие долины позднего олигоцена погребены под покровом более молодых отложений и выявляются данными бурения и геофизики.

В позднем олигоцене крупнейшей возвышенностью Казахского щита был Балхаш-Иртышский водораздел, отличавшийся сложностью геологического строения, обилием разломов и дифференцированными движениями. Со стороны южного склона Балхаш-Иртышского водораздельного поднятия брали начало крупные глубоко (до 100—200 м) врезанные реки, впадавшие в образовавшуюся к тому времени крупную Прибалхашскую или Балхаш-Алакульскую впадину. Крупнейшими реками здесь были пра-Моинты, пра-Жамши и пра-Токрау, обладавшие сетью притоков второго и третьего порядков. Долины указанных рек разбурены и строение их сравнительно хорошо изучено [21].

Среди рек северного склона Балхаш-Иртышского водораздела наиболее изучены глубоко врезанная (до 100 м) долина р. Тундук и связанные с ней погребенные ложбины Северного Причингизья. В долине р. пра-Тундук обнаружены пески и галечники среднего-верхнего олигоцена, перекрытые мощной толщей неогеновых отложений.

В районе Семипалатинского Прииртышья и Призайсанья известны долины рек Чар и Кокпекты, которые представляют собой как бы единую долину, протягивавшуюся от Иртыша к оз. Зайсан. По некоторым данным указанная составная долина была в палеогене долиной пра-Иртыша. Современная долина Иртыша на участке от Семипалатинска до Зайсана проложена в палеозойских породах и имеет вид молодой реки с системой четвертичных террас. В ней отсутствует обычная для древних долин Казахского щита многометровая толща палеогеновых и неогеновых отложений. Поэтому не исключено, что реки Чар и Кокпекты использовали палеогеновую долину пра-Иртыша.

Таким образом, в позднем палеогене на Казахском щите была развита густая сеть глубоко врезанных речных долин, реконструкция которых дана на рассматриваемой карте.

С развитием позднеолигоценовой гидросети было тесно связано формирование аккумулятивных форм рельефа в прилегающих к щиту впадинах. После регрессии чеганского моря в Тургайском прогибе, Чу-Сарысульской впадине и Западно-Сибирской плите возникли континентальные условия. На протяжении среднего олигоцена господствовал режим озерно-болотного и аллювиального осадконакопления. В позднем олигоцене возникли преимущественно аллювиальные равнины, впоследствии погребенные под толщей неогеновых осадков. В Чу-Сарысульской впадине верхнеолигоценовые аллювиальные отложения сохранились до настоящего времени на поверхности плато Бетпак-Дала. В пределах Прибалхашской впадины озерно-аллювиальный комплекс тусмурунской

свиты, отвечающий позднему олигоцену, залегает в основании мощной толщи неоген-антропогенных озерных осадков непосредственно на породах палеозойского фундамента.

В условиях теплых и влажных климатов позднего олигоцена получили широкое развитие процессы дезинтеграции и формирования наложенных кор выветривания. Наиболее активно протекали процессы обеления верхних горизонтов кор выветривания (при выносе окислов железа), каолинизации осадочных образований и перетоложения глинистых продуктов мезозойской коры выветривания [7 и др.]. Каолины и пестроцветные глины представляют собой важные полезные ископаемые для керамической промышленности, а также для металлургии. Верхне-олигоценные глины Тенизской впадины могут быть использованы как огнеупорные. С русловыми фациями аллювия позднеолигоценных рек на северном склоне Казахского щита связаны довольно многочисленные россыпные месторождения титана и других ценных минералов [15, 33].

Позднеплиоценовая эпоха (карта 37)

В миоцене, частично раннем плиоцене в рассматриваемом регионе господствовала, вероятно, относительно стабильная тектоническая обстановка. Это была эпоха накопления мощных глинистых толщ аральской и павлодарской свит, распространявшихся на Казахский щит. Например, Балхаш-Иртышский водораздел и его южный склон к концу павлодарского времени подобно другим районам Центрального Казахстана оказался в области интенсивного накопления глин павлодарской свиты, которая прослеживается вплоть до абсолютных высот около 1200 м, выполняя даже мелкие саи, врезанные в палеозойские породы. Можно предположить, что в это время данный водораздел был гораздо ниже, чем в позднем олигоцене и в современный период.

Однако общие условия развития рельефа вновь резко изменились в связи с последовавшей в плиоцене, особенно со среднего плиоцена, региональной активизацией тектонических поднятий. Ответом на это было новое усиление эрозии на щите, которая постепенно ослабевала к концу плиоцена, когда получили широкое распространение коррелятивные рельефу континентальные отложения. В силу этих причин составлена карта для плиоценовой эпохи развития рельефа и осадконакопления с уточнением конкретной литолого-геоморфологической ситуации на поздний плиоцен.

Главные особенности формирования рельефа Казахского щита и окружающих его впадин в выделяемую эпоху в сжатой форме могут быть охарактеризованы следующим образом.

В первой половине плиоцена восходящими движениями земной коры были охвачены как вся глыба Казахского щита, так и древние палеозойские антиклинальные сооружения — антиклинории Ерментау, Актау-Моинтинского и др. Значительные воздымания произошли в области Кокчетавской глыбы и Балхаш-Иртышского водораздела. Эрозионная работа возобновившихся водотоков привела к откапыванию донегеновых древних долин и связанных с ними ложбин. Вне пределов щита в Чуйской впадине господствовали процессы боковой планации р. Сарысу и аккумуляция озерных толщ кеншагырской свиты. В дальнейшем — в конце позднего плиоцена и начале плейстоцена намечается определенная дифференциация движений, приведшая для щита к появлению совершенно новых континентальных толщ.

Этот второй этап в развитии рельефа наиболее ярко проявился в пределах Тенизской впадины и примыкающих к ней с востока, севера и запада районов щита. Дно последней испытало значительные прогибания, захватившие западные склоны Ниязских поднятий. Опускания Тенизской впадины сопровождалась озерной трансгрессией со стороны Тургайского прогиба, где в позднем плиоцене возник крупный озерный водоем, в котором отлагались осадки жуншилихской свиты.

Одновременно с накоплением озерных отложений по северным склонам Улутауского поднятия и особенно по южным и западным склонам Кокчетавского поднятия происходило накопление значительных масс делювиально-пролювиального материала, отличающегося преимущественно супесчано-суглинистым характером. В итоге вышеописанных процессов вся территория Тенизской впадины и склоны Кокчетавского поднятия оказались выположенными. Позднее возникло плато, расчленившееся реками на ряд крупных останцов.

За пределами описанного района в других частях Казахского щита на склонах воздымающихся возвышенностей происходило формирование делювиально-пролювиальных шлейфов, привязанных к долинам Сарысу, Нуры, Мойнты, Жаиши и Токрау. Продолжалось формирование долин указанных рек и связанных с ними аллювиальных равнин.

В Карагандинском районе Казахского щита в позднем плиоцене восстановилась гидросеть, связанная с древней долиной р. Нуры и ее крупного притока — Шерубай-Нуры. Непосредственно на глинах павлодарской свиты, полностью выполнивших к раннему плиоцену все древние долины указанного района, возникли высокие террасы и соответствующие им аллювиальные равнины, сохранившиеся фрагментарно в Долинской депрессии и около г. Караганды. Кроме того, позднеплиоценовые террасы прослеживаются вдоль самой древней долины Нуры. Можно предполагать, что в какой-то отрезок времени сток по этой долине происходил в направлении Сарысу-Тенизского водораздела. Верхнее течение р. Нуры, выше г. Темир-Тау, в позднем плиоцене также использовалось для стока вод со стороны депрессии оз. Карасор из Каркаралинского района.

Крупные промышленно важные месторождения полезных ископаемых в плиоценовых отложениях не установлены. Вероятно, это объясняется преобладанием процессов денудации над процессами аккумуляции на большей части территории Казахского щита и общим похолоданием климата в плиоцене, когда резко ослабли процессы выветривания коренных пород. С отложениями в плиоценовых долинах связаны месторождения балластных песков и некоторых других строительных материалов.

Современная эпоха (геоморфологическая карта) (карта 38)

В четвертичном периоде весь рассматриваемый регион вступил на путь континентального субаэрального развития. Перестали существовать обширные позднеплиоценовые (эоплейстоценовые) озерные бассейны в Тенизской впадине, Тургайском прогибе и Чу-Сарысуйской впадине; в центральной части Казахского щита оживились процессы денудации. В это время были окончательно созданы («дооформлены») те основные черты рельефа современной поверхности Казахского щита и окружающих его впадин в том виде, как они изображены на геоморфологической карте.

Подробные обоснования генезиса и возраста показанных на карте форм рельефа приведены в монографии «Кайнозой центральной части Казахского щита» [21], в некоторых других опубликованных работах [29, 36 и др.].

Основу современного рельефа Казахского щита образует мезозойский (в основном раннеюрский) пенеплен. В четвертичное время, как в некоторые предыдущие эпохи развития рельефа, он испытал тектонические деформации и был частично размыт. В целом, однако, можно говорить о практически повсеместном развитии пенеплена (или отдельных его фрагментов) на Казахском щите (см. карту).

В северо-западной части щита в пределах Кокчетавской глыбы пенеплен развит наиболее широко и несет мощный покров коры выветривания. В четвертичное время здесь произошло сводовое изгибание его поверхности с осью соответствующей Кокчетавской возвышенности. В пределах Тенизской впадины, которая испытала разнонаправленные движения, пенеплен погружен в ее восточной части под толщу верхне-

кайнозойских осадков, тогда как в западной части в результате восходящих четвертичных движений он приподнят и в значительной степени расчленен долиной р. Терсакан и ее притоками.

Неравномерное поднятие пенеплена в зоне Сарысу-Тенизского водораздела вырисовывает сводообразное воздымание северо-западного направления, унаследующее верхнепалеозойское Сарысу-Тенизское поднятие. В пределах Улутавского района четвертичная деформация поверхности пенеплена указывает на его сводообразное изгибание и формирование меридионального поднятия с системой молодых разломов. В юго-восточном направлении поверхность пенеплена погружается под покров кайнозойских отложений Чу-Сарысульской впадины. В пределах последней и Бетпак-Далы на отдельных участках пенеплен с корой выветривания откопан из-под покрова этих отложений. Весьма важно, что пенеплен Чу-Балхашского водораздела на юго-востоке незаметно переходит в пенеплены предгорьев Тянь-Шаня. Пенеплен Балхаш-Иртышского водораздела представляет в новейшей структуре обширный свод, осложненный системой выступающих или относительно пониженных блоков. Сходные четвертичные деформации поверхности пенеплена наблюдаются в ряде других районов Казахского щита.

Таким образом, типичная для современного рельефа Казахского пенеплена ярусность или ступенчатость его поверхности связана с ее сводовыми изгибаниями или дроблением по разломам, в том числе в четвертичное время. Наличие раннемезозойской коры выветривания практически на всех ступенях пенеплена неопровержимо подтверждает этот вывод.

Другая наиболее характерная особенность формирования рельефа Казахского щита в четвертичное время заключается в широком развитии делювиально-пролювиальных процессов, создавших обширные площади наклонных денудационно-аккумулятивных равнин вблизи речных долин. Активизация этих процессов была вызвана, вероятно, чередованием увлажненных и засушливых периодов в раннечетвертичное время. На заключительном этапе развития начиная со второй половины четвертичного периода ведущая роль в формировании рельефа вновь стала принадлежать эрозионно-аккумулятивным процессам. В речных долинах Казахского щита и его склонов были сформированы серии эрозионных и аллювиальных террас (до пяти уровней) средне-позднечетвертичного и голоценового возраста.

Тургайский прогиб *

Тургайский прогиб как платформенная структура, разделяющая складчатые области Урала и Казахстана, был заложен на границе ранне- и позднемеловых эпох. Именно к этому времени относится начало длительных прерывисто-пульсационных прогибаний крупных участков эпигерцинской платформы, сопровождавшихся морскими трансгрессиями. К середине мелового периода Тургайский прогиб обозначился в виде узкой зоны озерно-пролювиального осадконакопления субмеридионального простираения. На юге эта зона, постепенно расширяясь, переходила в прибрежно-морские равнины трансгрессировавшего апт-альбского моря, а на севере открывалась в область эпиконтинентальных морей Западной Сибири.

Важный жаркий климат, относительный тектонический покой, наступившие после эпох аридизации, тектонических подвижек и вулканической активности, явились благоприятными факторами, обусловившими широкое развитие в регионе разнообразных гипергенных процессов. Фациальный анализ отложений этого времени свидетельствует о формировании в Тургайском прогибе мощных глубоко химически проработанных кор выветривания преимущественно каолинитового и реже латеритного профилей, а также коррелятных или осадочных образований:

* Раздел составлен Б. М. Михайловым.

пролювиальных шлейфов, озерных, карстовых, делювиальных и поточковых осадков.

Корообразование и гумидное континентальное осадконакопление в различных районах прогиба заканчивалось в разное время по мере перекрытия их водами морских трансгрессий (апт — альб — сеноман — турон).

Таким образом, на рубеже раннего — позднего мела в пределах Тургайского прогиба установился довольно длительный по времени континентальный режим, который был отмечен своеобразием процессов континентального осадконакопления и формирования рельефа (см. ниже). Это послужило основанием для составления карты на меловую, в основном раннемеловую эпоху.

Раннемеловая эпоха (апт-альбское время) (карта 39)

Меловая палеоповерхность и развитые на ней осадки в настоящее время практически нигде не выходят на дневную поверхность. Они погребены под отложениями более молодого возраста. Мощность покрова колеблется от 5—10 м вблизи бортов прогиба до 200—500 м в его центральных наиболее прогнутых участках.

Изучение выделяемой эпохи развития рельефа и континентального осадконакопления стало возможным только в послевоенное время, когда здесь начались обширные крупномасштабные геологосъемочные и поисковые работы. За последний период здесь пробурены десятки тысяч скважин. Полученные материалы обобщены в многочисленных фондовых отчетах и монографиях.

Рельеф Тургайского прогиба в рассматриваемое время характеризовался относительно слабой расчлененностью. На Урале в это время формировалась меловая денудационная поверхность выравнивания. Лишь кое-где (в Мугоджарах и Улутау) местами сохранился низогорный рельеф. Весь западный бор Тургайского прогиба представлял собой обширный пенеплен, выработанный в интенсивно дислоцированных породах палеозойского фундамента. В центральной части пенеплена в зоне развития карбонатных пород валериановской свиты нижнего карбона преобладал карстовый рельеф. Осадконакопление здесь ограничивалось лишь карстовыми депрессиями, заполнившимися продуктами переотложения кор выветривания, а также осадками карстовых озер и болот — пестроцветными и углистыми глинами с прослоями янтареносных лигнитов, бокситов, оолитовых руд железа.

Казахстанское обрамление Тургайского прогиба характеризовалось более расчлененным рельефом. В связи с этим вдоль всего восточного борта прогиба наблюдается полоса пестроцветных слабо сортированных пролювиальных галечников шириной в первые десятки километров.

В северной и центральной частях прогиба в рельефе возвышалось вулканогенное плато, сложенное базальтами и андезитами нижнего триаса. В пределах этого плато (особенно вдоль его окраин) были широко распространены латеритные покровы, от которых в сторону аккумулятивных равнин спускались рудоносные шлейфы. Это возвышенное плато являлось водоразделом и границей между Западно-Сибирской и Туранской эпигерцинскими плитами Урало-Сибирской платформы.

Далее, ближе к осевой части прогиба, располагались озерно-аллювиальные, местами заболоченные, аккумулятивные равнины, заполнявшиеся сероцветными, реже пестроцветными песчано-глинистыми отложениями с редкими прослоями лигнитов. В южном и северном направлениях эти равнины открывались в сторону обширных морских водоемов.

Апт — альб, сеноман и турон в Тургайском прогибе объединяются в единую эпоху континентального рудообразования. Отложения характеризуются своеобразной металлогенической специализацией, частично отраженной на карте.

Основными промышленными видами полезных ископаемых здесь являются бокситы, силикатные кобальт-никелевые руды, коалиновые глины, элювиальные россыпи титана, золота и других полезных ископаемых. На заключительных этапах эпохи в лагунах прогрессировавших морей здесь формировались огромные по запасам железорудные бассейны. Известны также рудопроявления марганца, лигнитов, янтаря, легированных элювиальных руд железа, а также многочисленные месторождения разнообразных неметаллических полезных ископаемых и прибрежно-бассейновые россыпи.

Бокситы образуют несколько генетических групп месторождений. Наиболее широко распространены месторождения терригенной карстовой бокситоносной формации, сосредоточенные на северо-западе прогиба в пределах «карстового плато» (месторождения Красный Октябрь, Аятское и др.).

На вулканогенном плато установлены месторождения формации латеритных покровов (Наурзумское месторождение). По окраинам аккумулятивной озерно-аллювиальной равнины группируются месторождения терригенной пластовой формации с более низким качеством бокситовых руд (Кировское, Убаганское месторождения).

Формирование мощного покрова кор выветривания на меловом пенеплене западного борта Тургайского прогиба способствовало образованию рудоносного элювия на различных типах пород фундамента. В первую очередь это относится к ультраосновным массивам, образующим здесь несколько ультрабазитовых поясов. Практически никеленосной является кора выветривания на каждом массиве, расположенном в благоприятной палеогеоморфологической обстановке. В строгой зависимости от положения в рельефе формировался тот или иной рудоносный профиль выветривания: на наиболее возвышенных хорошо дренируемых участках пенеплена — охристый с железистыми никель-кобальтовыми рудами; в холмистых нагорьях — охристо-нонтронитовый с силикатными существенно никелевыми рудами; в пределах холмистых низменных равнин — охристо-серпентинитовый с магнезиальными никель-кобальтовыми рудами.

Существенный интерес, особенно для дальнейших поисков никелевых руд, представляет карстовое плато вдоль западного борта прогиба, где могут быть встречены богатые руды в карстовых полостях на контакте ультрабазитов и известняков, а также подступные пролювиальные шлейфы вблизи ультраосновных массивов, часто заключающие крупные скопления легированных железных руд.

Элювиальные россыпи минералов титана приурочены к каолинитовым профилям выветривания на породах основного состава (габбро, порфириды и др.). Их размещение контролируется мезоформами палеорельефа в пределах пенеплена западного борта прогиба. Наиболее мощные каолинитовые профили развиты в небольших по размеру (первые километры) палеозападинах. Прибрежно-бассейновые россыпи минералов титана и других металлов тяготеют к центральной части прогиба, где периодически возникали крупные водоемы.

Среди нерудных полезных ископаемых следует отметить крупные месторождения каолинов, пространственно совмещенные с карстовыми месторождениями бокситов. Существенное значение имеют хорошо промытые кварцевые пески и гравий, тяготеющие к руслам древних потоков и прибрежным зонам внутренних и внешних водоемов.

Сырьевой потенциал отложений апт-туронской эпохи континентального рудообразования в Тургайском прогибе еще полностью не раскрыт. Наряду с бокситами, кобальт-никелевыми рудами и россыпями минералов титана здесь могут быть обнаружены марганцевые руды в корах выветривания на марганецсодержащих породах фундамента. Рудопроявления этого типа известны в Соколовском железорудном карьере. Экзогенные месторождения ряда редких и рассеянных элементов, элювиального и карстового золота, рудоносных лигнитов могут быть установлены в западинах мезорельефа, борта которых сложены эндогенно-

рудоносными образованиями валунчатых железных руд, связанных с размывом и «облагораживанием» первичных (эндогенных) железорудных месторождений (типа Сарбая, Качара и др.). На восточном борту прогиба имеются определенные перспективы обнаружения церусситовых руд типа Ачисая (Каратау), а также алюмофосфатов и вторичных фосфоритов в корях выветривания кембрийских фосфоритоносных сланцев в Улутаяу.

СРЕДНЯЯ АЗИЯ

К данному региону отнесены как платформенно-равнинные, так и геосинклинально-горные области Средней Азии. Восточная граница региона проведена несколько условно, примерно восточнее г. Ош. Южная граница совпадает с государственной границей СССР. Западная и северная границы проведены соответственно вдоль побережья Каспийского моря и по впадинам, отделяющим Среднеазиатский регион от Казахского щита, т. е. являются в основном естественными ограничениями выделяемого региона.

Степень палеогеоморфологической изученности Среднеазиатского региона в указанных выше границах неравномерная, хотя в целом достаточно высокая. Здесь проводились крупномасштабные исследования с целью решения различных геологических и геоморфологических задач, включая большие объемы буровых работ и геофизических исследований. Наиболее достоверны на составленных картах (см. ниже) литолого-палеогеоморфологические реконструкции для платформенно-равнинных районов и отдельных крупных межгорных впадин (Ферганская и др.), формировавшихся в условиях относительно стабильного тектонического режима. Именно в этих районах проводилось наиболее детальное бурение в связи с поисками полезных ископаемых (западные и центральные районы Средней Азии). В пределах горных сооружений (Памир, Тянь-Шань и др.), испытавших значительные новейшие поднятия, палеогеоморфологические реконструкции в значительной мере условны. Исключение должно быть сделано лишь в отношении карт среднеплиоценовой эпохи формирования рельефа и геоморфологической.

При восстановлении рельефа в различных районах Средней Азии были использованы в основном те же методы его реконструкции, что и в других регионах СССР. В связи с особенностями строения Среднеазиатского региона и фактическими возможностями литолого-геоморфологических реконструкций в платформенных областях особое значение придавалось результатам изучения мощностей и литофаций коррелятных рыхлых отложений и палеогипсометрическим построениям по подошве и кровле этих отложений. В горно-складчатых областях важную роль сыграли данные изучения (полевого картирования) древних денудационных поверхностей выравнивания мезозойского и кайнозойского возраста, материалы, характеризующие особенности строения речных долин и крупные перестройки речной сети.

Особое значение для восстановления наиболее вероятных типичных форм рельефа в горах имели данные изучения предгорных моласс. Эти образования изучались с точки зрения характера распределения их мощностей, условий залегания, состава и возраста. В общем случае преобладающий мелкозернистый состав отложений (мелкозернистые пески, супеси и др.) рассматривался как показатель слабого расчленения горных сооружений в эпоху накопления подобных отложений; грубозернистые валунно-галечниковые молассы — как показатель поднятия горных сооружений и формирования расчлененного рельефа. В том и другом случаях учитывались также имеющиеся палеоклиматические данные, анализ которых позволял более объективно судить о вероятном характере развития рельефообразующих процессов.

В истории развития Средней Азии континентальные перерывы возникали неоднократно. Наиболее древние из них, связанные с каледонской и варисской орогенциями, проявились весьма широко. Общим след-

ствием этих процессов было интенсивное срезание складчатых сооружений, которое сопровождалось накоплением мощных молассовых и туф-молассовых формаций девона, позднего карбона, перми и раннего триаса. Возникшие в то время формы рельефа оказались полностью переработанными в ходе последующей геологической эволюции и поэтому не нашли сколько-нибудь заметного отражения в облике более молодых мезозойских и кайнозойских геоморфологических ландшафтов.

Анализ геологических, палеогеографических, литологических, палеотектонических и других материалов, предпринятый в связи с работой по составлению атласа, позволил выделить серию эпох региональных континентальных перерывов в палеозое и мезозое — кайнозое. Однако карты удалось составить не для всех эпох, поскольку степень изученности региона по всему геологическому разрезу неравномерна.

В итоге составлены: четыре карты с охватом всего рассматриваемого Среднеазиатского региона для раннеюрской (включая рэтский век), среднеюрской, среднеплиоценовой эпох формирования рельефа и накопления рыхлых отложений и карта современной эпохи (геоморфологическая); две карты на территорию центрального региона Средней Азии, характеризующие раннемеловые эпохи развития рельефа и накопления рыхлых отложений. Результаты изучения литолого-геоморфологических обстановок, существовавших в позднеживетско-раннефранскую и намюрскую эпохи, показаны в виде врезок на картах для позднетриасовой — раннеюрской и среднеюрской эпох.

Центральные области Туранской плиты

*Раннемеловые эпохи (готеривский век и ант-альбское время)
(карты 40, 41)*

Рубеж юры и мела характеризовался перерывом в осадконакоплении. В центральной части Памира он повсеместно сопровождается несогласием, выше которого залегают красноцветные молассовые накопления нижнего мела — сеномана с перекрывающими их морскими и лагунными слоями с рудистами. В юго-восточной части Памира также красноцветные терригенные отложения резко несогласно перекрывают более древние, в том числе палеозойские формации. Указывают на широкое развитие в южной части Памира позднеюрско-раннемеловых гранитоидов и др. В восточной части Гиндукуша и других районах повсеместно отмечается несогласное налегание на дислоцированные формации триаса и юры, а также на палеозой толщ конгломератов нижнего и части верхнего мела.

Таким образом, в поясе Альпийско-Каракорумских геосинклиналей рубеж юры и мела повсеместно характеризовался входящими движениями. Он выразился перерывом и складчатостью и сопровождался магматизмом и корообразованием. Не менее контрастно этот рубеж устанавливается в более северных внегеосинклинальных областях Средней и Центральной Азии [43].

Широкое развитие предмелового перерыва, соизмеримого по площади с предверхнетриас-юрскими несогласиями, при отсутствии синхронных ему накоплений грубообломочных масс может указывать только на предельное выравнивание рельефа, ландшафты которого полностью соответствуют определению поверхность выравнивания. Ее последующее расчленение привело к формированию нового рельефа, зарождение которого связывают с появлением континентальных красноцветных молассовых формаций готерива — баррема [43].

Начиная с готерива и в барреме в результате эрозионного расчленения сводовые водоразделы приобрели ступенчатое строение, возникли столовые горы. Территория туранских равнин испытала интенсивное погружение. Прерывистый характер опускания подчеркивается закономерной сменой континентальных красноцветных подгорных и равнинно-долинных отложений готерива и позднего баррема приблизительно

морскими и лагунными отложениями нижнего баррема и апта. По периферии этой области в полосе ее сопряжения с водораздельными массивами вдоль длительно развивавшихся разломов наметились денудационные уступы. В зоне уступов формировались отложения конусов выноса — относительно мелкозернистых к югу от Кызылкумов и грубообломочных предгорных по периферии Афгано-Таджикской, Ферганской и Приташкентской впадин. Намечается несколько крупных ступеней рельефа.

Низкая ступень охватывала территорию Кызылкумов вплоть до Султануиздага и Бельтау на западе. В геоморфологическом плане она представляла собой слабо расчлененный водораздел, полого спускавшийся и сливавшийся с аккумулятивными поверхностями на западе и более круто обрывающийся уступами вдоль южных и северных ограничений Кызылкумов. Не случайно в полосе к югу от Кульджуктау — Султануиздага в основании неокома коры выветривания отсутствуют. Одновременно внутри Кызылкумов под апт-альбскими отложениями они пользуются широким распространением. Более того, в ряде мест (Сарыбатыр и др.) в локальных понижениях сохранились ниже-среднеюрские отложения.

Средняя ступень рельефа включала территории Чаткало-Кураминского, Туркестано-Алайского и Зеравшано-Гиссарского регионов. Повсеместно она окружена шлейфом грубообломочных достаточно мощных подгорных накоплений, резко выклинивающихся вблизи поднятий и на недалеком удалении от них сменяющихся пачками переслаивания песчано-алевритовых и глинистых аллювиальных отложений. Западная граница ступени совпадает с предполагаемым глубинным разломом на сопряжении Приташкентской депрессии с Чаткало-Кураминской системой поднятий; южная контролируется Северо-Гиссарским разломом.

Высокая ступень полукольцом охватывала восточную часть Центрального Казахстана, Северную Киргизию, систему Алай-Кокшаалских поднятий, а также Куэньлунь, Памир и Парапамиз. Как и в предыдущих случаях, эти высоко поднятые столовые линейно- и мозаично-глыбовые горы поставляли в больших объемах несортированный грубообломочный материал в Джунгарский, Кучарский, Предкуэньлуньский, Тоюнский, Узгенский и Заалайский прогибы, в Ферганскую и Афгано-Таджикскую впадины.

Таким образом, в результате активизации раннемеловых тектонических движений произошло расчленение позднеюрской поверхности и на месте предельно выравненной страны возник ступенчатый ландшафт линейно-глыбовых и мозаично-глыбовых водораздельных массивов (поднятий). В процессе их денудации материал выносился в Приташкентскую, Ферганскую, Заалайскую и Афгано-Таджикскую впадины. Сложное строение обусловило существенные различия в глубине денудационного среза. Как и в западных районах, она оказалась максимальной вдоль основных уступов (южные склоны Гиссарского хребта, северные склоны Туркестано-Алайских поднятий, периферия Чаткало-Кураминского выступа). Огромные массы обломочного материала поступали со стороны более высоких ступеней (Терскей-Алатау, Кокшаал, северный Памир, Куэньлунь).

Следовательно, перестройка юрской поверхности выравнивания совершалась главным образом за счет боковой планации периферических частей свода, где превышения уступов рельефа оказывались максимальными. Масштабы денудации во внутренних частях палеозойственности были значительно ниже, что объясняется слабой расчлененностью рельефа в этих районах. Не случайно именно здесь сохранились ниже- и даже среднеюрские отложения (Зидды, Ангрэн и др.), хотя в течение раннего и даже части позднего мела седиментация отсутствовала.

В апт-альбскую эпоху развитие рельефа Средней Азии совершалось в условиях неуклонного расширения аккумулятивных пространств за счет размыва водораздельных массивов. Неоднократное че-

редование трансгрессий и регрессий не нарушало общего унаследованного развития рельефа.

Низкая ступень рельефа в Кызылкумах в отличие от предыдущей эпохи незначительно возвышалась над примыкавшими к ней приморскими равнинами. Показательно, например, что вдоль южного ограничения этой ступени склоновые накопления непосредственно сопрягаются с прибрежно-морскими (Кульджуктау, Бельтау и др.). Внутренняя часть ступени была слабо расчленена, что подтверждается развитием в ее пределах кор выветривания и карстовых полостей на палеозойских карбонатных массивах.

Средние и высокие ступени рельефа унаследовали свое положение от предыдущей эпохи, но отличались меньшей расчлененностью поверхности при заметном сокращении водораздельных пространств. Вместе с тем по периферии сводовых водораздельных массивов развиты конгломераты, что указывает на активизацию эрозии в этих районах. Накопления конгломератов особенно значительны на востоке страны — в восточной и северной Фергане, Джунгарии и Кучарской впадине.

Поздний валанжин, готерив и баррем характеризовались господством аридных условий, неблагоприятных для корообразования. На это также указывает незрелый полимиктовый и олигомиктовый состав грубообломочных толщ, обрамляющих области сноса.

Своеобразные условия корообразования в мелу отрицательно сказались на накоплении остаточных полезных ископаемых. Однако они оказали существенное влияние на состав осадочных пород, источником которых они являлись, и на осадочные полезные ископаемые в меловых отложениях: бокситы, красочные глины, россыпи золота, оловянного камня и титан-редкометаллических минералов.

На описываемой территории в мелу выделяются два этапа бокситонакопления. Оба связаны с двумя эпохами гумидизации и корообразования. Первый этап проявился в валанжинское, второй — в апт-альбское время. Площадное развитие осадочных бокситоносных формаций определял структурно-геоморфологический фактор.

При низкокачественных источниках глинозема и «незрелых» корах выветривания большое значение для бокситообразования приобретали карстовые процессы, способствовавшие «добоксичиванию» материала коры выветривания в процессе апт-альбской седиментации. Подобные бокситопроявления концентрируются вдоль полос карбонатных палеозойских отложений, вытянутых в субширотном направлении.

Сочетание богатейших источников сноса, постоянного чередования на протяжении мелового времени процессов денудации и аккумуляции создавало благоприятные условия для формирования россыпей золота, касситерита и титан-редкометаллических минералов по периферии Южнотяньшанского сводового поднятия.

С меловыми отложениями связаны также проявления медистых песчаников, широкое развитие которых устанавливается в Южнотяньшанском меденосном поясе. Осадочные рудопроявления меди подчинены красноцветным молассовым формациям, накопление которых происходило во впадинах у подножий поднятий. Рудопроявления возникали чаще всего в застойных водоемах подгорного и равнинно-долинного поясов.

Центральные и западные области Туранской плиты и ее горного обрамления

Позднеживетская-раннефранская эпоха (карта 42, врезка)

Данная эпоха рельефообразования наиболее ярко проявилась в областях, претерпевших каледонскую складчатость, т. е. в северной и срединной частях Тянь-Шаня. Главная ее особенность заключается в повсеместном расчленении значительно снивелированной поверхности

каледонских сооружений с одновременным формированием моласс тьюллубашской свиты и ее аналогов.

В начале выделяемой эпохи внутри Каратау-Чаткало-Нарынской зоны и Северо-Тяньшанского поднятия существовали высокие горы, о чем свидетельствуют сохранившиеся в основании разрезов живетских отложений валунные конглобрекции. По простиранию в сторону палеопонижений они постепенно замещаются потоковым пролювием, развитым в осевых частях грабенообразных прогибов.

Дальнейшее развитие выделяемой зоны совершалось в условиях расширения аккумулятивных пространств за счет размыва водоразделов и их планации. Во франском веке резко сократилось значение местных водораздельных поднятий как поставщиков обломочного материала; горные сооружения северной части Тянь-Шаня приобрели в этом отношении генеральное значение.

В рассматриваемое время произошло расчленение единой денудационной поверхности Бельтау-Кураминской зоны, в результате чего обособились крупные сводовые поднятия — Сырдарьинское и Фергано-Кураминское, разделенные аккумулятивными равнинами. Формирование аккумулятивных равнин происходило в связи с активным развитием эрозионных процессов, о чем свидетельствует полимиктовость материала, слагающего разрезы областей аккумуляции.

Разновозрастность отложений, выполняющих впадины указывает на асинхронность расчленения предживетской поверхности. Наиболее раннее опускание наблюдается в раннем живете по юго-западной (горы Могол-тау, Барактын-тау) и восточной (северная Фергана) периферии Фергано-Кураминского поднятия, где формируются нижеживетские грубообломочные пролювиальные отложения мошрапской (горы Могол-тау, Барактын-тау) и конгломератовой (северная Фергана) свит значительной мощности (до 700 м). Большие мощности отложений и их грубообломочный состав свидетельствуют о значительной энергии рельефа, а сравнительно малая ширина пролювиального шельфа — о его резких перегибах.

Уже в конце раннего живета с юга началась трансгрессия. Море к концу живетского века залило аккумулятивные равнины. Дальнейшая переработка склонов Сырдарьинского и Фергано-Кураминского поднятий продолжалась в результате абразивной деятельности. Вдоль фронта живет-франских трансгрессий по периферии поднятий возникла система разновозрастных поверхностей выравнивания, захороненных под различными горизонтами среднего — верхнего девона.

В южной части Тянь-Шаня и Кызылкумах в средне-позднедевонский этап образовывались равнины. Здесь непрерывно, начиная по крайней мере с силура, существовали морские условия с накоплением морских формаций различного состава и мощности. Возникшие в середине силура линейно-вытянутые узкие кордильерные поднятия в живет-франское время обладали минимальной энергией рельефа, о чем свидетельствует состав прибрежных осадков: это терригенно-карбонатные породы с преобладанием в терригенной составляющей глинистых и алевролитовых, реже песчаных пород. Такие кордильерные поднятия существовали в осевой части Туркестано-Алайской горной системы, на юге южной части Кура-тау, в Ауминза-Бельтауских горах Кызылкумов.

В юго-западной части Тянь-Шаня в живет-франское время существовала обширная выровненная суша, окаймлявшаяся с севера бермой карбонатных пород. Эти толщи непосредственно примыкали к сводовому поднятию, что подтверждает отсутствие сноса с континента.

С молассовыми отложениями, накопление которых произошло в начале позднеживетской — раннефранской эпохи рельефообразования, связаны россыпи и осадочная медь. Установлена тесная зависимость между россыпями и рыхлыми толщами, формировавшимися в различных геоморфологических условиях. Россыпи приурочены главным образом к отложениям пролювиальных потоков. Быстрое захоронение отложений пролювиальными потоками вблизи от питающих источников,

выраженных в виде палеовозвышенностей, способствовало наиболее значительной концентрации ценного компонента.

К краевым частям девонских морских бассейнов в пределах Бельтау-Кураминской зоны приурочены стратиморфные месторождения полиметаллов — Уччулак, Сумсар, Калканата. Установлены два типа геоморфологической обстановки, благоприятной для формирования рудовмещающих формаций: во-первых, это прибрежные полузамкнутые мелководные бассейны, составлявшие периферическую часть эпиконтинентальных морей, от которых они отделялись подводными отмелями и островами; во вторых, это центральные части эпиконтинентальных мелководных морей в зоне аридного климата, для которых были обязательными застойный характер бассейна и сероводородное заражение придонных слоев.

Намюрская эпоха (карта 43, врезка)

С этой эпохой связаны значительные перестройки рельефа в пределах всего Тянь-Шаня. Однако наиболее ярко они проявились в его южных областях. В Каратау-Чаткало-Нарынской и Бельтау-Кураминской зонах происходило формирование равнин.

На большей части территории Каратау-Чаткало-Нарынской зоны подобное развитие рельефа сопровождалось накоплением однообразных карбонатных формаций в условиях мелкоморья. Поверхность водоразделов северной части Тянь-Шаня не перестраивалась и лишь по его периферии она сопряжена с аккумулятивной морской равниной Каратау-Чаткало-Нарынской зоны, где происходила ее абразионная переработка, выразившаяся в образовании широкой бермы терригенных пород конгломерато-песчано-алевритового состава.

В пределах Бельтау-Кураминской зоны девонские сводовые поднятия выступали в виде островов в обширной зоне шельфа, поставляя терригенный материал в прибрежные области. В Кураминской зоне под воздействием подводных излияний сформировалась морская вулканогенно-осадочная свита уя, знаменующая собой начало средне-позднепалеозойского вулканогенного этапа на этой территории. Однако типичная для намюрской эпохи общая тенденция к выравниванию рельефа не нарушалась.

Значительные изменения рельефа в намюрскую эпоху произошли в южной части Тянь-Шаня. Вслед за региональной поздневизейской трансгрессией, когда вся территория южной части Тянь-Шаня была залита морем и сохранились лишь отдельные кордильерные поднятия в виде островов и отмелей, произошло общее поднятие. В результате появилось большое количество плоских кордильерных островов. Мелкозернистость терригенного материала и преобладание в разрезах прибрежных фаций карбонатов указывают на слабое расчленение поверхности островов.

С намюрской эпохой континентальной седиментации связано формирование бокситов в южной части Тянь-Шаня.

Все бокситовые залежи южной части Тянь-Шаня в зависимости от морфологии и генезиса слагающих их рудных тел, а следовательно, от геоморфологической обстановки времени бокситонакопления делятся на три типа: а) площадного карста в областях с пенепленизированным рельефом; б) глубокого карста в областях с расчлененным рельефом; в) прибрежно-морского типа.

Площадный карст развит на плоских островах, бронированных визейскими известняками. Кроме рудных тел, связанных с карстовыми полостями, незначительно распространены залежи в пролювиальных толщах, образующих узкий шлейф вокруг денудационных форм рельефа.

Залежи глубокого карста возникли в областях с расчлененным рельефом. В залежах распространены трещинно-карстовые, пещерные

рудные тела. Бокситы в рудопоявлениях этого типа отличаются наиболее высоким для Средней Азии качеством.

Прибрежно-морские залежи формировались вдоль берега плоских островов — в зоне постоянного колебания береговой линии моря. Качество бокситовых пород в этих залежах низкое.

Раннеюрская эпоха (включая рэтский век) (карта 42)

Общий ход развития процессов рельефообразования и осадконакопления в мезозое после возникновения регионального триасового пенеплена был существенно различным в центральных и западных областях Средней Азии. Если в центральных областях преобладали процессы денудации и накопления преимущественно обломочного материала, то в западных областях, примерно к западу от р. Амударьи, процессы накопления рыхлого материала и формирования аккумулятивных поверхностей явно преобладали над денудацией. Возможно, это было связано с близостью западных областей к акваториям морей, когда обширные прогибания в пределах акваторий распространялись и на сушу.

Так или иначе, но общий характер рельефа сопоставляемых областей был существенно различен (см. карты 42, 43). Поэтому дальнейшая характеристика карт, составленных для поздне триасовой—раннеюрской и среднеюрской эпох, дается в последовательности от центральных к западным областям Средней Азии.

В центральных областях Средней Азии деформация поверхности триасового пенеплена сопровождалась заложением двух принципиально различных форм раннеюрского рельефа — глыбовых водораздельных массивов и разделяющих их линейно-вытянутых грабенообразных понижений [43].

Линейно-вытянутые грабенообразные понижения выполнены моласовыми угленосными отложениями, переслоенными в отдельных районах эффузивами различного состава. В строении этих толщ намечаются следующие закономерности. Нижняя их часть обычно представлена несортированными, часто грубообломочными отложениями конусов выноса. Выше по разрезу они сменяются аллювиальными и озерными накоплениями.

Размещением грабенообразных понижений подчеркивается конфигурация водораздельных массивов. Рыхлый покров на поверхности массивов представлен элювием, а в понижениях бокситовыми и несортированными песками, а также глинами с одним или двумя пластами угля в верхней части. Мощность этих отложений не превышает первой сотни метров. Полосы русловых образований вложены в систему эрозионных ложбин.

Возраст рассматриваемых отложений не выходит за пределы верхнего триаса — нижней юры. В зависимости от местных условий в разрезах наблюдаются следы перерывов и размывов, выпадение отдельных горизонтов, неоднократное переотложение бокситового вещества и т. д.

Отложения этого типа встречаются в южной и северной Фергане (Ташкумыр и др.), в Чаткало-Кураминских горах и Приташкентском районе (Угам и др.), Туркестано-Алайской области (Ходжа-Келян и др.), в юго-западных отрогах Гиссарского хребта (Шаргунь и др.), Кызылкумах (Сарыбатыр), северном Афганистане (Герат). Повсеместно они несут следы близкой транспортировки материала — продуктов переотложения коры выветривания. Формирование последней нужно связывать с формированием пенеплена. При этом грабенообразные прогибы являлись местными базисами эрозии и стимулировали дренаж формировавшегося элювиального покрова. Масштабы денудации позволяют предполагать, что в это время еще не произошло принципиальной перестройки исходной поверхности. Она была подрезана лишь вдоль бортов грабенообразных понижений, поверхность которых к концу ранней юры вновь слилась с поверхностью водоразделов.

Принципиальное значение для реконструкции рельефа позднеэриасовой — раннеюрской и последующей среднеюрской эпохи западной части Средней Азии имеет работа А. Аланова и соавторов [46], содержащая весьма обстоятельную характеристику триас-юрских комплексов территории Туркменистана.

Установлено, что в пределах западной части Туранской плиты, являвшейся областью регионального опускания, широкое распространение получили аккумулятивные равнины. На их фоне местами выделялись, отвечая участкам тектонических поднятий, довольно значительные по площади пенепленизированные возвышенности (районы Центрально-Каракумского и Карабогазского сводов и др.), а также слабо расчлененные эрозионно-денудационные равнины (районы Мангышлакско-Центрально-Устюртской системы поднятий, Актумсукского поднятия, Денгизкульского, Чарджоуского, Кабаклинского выступов и др.). Эти возвышенности, как и пенеплен, занимавший восточное Приаралье и центральные Кызылкумы, обрамлялись полосой аллювиальных равнин. Внутренние районы Устюрта и Мангышлака представляли собой область аллювиально-дельтовых, а Заунгузского прогиба — аллювиально-озерных равнин. В наиболее опущенных зонах Южно-Мангышлакского, Барсакельмесского прогибов, Мургабской впадины, районах северного борта Предкопетдагского прогиба располагались озерно-болотные равнины. Территория Копетдага и Предкопетдагского прогиба предположительно была занята мелководным морским бассейном.

На протяжении рассматриваемого этапа проявляется отчетливая тенденция постепенного расширения областей прогибания и седиментации и, как следствие, последовательное увеличение площадей аккумулятивных равнин. Так, на Мангышлаке геттанг-синемюрские осадки, представленные внизу грубозернистыми песчаниками с галькой а выше толщей алевроитов и глин с прослойками углистых глин общей мощностью до 90 м, отлагались только в пределах Южно-Мангышлакского прогиба. Вышележащая толща аналогичного строения, имеющая мощность более 200 м и относящаяся к среднему лейасу (плинсбах?), распространена уже более широко, встречаясь на структурах Жетыбай-Узеньской ступени.

Еще более широким распространением пользуются отложения тоара, развитые вплоть до района Мангышлака, где в то время существовала эрозионно-денудационная равнина; выделяемая здесь пестроцветная песчано-глинистая кокалинская свита достигает мощности 50 м. Аналогичная картина характерна и для Устюрта — наиболее древние отложения сосредоточены на юго-западе Барсакельмесской впадины, относительно молодые распространены значительно шире.

Указанное выше различие процессов рельефообразования и осадконакопления в центральных и западных областях Среднеазиатского региона существенным образом сказалось на процессе накопления полезных ископаемых.

На территории центральных областей Средней Азии в позднеэриасовую — раннеюрскую эпоху был сформирован комплекс отложений, накопление которых совершалось в условиях небольших превышений рельефа. Поэтому отложения имеют незначительную мощность (до первых десятков метров) и представлены преимущественно продуктами переротложенной коры выветривания и пролювиально-аллювиальными толщами. К отложениям приурочены залежи каолинов, бокситопоявления и месторождения бурого угля.

В зависимости от состава исходных формаций выделяются различные генетические типы каолинового элювия. Наиболее благоприятными для образования «чистых» первичных каолинов оказывались порфиритовые формации (Ангренское месторождение первичных каолинов в Кураминских горах).

В Средней Азии известно около 80 бокситопоявлений позднеэриас-раннеюрского возраста. Более половины из них расположены в южном Узбекистане. В зависимости от положения в рельефе они образуют раз-

личные генетические типы — склоновые и подножно-веерные (делювиально-пролювиальные), карстовые и долинные аллювиально-пойменные. Их распределение контролировалось местными особенностями строения рельефа, его понижений, связанных с зонами разломов, приразломными уступами, карстовыми полостями.

В этот период еще отсутствовали достаточно разработанные речные системы. Отдельные русла, установленные в горах Мечетли, в пределах Кайракского месторождения, а также в горах Байсунтау и Чакчар, свидетельствуют скорее всего об эфемерности этих потоков, которые можно сравнить с мелкими временными потоками в суходолах. Потоки не образовывали единой речной системы, а развивались периодически и сбрасывали переносимый ими материал здесь же при выходе их в долину. Не случайно поэтому столь резки фациальные изменения разрезов, когда небольшие конусы брекчий сменяются несортированными пестроцветными глинами и линзами бокситов. Аналогичные формы рельефа были характерны для других районов Средней Азии, в частности, для района Туаркырской впадины в западном Туркменистане.

Процессы заболачивания озеровидных расширений речных долин и выполаживания склонов создавали предпосылки к торфонакоплению. Большинство из известных углепроявлений, в том числе разрабатываемые месторождения угля Шаргунь, Ангрен, Ташкумыр, Сулюкта и др., в палеогеоморфологическом отношении связаны с заболоченными понижениями. Угольные пласты залегают в центральных частях речных долин или образуют системы приконусных торфяников.

С верхнетриасовыми — нижнеюрскими отложениями связаны проявления россыпей золота. Они образуют системы плотиковых струй в основании русловых линз в северной Фергане и юго-западных отрогах Гиссарского хребта.

В западной части Туранской плиты важнейшими полезными ископаемыми, приуроченными к рэт-лейасовым отложениям, являются нефть, газ и бурые угли. Первые распространены на южном Мангышлаке, где в нижнеюрской толще выявлен ряд месторождений. К ним относятся нефтегазовые месторождения Жетыбай, Тасбулат, Актас, газонефтяное Южный Жетыбай, нефтяное Туркменой. Газовое проявление установлено в рэт-лейасовых отложениях на структуре Куаныш, расположенной в северо-восточной части Барсакельмесского прогиба на Устюрте.

Месторождения бурых углей приурочены к рэт-лейасовым отложениям района хр. Каратау. К ним относятся Таскумырсайское и Кокпакское месторождения. Углепроявление в породах того же возраста наблюдается в районе гор Кендыктас и Хантау. Все они сопряжены с локальными понижениями палеорельефа.

Среднеюрская эпоха (карта 43)

Среднеюрская эпоха являлась вполне самостоятельной в мезозойской истории Средней Азии. Она отмечена определенными особенностями развития рельефа и процессов осадконакопления, а именно: прогрессивно нараставшими процессами аккумуляции рыхлого материала и формированием аккумулятивных поверхностей за счет переработки денудационных равнин; региональной перестройкой крупных форм рельефа.

В эту эпоху четко наметился пояс туранских аккумулятивных равнин, вытягивавшихся от Прикаспия через плато Устюрт в Мургабскую и Афгано-Таджикскую впадины. На крайнем востоке, будучи ограниченным цепями поднятий южного Тянь-Шаня и северного Памира, он постепенно сужался и, наконец, выклинивался. И если в пределах равнин раннемезозойская поверхность была захоронена, то в областях сводов она испытала повторное расчленение и новую планацию.

Развитие рельефа сводовых водораздельных массивов в центральном регионе Средней Азии носило в целом унаследованный характер. Процессами расчленения рельефа были охвачены только отдельные уча-

стки сводов. Наряду с существовавшими, но несколько расширившимися прогибами (Леонтьевский, Яркенд-Ферганский и др.) в центральных областях Средней Азии произошло заложение новых. Одни из них (Тегенек-Каратауский, Кокянгакский, Шурабский и др.) ориентированы согласно простиранию структур складчатого основания, другие, также связанные с разломами, стали развиваться по окраинам ядер ранней консолидации герцинид (Ленгер, Кельтемашат, Ангрен и др.). «Зрелый» существенно кремнисто-кварцевый состав терригенных компонентов в накопившихся толщах, преобладание каолинита в глинах, общий алевроито-глинистый состав пород, наличие мощных пластов угля, а также умеренная мощность накоплений (до 100—150 м) указывают на незначительные местные превышения в рельефе внутрисводовых водоразделов, поверхность которых была унаследована от предыдущей эпохи.

Иной тип сопряжения между поднятиями и примыкавшими к ним аккумулятивными равнинами наметился вдоль границы между сводовыми водораздельными массивами и подгорными туранскими равнинами. В полосе их сопряжения переработка раннемезозойской поверхности совершалась особенно интенсивно. Например, по северной и восточной периферии Туранской равнины (восточный чинк Устюрта, северная часть Бухаро-Хивинской зоны, южный склон Гиссарского хребта) это выразилось накоплением полимиктовых, часто грубообломочных пород, состоящих из обломков эффузивов пермо-карбона, расположенных поблизости. Аналогичная аккумуляция отмечается и в юго-западных отрогах Гиссарского хребта, в Дарвазе и Заалае, Предкузньлунье, Кучаре и других районах, где сосредоточены основные накопления грубых осадков.

В начале среднеюрского времени усилилось прогибание Туранской плиты. Об этом свидетельствует значительно более широкое распространение аалейских отложений по сравнению с нижнеюрскими. В байосбатское время осадконакопление происходило повсеместно, уже практически на всей территории запада Туранской плиты.

Широкое распространение здесь имели аллювиально-озерные и озерно-болотные равнины, на которых накапливались песчано-алевритоглинистые осадки, содержащие пласты углистых глин и углей. Позднее получают развитие озерные и дельтовые равнины; обширные участки превращаются в лагунное побережье. В позднебайосское — раннеабатское время в результате периодического затопления морем формируется аккумулятивная прибрежно-морская равнина, накопления которой представлены песками, переслаивающимися алевритами с перекрестной мульдобразной слоистостью и глинами, иногда содержащими раковины двустворок и фораминифер.

Влияние среднеюрского рельефа на формирование полезных ископаемых выражалось двояко. В центральных областях Средней Азии в связи с некоторой активизацией тектонических движений и формированием подгорных накоплений в виде системы слившихся конусов выноса галечников, гравелитов и песков утратили свое значение процессы окистонакопления. Но одновременно периферия конусов интенсивно заболачивалась (основные месторождения углей Средней Азии); появлялись участки накопления сидерита (Ташкумыр, Байсун, Кугитанг).

В западной части Средней Азии на протяжении среднеюрской континентальной эпохи накопилась мощная толща осадков, изобиловавшая проницаемыми пластами. Они служили благоприятными коллекторами для нефти и газа. Поэтому среднеюрские отложения представляют собой основной продуктивный мезозойский комплекс платформенного чехла. Резервуарами для нефтяных и газовых залежей служат пласты песчаников и алевролитов преимущественно аллювиального, аллювиально-дельтового и прибрежно-морского генезиса, обладающие хорошими коллекторскими свойствами. Фильтрационные и емкостные свойства пород-коллекторов связаны определенным образом с фациальной природой исходных осадков, а последняя, в свою очередь, в значительной степени зависела от геоморфологических условий осадконакопления. Это выражалось, в частности, в ухудшении благоприятных для газонефтесна-

копления параметров пород при переходе от аллювиальных, аллювиально-дельтовых и мелководных морских отложений, формировавшихся нередко в прибортовых частях региональных прогибов, к озерно-болотным и относительно более глубоководным шельфовым осадкам, характерным для осевых зон прогибов и впадин. Пространственное расположение песчаных коллекторов характеризуется часто полосовидной их формой, что также в значительной мере определялось геоморфологической обстановкой седиментации — формированием долин и эрозионных ложбин.

Со среднеюрскими понижениями хр. Каратау связаны залежи бурого угля (Боролдайское, Таскомырсайское, Чокпакское месторождения), горючих сланцев, тугоплавких глин. Углепроявления отмечены также в среднеюрской толще района Кендыктас-Хантаусских гор.

Среднеплиоценовая эпоха (предакчагыльское время) (карта 44)

Между сарматом и поздним плиоценом (акчагыл) почти на всей территории Средней Азии установился континентальный режим, который сопровождался интенсивным проявлением рельефообразующих процессов. Раннеплиоценовая (понтическая) трансгрессия Каспия, охватившая только северо-запад Устюрта и Западно-Туркменскую впадину, имела локальное распространение. Море было мелководным и, таким образом, трансгрессия не повлияла сколько-нибудь существенно на общий ход развития геоморфологических процессов.

После регрессии раннепонтического моря субаэральная обстановка развития рельефа с высокой степенью активности денудационных процессов стала господствующей. Ведущую роль в формировании рельефа стали играть резко дифференцированные интенсивные движения земной коры. Это подтверждается рядом доказательств регионального значения: 1) наличием глубоких, до нескольких сотен метров, предакчагыльских эрозионных врезов на территории южного Туркменистана; 2) гипертрофированными (до нескольких сотен метров для плиоцена) мощностями континентальных отложений в пределах Предкопетдагского прогиба и Западно-Туркменской впадины; 3) повсеместным наложением верхнеплиоценовых отложений в центральных районах Средней Азии на сильно эродированную поверхность коренных пород от миоценовых до палеозойских образований включительно и др.

Эти и подобные им другие данные позволили Н. П. Луппову (1963 г.) выделить средний плиоцен (куяльник по черноморской терминологии) в самостоятельную континентальную эпоху геологического развития территории Средней Азии. Добавим, что одновременно это была эпоха кардинальной перестройки почти всей геоморфологической обстановки в пределах Туранской плиты (см. ниже).

Хотя развитие рельефа крупных регионов Средней Азии на протяжении первой половины плиоцена протекало в целом унаследованно, его реконструкция на рассматриваемой карте дана применительно к концу среднего плиоцена, т. е. к предакчагыльскому времени. Это сделано с целью более достоверного показа основных форм рельефа, поскольку анализ несогласий на границе верхнеплиоценовых и подстилающих их отложений дает наиболее полное представление об этом этапе развития рельефа. С этой же целью на карту нанесены изогипсы глубин современного залегания подошвы верхнеплиоценовых (в основном акчагыльских) отложений в детально разбуренных районах Туранской плиты, которые косвенным образом характеризуют основные формы предакчагыльского рельефа в этих районах.

В среднем плиоцене были сформированы основные черты рельефа горных сооружений Средней Азии — Тянь-Шаня, Памира, Копетдага и других в виде, близком к современному. Это подтверждается почти полным отсутствием среднеплиоценовых отложений в горах и глубокими эрозионными врезами, в которые вложены верхнеплиоценовые и нижне-

четвертичные континентальные толщи (кешинынбаирская свита в Туркмении и др.).

В предгорных зонах развиты мощные (до 1 км и более) толщи новейших плиоценовых моласс (кулябский комплекс в Таджикистане, бактрийская свита в Узбекистане и Киргизии, казганчайская свита в Туркмении и др.), что также подтверждает вывод об активном плиоценовом поднятии горных сооружений и интенсивном расчленении их рельефа. Свидетелями этого процесса являются и высоко поднятые в горах фрагменты древних доплиоценовых поверхностей выравнивания. Анализ возраста и условий формирования этих поверхностей в комплексе с изучением новейших моласс, достаточно убедительно свидетельствует о новейшем (безусловно послепалеогеновом) образовании таких горных сооружений, как Тянь-Шань, Гиссаро-Алай и Памир, Копетдаг [29].

В общем, вывод о весьма значительном поднятии и глубоком эрозионном расчленении рельефа современных горных хребтов Средней Азии в плиоцене разделяется практически всеми исследователями геологии и геоморфологии этого региона. При этом полагают, что процесс образования горных сооружений в большинстве районов начался еще в миоцене, точнее, после регионального накопления олигоцен-нижнемиоценовых красноцветных отложений массагетской свиты на Памире и в Тянь-Шане, образования олигоцен-раннемиоценовой так называемой ризской поверхности выравнивания в Копетдаге [29]. Поднятия горных сооружений и расчленение их обычно связывают с орогеническим этапом развития альпийской геосинклинальной зоны.

Активизация тектонических движений в плиоцене в пределах альпийского орогенического пояса, конечно, не прошла бесследно для смежных областей Туранской плиты. В миоцене и на более ранних этапах позднемезозойской — раннекайнозойской истории развития здесь, как известно, господствовали процессы морской седиментации и формирования подводных аккумулятивных равнин. Однако этот процесс был резко нарушен в среднем плиоцене в связи с поднятиями в альпийской геосинклинальной зоне. Наиболее крупные изменения геоморфологической обстановки произошли в западных областях Средней Азии, где в раннем мезозое господствовали ландшафты аллювиально-дельтовых, озерно-аллювиальных и прибрежно-морских равнин, а в позднем мезозое и раннем кайнозое морские условия.

В середине плиоцена на месте сарматского морского бассейна возникло обширнейшее плато Устюрт. Послемиоценовый, в основном среднеплиоценовый, период образования этого плато доказываемый весьма уверенно — по широкому распространению в его пределах почти горизонтально залегающих известняков среднего сармата, образующих плоскую поверхность плато, и расположению среднеплиоценовых долин, окаймлявших плато на востоке и юго-востоке.

К среднему плиоцену, вероятно, следует отнести возникновение среднегорных сооружений Большого и Малого Балхана, поскольку они не заливались акчагыльским морем, а в межбалханских коридорах, по данным геофизических исследований, намечаются узкие и глубокие (до 1—1,5 км) преакчагыльские долины и эрозионные ложбины, по которым осуществлялся основной вынос рыхлого материала из центральных районов Туранской плиты в Западно-Туркменскую впадину.

В центральных и восточных районах Туранской плиты геоморфологическая обстановка в среднем плиоцене была иной. Как видно из карты, эта территория также испытала значительное общее поднятие, но формирование крупных элементов рельефа в ее пределах было в значительной степени подчинено влиянию ранее сложившихся крупных структурных элементов осадочного чехла. На территории центральных Каракумов в пределах одноименного свода располагалась высокая эрозионно-денудационная равнина. Она возникла в результате сводового воздымания и расчленения ранее существовавшей здесь аккумулятив-

ной миоцен-раннеплиоценовой равнины, сложенной аллювиально-дельтовыми осадками заунгузской свиты. Эта древнеаккумулятивная равнина смыкалась на юге с близкими по возрасту пролювиальными или аллювиально-пролювиальными равнинами в пределах предгорий Копетдага и Парапамиза. Контуры бывшего распространения указанной выше эрозионно-денудационной равнины четко намечаются направлениями погребенных долин огибавших ее среднеплиоценовых рек.

О развитии речной сети в среднем плиоцене следует сказать особо. Средний плиоцен — это эпоха глубоких эрозионных врезов и формирования густо разветвленной речной сети на большей части территории Средней Азии. Данные изучения глубины залегания подошвы и мощностей верхнеплиоценовых (акчагыльских и др.) отложений позволяют сделать вывод, что в горных районах Средней Азии большинство среднеплиоценовых долин имели направления, близкие к направлениям современных крупных рек. То же самое можно сказать в отношении долин пра-Сырдарьи и пра-Чу. Однако на остальной равнинной территории Средней Азии, особенно в пределах Туркменистана, была развита система глубоко врезанных узких долин, которые в настоящее время погребены или очень слабо отражены современной гидросетью, или вовсе не имеют такого выражения. Главную роль в развитой здесь преакчагыльской системе речных долин играет весьма глубокая (до 1600 м) и широкая (до 20—30 км) долина пра-Амударьи. Она имеет широтное направление, огибая с юга поднятие Заунгузских Каракумов. В районе межбалханских коридоров долина впадает в Западно-Туркменскую впадину. Крупная меридиональная долина с системой левобережных притоков намечается вдоль восточного чинка Устюрта. Она соединялась с долиной палео-Амударьи где-то в районе южного окончания русла р. Узбой.

Основной причиной формирования глубоких преакчагыльских долин в равнинных областях Средней Азии послужила, по-видимому, указанная выше общая перестройка тектонического режима в среднем плиоцене. При этом направления крупных долин, так же как формирование весьма глубоких эрозионных ложбин, были предопределены скорее всего активными движениями по глубинным разломам, которые намечаются по геофизическим данным вдоль многих погребенных долин. Не исключено, что эрозионно-тектоническое происхождение имеют и прямолинейные отрезки восточного чинка Устюрта, который, несомненно, уже существовал в среднем плиоцене. Обращают на себя внимание прямолинейная выдержанность уступа на огромном расстоянии — от северного побережья Аральского моря до юго-восточной оконечности плато (650 км), а также его совпадение с прямолинейным руслом преакчагыльской долины, которая проходила вдоль подножия уступа.

Среднеплиоценовая эпоха в целом была малоблагоприятной для образования экзогенных месторождений полезных ископаемых. Со среднеплиоценовой красноцветной толщей в Западно-Туркменской впадине связан ряд литолого-структурных залежей нефти и газа. Однако геоморфологические условия образования подобных ловушек изучены недостаточно. Перспективными на поиски шнурковых (в погребенных долинах) могут оказаться некоторые котловинообразные участки глубоких доакчагыльских долин. С верхнеплиоценовыми отложениями в районе хр. Нуратау связано россыпное золото. Поэтому картирование доверхнеплиоценовых эрозионных врезов может сыграть определенную роль в поисках россыпей. Установлено также, что глубокие преакчагыльские размыты послужили причиной резкого снижения геостатического давления на отдельных структурах Туркменистана (до 60—80 атм), повлекшего за собой перетоки соли и пластовых вод в нефтегазоносном верхнеюрском комплексе. На этом основании допускают (Л. П. Полканова, 1967 г.) возможность использования результатов изучения преакчагыльских эрозионных врезов для решения проблемы переформирования и разрушения нефтегазоносных залежей.

На обзорной геоморфологической карте главное внимание уделено характеристикам генезиса и геологического возраста рельефа. В ее основу положены авторские макеты, специально подготовленные для отдельных крупных частей территории Средней Азии (см. карту 2), а также ранее изданные геоморфологические карты и схемы, число которых достаточно велико: сводные геоморфологические карты территории Таджикистана (О. К. Чедия, В. В. Лоскутов и др.), Узбекистана (А. А. Юрьев, Х. Т. Туляганов, Л. З. Палей и др.) и Туркмении (Л. Б. Неводчикова и др.) в средних масштабах. Высокая в целом степень изученности морфологии, генезиса и возраста современного рельефа Средней Азии при наличии большого количества публикаций позволяет ограничиться изложением наиболее важных принципиальных выводов по данной проблеме.

Из карты видно, что в современном рельефе различных районов Средней Азии сохранились реликты весьма разнообразных по генезису и возрасту форм рельефа — от фрагментов раннемезозойского пенеплена в горах Тянь-Шаня до обширных голоценовых равнин в Ферганской впадине, предгорьях Копетдага и др. Эти данные опровергают представления некоторых исследователей о значительной «молодости» современного рельефа горных стран, в том числе на территории Средней Азии. С другой стороны, в последнее время высказывалось мнение (Г. Н. Пшенин, 1982 г.) о возможности сохранности в этом регионе горных сооружений, созданных еще в эпоху варисского орогенеза, что представляется второй крайностью. Приведенные выше данные о мезозойских и более молодых эпохах формирования рельефа Среднеазиатского региона, как кажется, достаточно убедительно подтверждают сделанный ранее вывод [29, 43 и др.] о региональной планации, вплоть до образования обширного пенеплена в мезозое и палеогене, и о становлении основных форм современного горного рельефа начиная с периода плиоценовых поднятий. Именно средний плиоцен является основной эпохой формирования горных сооружений на территории Средней Азии в очертаниях, близких к современным.

Второй принципиальный вывод касается общей оценки генезиса горных сооружений Средней Азии. Современные горы Средней Азии могут быть подразделены по крайней мере на три типа: сводово-глыбовые, складчато-глыбовые и глыбовые горы.

К категории сводово-глыбовых гор может быть отнесено большинство горных хребтов Тянь-Шаня и внутреннего Памира. Ведущая роль в их образовании принадлежала, по-видимому, вертикальным движениям (поднятиям) земной коры. В пользу подобного предположения говорят такие геоморфологические данные, как: широкое распространение в горах очень древних (мезозой — палеоген) и весьма высоко (до 4—5 км) приподнятых денудационных поверхностей выравнивания типа пенеплена, образование которых могло происходить только в обстановке, близкой к равнинно-платформенным условиям развития территории; сводообразный, сводово-глыбовый характер новейших тектонических деформаций указанных поверхностей; наличие крупных тектонических уступов рельефа, часто ступенчатых, в краевой зоне горных хребтов, которые многими исследователями справедливо рассматриваются как своеобразные зоны «дробления рельефа» под воздействием крупных вертикальных перемещений земной коры по разломам; развитие в переходных горно-предгорных зонах на границе с тектоническими впадинами поясов молодых (позднеплиоценовых — четвертичных) холмогорий, степень расчленения которых нарастает в направлении осевых сводовых зон горных хребтов независимо от положения поясов холмогорий по отношению к этим хребтам. Указанные геоморфологические показатели преобладавшего сводово-глыбового формирования горных сооружений наиболее четко выражены в Тянь-Шане.

Обратимся теперь к складчато-глыбовым горам. Подобное происхождение на территории Средней Азии имеют, вероятно, многие горные хребты системы Гиссаро-Алая, как бы «зажатые» между приподнятыми массивами Памира и Тянь-Шаня, и более определенно большинство горных хребтов Копетдага. В образовании гор этого типа наряду с поднятиями существенную роль сыграли также горизонтальные перемещения огромных масс земной коры, в основном вдоль фаса горных сооружений, на их стыке с прилегающими глубокими прогибами земной коры.

Именно такой тип горообразования по ряду геолого-геоморфологических и геофизических показателей намечается для Копетдагского мегантиклинория (Туркмено-Хоросанских гор), охватывающего советскую и зарубежную части Копетдага. Это подтверждают: строгое параллельно-веерное расположение ряда чередующихся антиклинальных хребтов и синклинальных понижений преимущественно в краевых частях мегантиклинория вблизи Иранской и Туранской плит — показатель непосредственного влияния этих плит на формирование горного сооружения; соизмеримость амплитуд вертикальных и горизонтальных (надвиговых) плиоцен-четвертичных движений земной коры вдоль северного фаса Копетдага, при одновременном широком развитии здесь ступенчатого рельефа по разломам — показатели существенной роли горизонтальных тектонических движений и, по-видимому, гравитационно-тектонических процессов в формировании краевых (передовых) хребтов Копетдагского мегантиклинория, на его стыке с глубочайшим Предкопетдагским прогибом (размах вертикальных перемещений масс земной коры в этой весьма узкой — до 3—4 км — зоне достигает 12—15 км); развитие обширной зоны преимущественно изометричных новейших морфоструктур и зоны относительного поднятия поверхностей всех основных разделов земной коры в центральной наиболее приподнятой части Копетдагского мегантиклинория — показатели основной роли сводового воздымания земной коры в формировании всей системы Туркмено-Хоросанских гор, расположенных между указанными выше плитами.

Ведущая роль отдельных глыбовых поднятий земной коры в формировании гор третьего типа, к которым на рассматриваемой территории Средней Азии могут быть отнесены изолированные невысокие горные кряжи Центральных Кызылкумов (хребты Букантау, Тамдытау и др.), а также горный массив Султануиздага, подтверждается также рядом геолого-геоморфологических показателей. Наиболее существенными являются, пожалуй, данные об ограничении этих кряжей тектоническими уступами рельефа — разломами, совпадении кряжей с отдельными блоками земной коры, блоковым характере деформаций донеогеновых поверхностей выравнивания, фрагменты которых сохранились в пределах всех кряжей.

Таким образом, намечается общий вывод о различных путях формирования современных горных сооружений Средней Азии, а скорее всего об очень сложном соотношении в орогенических процессах как горизонтальных, так и вертикальных напряжений. Дальнейшие исследования, вероятно, позволят существенно уточнить и дополнить изложенные выше представления. Это касается прежде всего вопроса о соотношении варисского (герцинского) и новейшего (послепалеогенового) этапов горообразования, которые, как показывает предварительный анализ данных, были существенно различными. В эпоху варисской орогении большую роль в формировании горных сооружений играли, по-видимому, процессы рифтогенеза, тогда как на новейшем этапе более четко проявились упомянутые выше сводово-глыбовые и складчато-глыбовые деформации земной коры.

Кратко рассмотрим вопрос о крупных изменениях рельефа, происшедших в завершающую стадию его развития, т. е. после региональной трансгрессии позднеплиоценового (акчагыльского) моря, подтоплявшего обширную территорию западной части Средней Азии.

Как видно из сопоставления карт 41 и 42, наиболее значительные изменения геоморфологической обстановки произошли в пределах тер-

риторий южной части Туранской плиты и Предкопетдагского прогиба, юго-восточного Приаралья, Кызылкумов и юго-западного Узбекистана. В целом они выразились в «замещении» (вверх по разрезу) погребенных денудационных форм рельефа аккумулятивными — обширными по площади своего распространения аллювиальными, аллювиально-пролювиальными, пролювиальными другими типами аккумулятивных равнин четвертичного возраста. Эта проблема неоднократно и весьма обстоятельно рассматривалась различными исследователями. В итоге установлено, что формирование обширной аллювиальной равнины, впоследствии глубоко переработанной эоловыми процессами, на территории южной части Туранской плиты было связано с развитием палео-Амударьи, наследовавшей в среднечетвертичное время широтную доакчагыльскую долину. В формировании аккумулятивных равнин предгорных областей Средней Азии значительную роль сыграли также периоды общего увлажнения территории (так называемые плювиальные эпохи) в четвертичное время, когда значительно повышалась водность рек и, следовательно, их способность переносить и рассеивать на большей площади рыхлый материал. В горных районах, испытавших интенсивные дифференцированные поднятия в четвертичное время, влияние указанных изменений климата на геоморфологические процессы было подавлено более активным воздействием тектонического фактора.

АЛАТАЙ-САЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ

Выбор эпох, для которых составлены карты Алтай-Саянской области, определялся их самостоятельностью в качестве показателей определенного геологического развития территории, их значением в более широком плане, чем данный регион, наличием необходимого фактического материала для выполнения литолого-палеогеоморфологических реконструкций, практической значимостью гипергенных полезных ископаемых соответствующей эпохи. Каждая из характеризуемых ниже эпох древнего континентального развития начинается с перестройки рельефа в связи с активизацией тектонических движений и заканчивается его «приспособлением» к создавшимся тектонической структуре и климатическим условиям.

При восстановлении палеорельефа на ту или иную эпоху применялся разнообразный комплекс методов, широко использовались данные бурения континентальных мезозойско-кайнозойских отложений, результаты специального картирования древних поверхностей выравнивания и кор выветривания, материалы полевых геологических и геоморфологических съемок. Вместе с тем в процессе исследований выявилось также большое значение результатов дешифрирования аэро- и космоснимков, которые позволили уточнить расположение многих древних элементов рельефа и площадей сопряженных с ними континентальных отложений.

Важный рубеж в истории геолого-геоморфологического развития Алтай-Саянской области падает на время создания так называемого эпигерцинского пенеплена, получившего в начале мезозоя распространение на всей этой территории. На картах атласа приведены реконструкции рельефа для ранне—среднеюрской, позднемиоценовой — раннепалеогеновой и олигоцен-миоценовой эпох континентального развития. Кроме того, составлена геоморфологическая карта, иллюстрирующая конечный результат многоэтапного преобразования рельефа.

Ранне-среднеюрская эпоха (карта 46)

Ранне-среднеюрская эпоха является временем существенной переработки и разрушения ранее созданного и длительно существовавшего эпигерцинского пенеплена — поверхности, срезающей тектонические структуры и неровности рельефа предшествующей герцинской эпохи. Общее выравнивание рельефа, предшествовавшее активизации движе-

ний в раннеюрское время, зафиксировано предъюрскими корами выветривания, широко развитыми по северной периферии Алтай-Саянской области, в грабене р. Каргы и на востоке Тувинской впадины. В составе обломочного материала триасовых осадков, принесенных со стороны Салаира, встречены гальки железистого боксита, что свидетельствует о пенепленизированном рельефе в областях сноса. В пределах Кузбаса предъюрские коры выветривания развиты по отложениям среднего триаса.

Нарушение процессов пенепленизации в это время было связано с тектонической активизацией Монголо-Охотского пояса и прилегающих районов. Четким индикатором перестройки поверхности является накопление коррелятных рельефу осадков, которое началось в северной части области в ранней юре, а в Восточной Туве в среднеюрское время. Палеогеоморфологическая карта составлена на время завершения накопления среднеюрских осадков, которые наиболее полно представлены на территории Алтай-Саянской области. Исходя из пространственного положения, состава и мощностей юрских осадков, можно предположить, что с начала юрского периода на фоне общего поднятия происходили глыбовые подвижки. Это привело к образованию отрицательных структур двух типов: унаследованных межгорных впадин, сохранивших с герцинского времени тенденцию к опусканию, и систем узких протяженных грабенов, тяготеющих к зонам разломов. Появление этих впадин способствовало обособлению Салаира от Горной Шории и Кузбасса, Западной Тувы и Западного Саяна от Горного Алтая. При обособлении Приаргинского прогиба, Доронинской и некоторых частей Бийско-Барнаульской впадины наметилась северная граница Алтай-Саянской области и ее граница с Западно-Сибирской плитой.

Алтай-Саянская область превратилась с этого времени в область преобладающих восходящих движений (меняющих во времени свою активность), поставившую обломочный материал в районы предгорных опусканий, межгорных прогибов и внутригорных впадин, имеющих по площади резко подчиненное значение. Наиболее высокими в это время были косые горстовые выступы древнего фундамента, на месте которых и возникли крупные асимметричные горные сооружения, максимально приподнятые и расчлененные вблизи разломов, по которым произошло поднятие и образовались тектонические уступы.

Наиболее значительное поднятие испытали Восточно-Тувинское нагорье, Восточный Саян, южная часть Западного Саяна, западная часть Кузнецкого Алатау, северо-восточная часть Салаира. Здесь сформировались средневысотные горы с абсолютными высотами около 1000—1200 м и глубиной расчленения порядка 400 м, которые по мере удаления от зоны максимального поднятия сменялись низкими горами и холмогорьем. На западе области поднятия были менее значительны, о чем говорит характер и объем обломочного материала, выполняющего приразломные впадины, примыкающие к горстовым выступам с рельефом холмогорий.

По распространению коррелятных юрских отложений и особенностям их связи со структурными элементами установлены контуры речных долин, заложенных вдоль разломов, а также участки погребенной (частью откопанной) овражной сети в Каргинском грабене и восточной части Тувинской впадины. В качестве аллювия юрских речных долин, тяготеющих к системам разломов и существовавших в условиях горного рельефа, можно рассматривать реликты юрских осадков, представленных грубообломочными русловыми фациями с привносом делювиально-пролювиального материала и сохранившихся в Серглигхемской впадине, в узких асимметричных впадинах в зоне Восточно-Саянского разлома.

В Кызыльском бассейне осадконакопление контролировалось южным фасом Западного Саяна и южным фасом хр. Восточный Танну-ола, у подножий которых сформировались пролювиальные шлейфы. Центральные части тувинских впадин во время накопления осадков

представляли собой озерно-аллювиальные равнины, снос обломочного материала в которые шел со среднегорных поднятий Восточной Тувы и Сангелена.

Через обширные понижения на месте хр. Западный Танну-Ола обломочный материал выносился в Убсанурскую котловину. В Кузнецкой котловине в составе юрских отложений мощностью до 1800 м выделяются фации предгорных аллювиально-пролювиальных равнин (накопления с примесью грубого галечникового материала) и фации внутренних озерно-болотных равнин в виде песчано-алевритовых осадков с прослоями углей. Озерно-болотные и озерно-аллювиальные равнины сформировались и на севере в области в пределах Назаровской, Балахтинской и Рыбинской впадин. Повсеместно при удалении от бортов впадин в сторону их наиболее прогнутых частей уменьшается роль грубых осадков и увеличивается степень угленасыщенности разреза.

На части территории, главным образом на западе, в пределах Калбы и Призайсанья сохранились значительные площади реликтового рельефа предшествовавших эпох. По сохранившимся до настоящего времени остаткам доюрской поверхности как в погребенном, так и в экспонированном состоянии можно судить, что это был значительно выровненный рельеф с перепадами высот не более 40 м на километр, однообразие которого несколько нарушалось структурно-денудационными ступенчатыми равнинами немногих областей, где были развиты эффузивно-осадочные триасовые отложения. Предполагается также, что небольшие реликты денудационной равнины сохранялись в осевых частях областей устойчивых поднятий, куда не проникла регрессивная эрозия ранне-среднеюрского времени.

Основанием для выделения реликтов доюрского (позднетриасового) пенепплена явилось наличие в основании отложений некоторых впадин кор выветривания каолинового типа, развитых среди выровненного рельефа. Наиболее полные разрезы коры выветривания (мощностью до 120 м) сохранились в Чулымо-Енисейской впадине под отложениями нижнего мела и различными горизонтами юры. Предъюрские каолиновые коры выветривания встречены на дне юрских мульд в Кулундинской впадине, на границе Чингиза и Калбы установлены в берегах р. Чулым, в верховьях р. Татарки, в северной части Рыбинской впадины, в Западной Туве, в долине Каргы.

Из полезных ископаемых, связанных с данной эпохой континентального развития, наибольшее значение имеют угли, сформировавшиеся в центральных частях озерно-болотных равнин. Крупные угольные месторождения известны на территории Канско-Ачинского угольного бассейна, Тувы, и Кузбасса. Во впадинах Кузбасса местами насчитывается до 30 пластов угля мощностью 2,5—3 м. Назаровское месторождение бурого угля вмещает восемь пластов, шесть из которых имеют промышленное значение. Промышленное значение угли имеют в Шаганской и Луговской впадинах. Меньшее значение имеют залежи углей Кендерлыкской и Алакольской впадин.

В качестве районов, перспективных на каолиновые месторождения, отмечены те, где на благоприятном субстрате слаборасчлененного рельефа весьма вероятна концентрация продуктов разрушения предъюрских каолиновых кор выветривания. Такие районы могут быть выделены на северо-западе (где уже известны каолиновые месторождения Балайской группы) и юго-западе описываемой территории в пределах аккумулятивных равнин. Интерес могут представлять так же огнеупорные глины, минеральные краски и сидерит, который встречается в юрских породах в цементе и в виде желваков, линз и пластов мощностью до 1—1,5 м.

Позднемеловая-раннепалеогеновая эпоха (карта 47)

С позднемеловой — раннепалеогеновой эпохой связано оживление тектонических движений и обновление рельефа, что проявилось в составе и пространственном распределении коррелятных осадков, среди

которых преобладают аллювиальные, аллювиально-пролювиальные и делювиальные фации. Усиление тектонической активности в это время наблюдалось и на территории, расположенной севернее во внешнем поясе Западно-Сибирской плиты. Об этом свидетельствуют размыв верхнемеловых отложений, погрубение обломочного материала, резкие колебания мощностей.

Данной эпохе предшествовал период длительного покоя, когда в процессе разрушения ранне-среднеюрских горных сооружений сформировалась поверхность выравнивания, зафиксированная в северо-западных районах Алтай-Саянской области корой выветривания развитой на отложениях илекской свиты неокома.

После небольшого перерыва в апт-альбе нивелировка рельефа продолжалась большую часть позднемелового времени. К позднемеловой (додатской) «исходной» поверхности выравнивания относится большая часть уплощенных водоразделов в горах Южной Сибири.

Тектонические движения конца позднего мела — палеоцена привели к зарождению крупных депрессий не только к северо-западу (Кулундинская), но и к югу от Алтай-Саянской области (Зайсанская, Алакольская, Чуйская, Убсунурская), что способствовало выделению ее в качестве самостоятельной крупной морфоструктуры в пределах горного пояса Южной Сибири и началу субширотной перестройки древнего герцинского структурного плана с северо-западным простираанием палеозойских структурных форм и основных разломов.

Пестроцветные отложения низов разреза континентальных осадков Зайсанской впадины известны под названием северозайсанской свиты. Несомненными литолого-фациальными аналогами северозайсанской свиты являются карачумская свита Чуйской впадины и нижний обломочный горизонт Убсанурской впадины, ранее условно относимые к олигоцену и содержащие в своем составе значительную примесь грубого материала. Пестроцветные щебнисто-дресвяные отложения условно мел-палеоценового возраста вскрыты бурением в Тоджинской впадине.

По северо-западной периферии Алтай-Саянской области осадки верхнего мела — палеоцена, известные под названием неннинской свиты, занимают наиболее пониженную часть Неня-Чумышского грабсна, выполняют обширные карстовые полости и древние долинообразные понижения в пределах Салаира и Присалаирья. Образование подобных глубоких (не менее 120 м) карстовых впадин можно объяснить лишь опусканием базиса эрозии в связи с тектоническими движениями.

Палеогеоморфологическая карта составлена на время окончания накопления указанного выше комплекса отложений, что соответствует времени завершения перестройки рельефа.

В связи с общими поднятиями и увеличением абсолютных высот центральная и восточная части территории приобрели облик плоскогорья. На его междуречьях были широко развиты фрагменты денудационных поверхностей выравнивания, сформировавшиеся в предшествующую эпоху тектонического покоя главным образом в меловое время, и останцовые массивы с относительными высотами до 400—700 м (Сарлык, Куркуре-Бажи и др.).

Северо-западная, северная и южная периферии Алтай-Саянской области были заняты аккумулятивными равнинами, среди которых в соответствии с генезисом верхнемеловых — палеоценовых осадков выделены аллювиальные, делювиально-пролювиальные, озерно-аллювиальные, прибрежно-морские и субаквальные. В их окраинных частях (юг Алтая, Калба) значительное распространение имели уплощенные холмогорья, относительное расчленение которых достигало 300—400 м. На остальной территории области по обрамлению впадин на базе анализа влияния эрозионно-денудационных процессов, вызвавших накопление коррелятных осадков, удается реставрировать слабо расчлененные эрозионно-денудационные равнины и холмогорья с относительными превышениями порядка 200—600 м.

При восстановлении гипсометрии позднемелового — раннепалеогенового рельефа учитывалось положение береговой линии морского бассейна, располагавшегося непосредственно у северо-западной окраины рассматриваемой территории. Примыкающие к нему аккумулятивные равнины имели высоты около 100—300 м. Основная поверхность плоскогорья возвышалась над уровнем моря примерно на 600—800 м, а на останцовых массивах абсолютные отметки могли достигать 1500—1800 м.

В восточной части территории фрагменты древних долин могут быть реконструированы по распространению выветрелых аллювиальных галечников (верховья р. Золотой, бассейн р. Мимии, Жайминский и Шиндинский районы, р. Швелиг). Повсеместно эти осадки несут следы химического выветривания, как и подстилающие их породы: основная масса гальки силикатного состава превращена в глинистую массу с сохранением формы галек.

Древние долинообразные понижения, выполненные пестроцветными глинами с дат-палеоценовыми спорово-пыльцевыми комплексами, обнаружены бурением в пределах Салаира и Неня-Чумышского грабена, где в основании неннинской свиты, представленной серией речных, озерно-речных и озерно-болотных осадков кварцево-каолинитового состава общей мощностью до 60 м, залегает кварцевый галечник, сцементированный глинистым цементом. Аналогичные отложения с базальным горизонтом из разнозернистого кварцевого песка с гравием и галькой залегают с размывом на коре выветривания палеозойских пород в восточной части Кулундинской впадины.

Фрагментами реликтового для данной эпохи рельефа являются небольшие участки позднеэриасового пенеплена, сохранившиеся в относительно стабильных периферических частях Алтай-Саянской области. Условно этим же временем датируются плоские вершины останцовых массивов, бывшие в позднем мелу реликтовыми образованиями. Кроме того, по периферии Зайсанской впадины сохранились участки древней эрозионной сети с прерывистым распространением аллювиальных и делювиальных галечников полимиктово-кварцевого состава, залегающих на коре выветривания. Подобные участки выделены на карте как денудационные с локальной аккумуляцией.

Позднемеловая — палеоценовая эпоха богата полезными ископаемыми. Формирование рельефа протекало в условиях как размыва, так и наращивания мощностей кор выветривания вследствие весьма благоприятной климатической обстановки. Коры выветривания, связанные с данной эпохой, наиболее полно представлены на выровненных поверхностях Салаирского кряжа, Кулундинской впадины, северо-западных предгорий Восточного Саяна [29, 32].

В районах развития карбонатных пород (Салаир, Восточный Саян, Сангелен) следствием понижения базиса эрозии явилось образование глубоких (до 120 м) карстовых впадин. На Салаире крупные карстовые котловины расположены цепочками вдоль контактов известняков с терригенными породами (ширина их колеблется от 100 до 250 м при длине 200—600 м), при этом они нередко группируются в обширные участки, называемые полями. Карстовые полости выполнены делювиальными и делювиально-пролювиальными пестроцветными бокситоносными глинами со щебнем местных пород с дат-палеоценовой древесиной и листовой флорой.

С корами выветривания латеритного профиля связаны бокситы, огнеупорные глины, минеральные краски. Большая часть месторождений бокситов (Салаир, Кулунда, Восточный Саян) представляет собой результат делювиального переотложения первичных латеритных бокситов. В локальных депрессиях Центрального Салаира горизонтально залегающие (местами ярусами) линзы бокситов не имеют четких границ с вмещающими породами — пестроцветными глинами. Бокситы представлены каменистыми, рыхлыми и глинистыми разновидностями красными (железистыми) и отбеленными. Известные бокситовые залежи по своим масштабам, как правило, не достигают промышленных значений.

Залежи гипергенных фосфоритов, известные на Восточном Саяне, хр. Арга и в других местах, генетически связаны с корой выветривания, развившейся по фосфоритонесущим карбонатным, кремнисто-карбонатным и сланцевым породам. Образование фосфатной коры выветривания часто сопровождалось карстом, особенно интенсивно развивавшимся в зонах разрывных нарушений и на контактах карбонатных, кремнисто-сланцевых и эффузивных пород. Среди сложно построенной толщи, заполняющей карстовые депрессии, фосфориты образуют линзообразные залежи в виде либо рыхлой песчано-глинистой породы, либо каменистых разностей с фосфоритным цементом с примесью окислов железа и марганца (Телекское, Сайбинское и другие месторождения).

С корами выветривания нонtronитового профиля, развитыми на серпентинизированных гипербазитах в южных районах Салаира и северо-западной части Калбы, связаны месторождения никеля, кобальта и магнетита. В отдельных районах Салаира распространены также зоны окисления полиметаллических и медноколчеданных комплексов, проникающие местами на глубину 170 м. Окисленные руды представлены либо крепкими слабoporистыми кварц-баритовыми породами, либо охристыми баритовыми или кварц-баритовыми сыпучками. Для зон окисления характерно обогащение баритом и золотом, иногда присутствуют самородная сера и ртуть. При выветривании золотосодержащих скарнов и близком перемещении продуктов выветривания сформировались россыпные месторождения, известные на Алтае, Восточном и Западном Саяне, где они обычно приурочены к древним долинам с вытрелым аллювием, залеженным вдоль линейных зон дробления.

С развитием кор выветривания, особенно рудоносных домезозойских пород, связано формирование разнообразных россыпных залежей касситерита, рутила, редкометалльных и иных.

С формированием позднемеловых — раннепалеогеновых аккумулятивных равнин и соответствующих им отложений связаны месторождения и проявления огнеупорных и бентонитовых глин, пестроцветных глин, которые могут быть использованы для производства минеральных красок (сурика и охры), а также кварцевых песков и гипса.

В нижней части верхнемеловых — палеоценовых отложений нередко концентрируются стяжения бурого железняка, образовавшиеся в процессе отбеливания глинистых пород. На Салаире, где содержание железа в руде достигает 50 %, подобные скопления служили объектом добычи.

К аллювиальным равнинам приурочены россыпи устойчивых минералов золота, ильменита, касситерита. Они установлены в Прииртышье, Зайсанской впадине и в других местах.

При выделении районов, перспективных на возможное формирование и сохранение гипергенных полезных ископаемых, наиболее интересны участки реликтовых денудационных поверхностей, в пределах которых наблюдается сочетание полей развития карбонатных пород с основными интрузивными образованиями. Здесь возможно происходило формирование кор выветривания латеритного профиля. Такие участки могут быть выделены на юго-востоке и севере территории. Продукты делювиального перемещения сформировавшихся здесь кор выветривания могли сохраниться в карстовых полостях.

Олигоцен-миоценовая эпоха (карта 48)

Поле активизации движений в позднемеловое — палеоценовое время создались условия, благоприятные для формирования эоценовой поверхности выравнивания, которая в отличие от позднемеловой обычно является внутридолинной, а в восточных частях Алтай-Саянской области ее нередко объединяют с позднемеловой в единую поверхность выравнивания мел-палеогенового (доолигоценного) возраста.

Наиболее существенное изменение режима кайнозойских тектонических движений произошло в позднем олигоцене, что улавливается по

резкому увеличению скорости накопления грубообломочных отложений в областях предгорных спусканий.

Эволюция рельефа Алтай-Саянской области в олигоценовое и последующее время проходила в основном в направлении роста и усложнения возникших структур за счет обновления древних разломов и образования наложенных структурных форм. При этом все более отчетливо, особенно в западной части области, проявлялась возникавшая в предшествующую эпоху тенденция к субширотной перестройке герцинского структурного плана, к обособлению отдельных структурных форм разных порядков, орографически выраженных системами хребтов и межгорных депрессий либо отдельными хребтами и межгорными депрессиями.

В верхнем олигоцене четко определилось простираание Бийско-Барнаульской впадины с субширотной осью, ориентированной почти перпендикулярно каледонским и герцинским структурам. Ее южный борт вдоль молодого субширотного Белокурихинского разлома образован эрозивно-тектоническим уступом — северным фасом Алтая.

К этому же времени относится заложение Нарымо-Бухтарминской впадины и оформление резко поднятого склона Нарымского хребта вдоль субширотного Южно-Алтайского обновленного разлома, секущего палеозойские структуры того же северо-западного простираания. Восточным продолжением этой субширотной зоны являются разломы у южного подножия Бертекской котловины, к северу от которой вдоль субширотной зоны разломов, ограничивающей с юга Катунской и Южно-Чуйский хребты, образовались Самахинская и Тархатинская впадины. Сформировавшиеся за счет интенсивного разрушения древних кор выветривания пролювиальные шлейфы свидетельствуют об обособлении областей поднятий и образовании крутых субширотных эрозивно-тектонических уступов вдоль северных склонов Западного Саяна и хр. Танну-Ола.

В позднем олигоцене и миоцене произошло расширение ранее созданных предгорных впадин (Зайсанской и Кулундинской) за счет вовлечения в зону погружения блоков палеозойского фундамента, отколовшихся от поднимающихся бортов.

В целом в результате олигоцен-миоценовой активизации Алтай-Саянская область приобрела те крупные важнейшие черты эрозийного низко- и среднегорного рельефа, которые приближают его к современному виду. Вместе с тем абсолютные высоты не выходили за пределы среднегорья. Об этом свидетельствует сравнительный анализ спорово-пыльцевых спектров миоценовых отложений районов Прииртышья и юга Западной Сибири и внутригорных впадин Алтая, который показывает, что абсолютные высоты миоценового рельефа Алтай-Саянской области были достаточными только для образования горно-таежного пояса, представленного елью, цугой с примесью широколиственных пород. Одновозрастные отложения юга Западной Сибири и Прииртышья характеризуются преимущественно развитием степных ассоциаций. Олигоцен-миоценовый (преимущественно позднеолигоценовый) возраст горного рельефа определяется достаточно уверенно в местах распространения в речных долинах и долинообразных понижениях позднеолигоценовых и миоценовых аллювиальных и озерно-аллювиальных отложений (долины Каменки, Песчаной, Белокурихи, Чуи, Ануя и др.) и того же возраста внутридолинных базальтов в Восточной Туве (долина Каа-Хема). Абсолютный возраст базальта, определенный калний-аргоновым методом, составляет ± 39 млн. лет, т. е. отвечает данной эпохе.

Характерной чертой олигоцен-миоценового рельефа Алтай-Саянской области, как и современного рельефа, являлось наличие крупных горных сооружений, разделенных и окаймленных межгорными и предгорными впадинами. В зависимости от механизма новейших деформаций большая часть крупных горных сооружений (Алтай, Западный Саян, Восточный Саян, Кузнецкий Ала-тау) относится к сводово-глыбовым.

Формирование аккумулятивных поверхностей в рассматриваемую эпоху было связано главным образом с накоплением осадков аральской свиты. Наиболее широко они распространены в предгорных райо-

нах Алтая и на Салаире, а также в крупных предгорных и внутригорных впадинах. В предгорьях осадки и соответствующие им формы аккумулятивного рельефа были представлены в основном делювиально-пролювиальными образованиями типа подгорных шлейфов. В центральных частях Кулундинской и других впадин в зависимости от генезиса и состава осадков выделены озерно-болотные и озерно-аллювиальные равнины.

Процесс образования экзогенных месторождений полезных ископаемых в олигоцен-миоценовую эпоху был в значительной мере «подавлен» изменением климата в сторону его сухости и похолодания (как следствие слабое развитие кор выветривания), а также интенсивным проявлением эрозии во многих районах (как следствие разубоживание ряда ранее сформированных месторождений). Наиболее значительный поисковый интерес могут представить лишь сохранившиеся от размыва участки речных долин, заполненные пестроцветным аллювием. В ряде районов Восточного Саяна, Тувы, на Алтае с подобными отрезками олигоцен-миоценовых долин связаны россыпные месторождения золота.

Современная эпоха (геоморфологическая карта (карта 49)

Как видно из данной карты, основную роль в современном рельефе Алтай-Саянской области играют горные сооружения различного типа. Они возникли в результате поднятий и сложной моделировки экзогенными процессами ранее сложившихся гор в основном позднеолигоценного возраста.

Усложнение структуры и рельефа в четвертичное время проходило в несколько этапов. Грубообломочный состав плиоцен-четвертичных отложений и особенности их распространения свидетельствуют о возрастании роли эрозионных процессов, различных по амплитуде вертикальных перемещений, увеличении сложности и контрастности рельефа. Вдоль южного борта Курайской впадины в среднем плиоцене сформировался высоко поднятый склон Южно-Чуйского хребта, к подножию которого прислонены грубые известковистые брекчии кызылгирской свиты. Несколько позднее (бекенское и терекское время) оформился тектонический уступ вдоль южного подножия Курайского хребта. В результате движений по зонам главных и оперяющих разломов продолжали формироваться приразломные части хребтов с образованием надвигов и смятием кайнозойских отложений.

В последующие фазы тектонические движения имели ту же положительную направленность. Дифференцированные местные подвижки среднечетвертичного времени установлены вдоль Курайской тектонической зоны, где выявлен надвиг силурийских пород на морену среднечетвертичного оледенения. С ними связаны наиболее резкие уступы Курайского хребта, узкий грабен в долине р. Кубадру. В межледниковую эпоху возникло резкое ограничение Бобровской впадины с амплитудой перемещения в 1 000 м (поверхность, фискированная эрратическими валунами, срезана уступом, к которому прислонена морена более молодого оледенения); аналогичный уступ наблюдается вдоль Каракемского разлома по восточному ограничению Улаганской впадины).

Смена ледниковых и межледниковых эпох привела к усложнению как древнего, так и молодого рельефа наложенными ледниковыми формами. В областях максимальных поднятий возникли резко расчлененный экзарационный рельеф альпийского типа и аккумулятивные ледниковые формы в долинах и межгорных впадинах. В последниковое время волна поднятий с горных районов перешла на прилегающие области относительных опусканий, где вызвала прекращение площадной аккумуляции и формирование долин с комплексом террас.

Выделенные на карте высотные уровни (высокогорье, среднегорье и низкогорье) отражают наиболее характерные высотные градации, установленные по обобщенным отметкам абсолютных высот с учетом их взаимного расположения и относительных превышений. Возникновение

подобных ярусов рельефа связано в первую очередь с уменьшением амплитуды и интенсивности движений как регионального сводового, так и блокового характера от центра сводовых поднятий к периферии и характером эрозионных процессов.

Наиболее распространенным типом межгорных и внутригорных впадин являются ассиметричные приразломные грабен-синклинали и грабены. Таковы Чуйская, Уймонская впадины, Тувинский прогиб, система Пришапшальских впадин, Турано-Уюкская и др. Они различаются между собой по возрасту (или времени заложения) и соотношению новейшей структуры с древним структурным планом.

Крупные межгорные прогибы — Минусинский, Кузнецкий, Тувинский, разделяющие горные сооружения, в общем наследуют структуру наложенных герцинских прогибов. Однако это совпадение неполное. Отдельные части палеозойских впадин вовлечены в поднятие соседними положительными структурами. Примером согласного соотношения структур может служить Чуйская впадина, расположенная на месте среднепалеозойского прогиба. Несогласные соотношения или инверсия наблюдаются, например, в пределах Уймонской и Курайской впадин, наложенных на Коксинский и Баратальский палеозойские горсты.

Аккумулятивный рельеф развит преимущественно в северо-западной части Алтай-Саянской области, а также в крупных межгорных прогибах и впадинах (Минусинский прогиб, Зайсанская впадина и др.). В зависимости от состава и возраста слагающих осадков выделяются различные типы равнин — делювиально-пролювиальные, аллювиальные, озерно-аллювиальные и др. Образование равнин происходило в основном в четвертичное время.

Реликтовые формы денудационного рельефа, как и в предыдущую эпоху, были представлены преимущественно фрагментами денудационных поверхностей выравнивания различного возраста (см. карту). Они пользуются повсеместным распространением в пределах горных стран и в предгорьях. Вдоль обрамления крупных предгорных и межгорных впадин реликтовые формы рельефа представлены в основном зонами развития холмогорий мелового и палеогенового возраста.

СИБИРЬ И ДАЛЬНИЙ ВОСТОК

Сибирь и Дальний Восток, занимающие примерно половину площади Советского Союза, изучены в геологическом отношении в целом несравненно слабее, чем другие районы страны. Особенно ограничены данные по глубинному строению территории. Поэтому в настоящее время оказывается возможным воссоздать с большой степенью условности палеорельеф только последних крупных эпох континентального развития, находящийся в более или менее отчетливой связи с современным геологическим строением и рельефом. Основу палеогеоморфологических построений в этих случаях составляют данные изучения в той или иной степени сохранившихся и ныне экспонированных форм палеорельефа и комплексов коррелятных им осадочных накоплений. Для Сибирской платформы это время начинается с конца триаса, для Монголо-Охотской и Тихоокеанской складчатых областей — с конца мела. В соответствии с этим в комплект карт атласа включены карты, характеризующие раннеюрскую (включая рэтский век) и палеогеновую (дат-эоценовую на Сибирской платформе) эпохи развития рельефа и накопления континентальных образований.

Последующим важным этапом в геологическом развитии территории были поздний олигоцен — миоцен. Для Монголо-Охотской и Тихоокеанской областей это время существенной перестройки не только рельефа, но и геологической структуры. На Сибирской платформе олигоцен — миоцен — это эпоха некоторой активизации тектонических движений, частичной перестройки рельефа, широкого образования кор выветривания. В атласе помещены карты миоценовой эпохи Монголо-Охотской и Тихоокеанской складчатых областей и карта олигоцен-миоцено-

вой эпохи юга Сибирской платформы. Мелкий масштаб первых трех карт избран в связи с ограниченностью исходного фактического материала и неравномерной изученностью территории Сибири и Дальнего Востока. Вместе с тем такой масштаб позволяет показать воедино строение палеорельефа этой огромной территории, что само по себе достаточно интересно. Карта олигоцен-миоценовой эпохи юго-запада Сибирской платформы, напротив, сравнительно подробна и детальная. Возможность ее составления была предопределена достаточно высокой степенью изученности палеорельефа и континентальных отложений в связи с проведенными здесь детальными исследованиями на поиски бокситов [19, 44 и др.].

Раздел «Сибирь и Дальний Восток» завершается обзорной геоморфологической картой, составленной на всю территорию. Можно указать, что на карте большое внимание уделено показу рельефа морского дна. При сопоставлениях строения и анализе основных тенденций развития рельефа учет особенностей современной поверхности как суши, так и морского дна в равной степени интересен и важен.

При составлении палеогеоморфологических карт Сибири и Дальнего Востока большее значение, чем в других районах, имели первичные геологические материалы, результаты полевых геоморфологических наблюдений, данные дешифрирования аэрофото- и космических снимков. Можно отметить, что применение последних здесь оказывается перспективным. Дешифрирование много дает при выявлении и картировании реликтового рельефа, при оценке роли тектоники и особенно разрывных нарушений, в формировании рельефа современной земной поверхности.

Сибирская платформа

Раннеюрская эпоха (включая рэтский век) (карта 50)

На большей части Сибирской платформы в раннем мезозое завершились процессы, определившие главные особенности строения ее осадочного чехла и тектонической структуры. Особое значение имела интенсивная вулканическая деятельность, проявившаяся преимущественно в раннем триасе, в результате которой на колоссальных пространствах всей северной части платформы сформировался вулканический рельеф (лавовые поля, отдельные вулканические конусы и т. д.). Не меньшее значение имели и интрузивные образования, внедрившиеся в виде многочисленных пластовых интрузий и сложных секущих тел, создавшие жесткий каркас, укрепивший осадочные толщи платформенного чехла. Это предопределило многие особенности сформировавшегося впоследствии структурно-денудационного рельефа.

К этому же времени оформились и ограничения платформы, близкие по своему характеру к современным: горные поднятия по ее южному обрамлению, понижение Западной Сибири на западе, Лено-Анабарский прогиб на севере, Приверхоянский — на востоке. С этого времени начался крупный этап континентального развития страны, продолжающийся по сути дела до настоящего времени [17, 18, 29 и др.]. Соответственно с этим шло формирование рельефа. Процесс развития его был достаточно сложен. Эпохи длительного тектонического покоя, сопровождавшиеся денудацией и пенепленизацией обширных территорий, сменялись вспышками тектонической активизации. В это время в зонах поднятий шло разрушение сформировавшихся ранее поверхностей выравнивания, а на участках, испытывавших прогибание, накапливались толщи рыхлых осадков и возникал аккумулятивный рельеф. Именно эти эпохи отмечаются наибольшей выразительностью рельефа, наиболее информативны и избраны для построения карт. Тектоническая активизация конца триаса — начала юрского периода привела к ощутимой деформации обширных невысоких предельно выровненных пространств средне-позднетриасового пенеплена Сибирской платформы, затронутого на по-

верхности процессами выветривания. В результате этих движений часть площади была захвачена поднятиями, часть испытала прогибание.

Движение проявлялось в значительной степени независимо от ранее сформированных тектонических структур. Так, крупнейшая синклинальная структура северо-запада платформы — Тунгусская синеклиза явилась областью поднятий. Почти не получила отражение в перестройке поверхности такая крупная структура, как Анабарский щит. Напротив, были заложены и получили четкое развитие новые структуры — наложенные прогибы Лено-Анабарский, Ангара-Вилуйский. Неравномерность поднятий подчеркнула блоковую структуру фундамента платформы, определила ряд крупных разрывных линейных нарушений, оформивших ограничение крупных морфоструктур. К ним относятся, например, северный фас платформы, западное ограничение Енисейского края, границы южного и юго-восточного обрамления платформы и др.

Амплитуда смещения оценивается величиной порядка 300—700 м. Более четко выделились прогибы. Они определили общий орографический план региона и заложение гидро сети. На юге площади таким прогибом явилась Присаянская зона, состоящая из ряда котловин. Севернее ее прошел Ангара-Вилуйский прогиб, пересекавший в северо-восточном направлении всю платформу.

Особенности формирования рельефа и коррелятных ему рыхлых отложений в значительной степени были связаны и с климатическими условиями, которые в то время были близки к тропическим [5, 39]. Обилие осадков вело к интенсификации эрозионной деятельности и способствовало образованию озерных бассейнов, болот. Теплый влажный климат стимулировал процессы химического выветривания.

В рэт-раннеюрскую эпоху большая часть современной Сибирской платформы представляла собой невысокую преимущественно равнинную страну, омываемую морями с востока и севера. На протяжении этой эпохи морские бассейны постепенно трансгрессировали вглубь суши.

На юге и юго-востоке на месте современного Восточного Саяна, хребтов Прибайкалья и Патомского нагорья возвышались сводово-глыбовые горные массивы. Горы были невысокими, порядка 1 200—1 500 м над уровнем моря. Однако с их стороны шел активный снос материала, который длительное время являлся основным в формировании аллювиальных и озерно-аллювиальных толщ всей южной и отчасти юго-восточной части платформы. В пределах хребтов местами сохранялись остатки древних выровненных поверхностей. Хребты были разделены невысокими умеренно расчлененными холмогорьями.

Непосредственно у подножия гор протягивалась зона опусканий. В ее пределах наиболее четко были оформлены Канско-Тасеевская и Иркутско-Черемховская впадины. Реки, выходявшие сюда с юга со стороны гор и с севера со слабоприподнятой водораздельной равнины, выносили значительное количество обломочного материала. Большая роль принадлежала и делювиально-пролювиальному сносу, причем в составе этих отложений существенная доля приходилась на продукты переотложения кор выветривания.

Подавляющая часть низменности была занята аллювиальными, озерными, озерно-болотными равнинами. Формировавшиеся в них осадки частично сохранились в виде трошковой и более молодой черемховской свит. Собственно данные о строении этих свит и являются исходными материалами для восстановления палеогеоморфологической обстановки.

Комплекс отложений, относящихся к самому основанию трошковой свиты, весьма своеобразен. Местами он неотличим от кор выветривания, развитых на предъюрских породах. Здесь выделяются высокоглиноземистые аргиллиты, которые формировались в озерах карстового происхождения, являвшихся своего рода отстойниками и резервуарами, где интенсивно продолжалось химическое выветривание. Для трошковой свиты характерны каолинитовые глины, чистые кварцевые

песчаники. Следы слоистости часто отсутствуют или обнаруживается слабо выраженная горизонтальнослоистая текстура. Совокупность данных свидетельствует о том, что во время накопления трошковой свиты шло разрушение сформировавшихся ранее кор выветривания, доминировал местный снос и аккумуляция материала в руслах медленно текущих рек или в озерах.

Черемховская свита отражает определенную активизацию процессов сноса и аккумуляции. В состав нижней части свиты входят разнозернистые песчаники полимиктового состава, горизонты гравелитов и конгломератов. Верхняя часть черемховской свиты угленосна.

К северу и востоку от предгорных впадин, как указывалось, располагались равнинные пространства, в разной степени расчлененные. На сравнительно обширных участках водоразделов сохранялись реликты позднеэриасового пенеплена (водораздел Чуни и Ангары, Илима и Нижней Тунгуски и др.). Начинаясь здесь реки имели преимущественно северо-восточное направление и текли в сторону Ангаро-Вилуйского прогиба. Последний в начале юрского времени был наиболее крупной и четко выраженной отрицательной структурой платформы. Он протянулся почти на 2000 км от низовьев Ангары к нижнему течению Вилуя и имел ширину порядка 200—300 км. С прогибом были связаны крупнейшие речные системы. Сток в основном совершался в северо-восточном направлении.

Очень значительное количество материала в восточную часть прогиба сносилось с юга с горных массивов, располагавшихся на месте Патомского нагорья и Северного Прибайкалья. Состав галечников нижнеюрских отложений Вилуйской синеклизы, богатых галькой различных изверженных пород кислого и среднего состава, убедительно свидетельствует об этом. С севера с несколько более приподнятых частей платформы сюда стремились крупные реки, которые могут быть названы палео-Таймурой, палео-Надымом, палео-Учами и др. Направление течения рек было противоположным современному. Подавляющую часть площади Ангаро-Вилуйского прогиба занимала аллювиальная равнина с озерами и заболоченными участками. Абсолютные высоты в средней части прогиба оценивались примерно в 100 м над уровнем моря. Склоны возвышенностей, спускавшиеся к прогибу, сопровождались полосой конусов выноса. Такие же образования окружали и отдельные возвышенности, располагавшиеся внутри его (Ковенская, Нижнетунгуская, Сунтарская, Средне-Вилуйская, Синская и др.). Относительная высота этих поднятий достигала 100—200 м.

Комплекс пролювиально-делювиальных, аллювиальных, аллювиально-озерных, озерных, озерно-болотных отложений, формировавшийся в прогибе, впоследствии был сильно разрушен. Однако в ряде мест он сохранился и до настоящего времени. Это иреляхская свита в бассейне Вилуя и одновозрастные с ней нижние горизонты чайкинской свиты, распространенной в западной части прогиба.

Хорошо изученная иреляхская свита имеет сложное строение. В ее состав входят несортированные или слабосортированные разнообломочные отложения делювиально-пролювиального генезиса, содержащие во многих случаях продукты перемыва кор выветривания. Как правило, они обнаруживают прямую связь с комплексами пород, развитых на смежных территориях. Делювиально-пролювиальные фации по простиранию переходят в аллювиальные, озерно-аллювиальные, представленные глинами, алевролитами, песками с линзами гравия и галечника. Завершается разрез свиты глинисто-алевритовыми породами, углями, которые рассматриваются как озерно-болотные накопления. Повсеместно присутствуют продукты перемыва кор выветривания. Мощность сохранившейся части иреляхской свиты достигает 60—70 м.

Фациальные и стратиграфические аналоги иреляхской свиты — оронская базальная пачка (15—35 м) чайкинской свиты в центральной части Ангаро-Вилуйского прогиба и карабулинская свита по левобережью нижнего течения Ангары — представлены песками, глинами, гравелита-

ми, конгломератами, повсеместно содержащими продукты перемыва и переотложения кор выветривания. В отдельных случаях отмечено, что чайкинская свита ложится на маломощную (0,3—0,5 м) кору выветривания гидрослюдистого или монтмориллонитового состава.

Особенности строения иреляхской и чайкинской свит дают полное основание считать, что на рубеже триаса и юры и в раннеюрское время в этой части платформы очень широко были распространены обширные выравненные пространства с сохранившимися на них корами выветривания (реликты триасового пенеплена). В это время четко оформились локальные превышения, интенсивно шел местный плоскостной снос, в понижениях формировались болота и озерные котловины.

К концу характеризуемой эпохи в пределах Ангаро-Вилуйского прогиба отмечается оживление эрозионной деятельности. Иреляхская свита была частично размыва и на нее легли аллювиальные накопления укугутской свиты. Они представлены полимиктовыми песками, в основании которых залегают конгломераты. В верхней части она состоит из песков, песчаников, глин, углей (аллювиальные, озерно-болотные фации).

На востоке Ангаро-Вилуйский прогиб открывался в сторону Верхоянского морского бассейна. Положение береговой линии не было постоянным. В связи с общим поднятием море регрессировало в конце триаса — в самом начале юры (перерыв в осадконакоплении, существенный размыв ранее накопившихся осадков). Но уже в середине раннеюрского времени (плинсбахский век) происходит опускание и море трансгрессирует глубоко в пределы бывшей суши. Плинсбахские морские осадки погребают к северу от современного Вилуя предъюрскую поверхность выравнивания, сформированную на карбонатных породах палеозоя.

Тектонические движения были существенно дифференцированными. Отмеченному прогибанию в восточной части территории, тяготеющей к Приверхоянскому прогибу, на западе соответствовало оживление поднятий, относящихся к этому же времени. Это привело к активизации эрозионных процессов, повышенному выносу песчаного материала со стороны суши и формированию комплекса песчаных отложений нижнего — среднего лейаса, сыгравших впоследствии роль важных коллекторов нефти и газа.

К северу и северо-западу от Ангаро-Вилуйского прогиба распространялись обширные платообразные поверхности, в разной степени расчлененные и приподнятые над уровнем моря (300—500 м). Основные черты рельефа всей северной и северо-западной части Сибирской платформы были унаследованы от пенеплена средне-позднетриасового возраста. Формированию пенеплена и сохранности его весьма способствовало широкое распространение в этой области мощных горизонтально залегающих базальтовых покровов и лавовых интрузий траппов. Полной нивелировкой рельефа не были затронуты центральная часть плато Путорана, где в какой-то мере сохранялся первичный вулканический рельеф, и область Анабарского щита с волнистой поверхностью холмогорий на участках выхода пород кристаллического фундамента.

Геоморфологические исследования, проведенные на Енисейском кряже и прилегающих частях бассейнов Ангары, Подкаменной и Нижней Тунгуски [19, 44 и др.], показали, что к концу триаса вследствие неоднократных тектонических подвижек в краевых частях плато возник ступенчатый пенеплен (таймурская и три полканские поверхности выветривания). Поверхности разделены уступами высотой порядка 60—80 м. Особенно четкая ступенчатость проявилась в западных районах, восточнее господствуют нижние поверхности (средняя и нижняя полканские).

В конце ранней юры пенепленизированные поверхности были в разной степени изменены и расчленены. Соответственно с этим на севере платформы выделяются три типа рельефа. Первый тип включает плоские плато с хорошо сохранившимися поверхностями древнего пенеплена. Ко второму типу относятся части плато, претерпевшего существен-

ное расчленение. Для этого типа рельефа характерными были глубоко врезуемые долины с крутыми ступенчатыми склонами. На водоразделах здесь сохранились останцы поверхностей выравнивания и поверхности, бронируемые устойчивыми пластами пород. Третьим типом является расчлененный рельеф краевых частей плато, где останцы древнего рельефа были уже полностью уничтожены. Этот тип рельефа тяготеет к крупным долинам, в виде заливов заходил в пределы более высокого и слабо расчлененного плато. К аллювиально-озерным равнинам плато во многих случаях обрывалось четкими уступами высотой до 100 м.

В пределах плато выделяются участки, в разной степени захваченные поднятиями. Наиболее приподнятыми были районы Енисейского кряжа, водораздел Подкаменной и Нижней Тунгуски к западу от р. Таймура и территория, примыкающая к современному плато Путорана. Абсолютные высоты здесь достигали примерно 500 м над уровнем моря. На водоразделах в ряде мест обнаружены остатки кор выветривания (каолининовые и гиббсит-каолининовые), обломки структурных бокситов и алюмо-железистая кираса [19, 44]. В целом же для этих территорий условия корообразования не были особенно благоприятными. Плоские водоразделы слабо дренировались, субстрат отмечался монотонностью состава, горизонтальным залеганием толщ.

К западу от упомянутых поднятий в начале юрского периода распространялась невысокая слабо расчлененная равнина, постепенно снижающаяся в сторону Западно-Сибирской впадины. Сюда стекали реки, начинавшиеся на плато. Фрагменты таких долин установлены в самых низовьях Ангары, по правобережью р. Пит, в нижнем течении Подкаменной Тунгуски. Реки выходили в пределы озерно-болотных равнин Западной Сибири и здесь происходила аккумуляция значительной части выносимого ими аллювиального материала. Эти отложения имеют большое значение в качестве горизонтов с повышенными коллекторскими свойствами.

В северо-восточной части платформы находилась пониженная и слабо расчлененная равнина, сформированная на карбонатных породах позднего докембрия и нижнего палеозоя, выходившая к побережью моря, распространявшегося восточнее.

Наконец, на самом севере региона в пределах современной Северо-Сибирской низменности располагался неглубокий морской залив, открывавшийся к востоку. Накопившиеся здесь верхнетриасовые — нижнеюрские осадки свидетельствуют об ограниченности сноса, происходившего со стороны платформы, и указывают на невысокое гипсометрическое положение суши.

Вместе с тем характеризуемый этап тектонической активизации проявился и здесь. Темпы прогибания, крайне умеренные в триасе, резко возросли начиная с юрского времени, особенно в поздней юре.

Комплекс полезных ископаемых, связанных с раннеюрской эпохой на Сибирской платформе, ограничен и почти полностью связан с продуктами перетолжения кор выветривания, накопившимися во впадинах. Сюда входят каолин, огнеупорные глины, высокоглиноземистые аргиллиты, кварцевые пески, ильменитовые и алмазные россыпи. С осадконакоплением во впадинах связаны также угли. Проявления полезных ископаемых многочисленны, но крупные месторождения единичны.

Угли известны в составе трошковской, укугутской и черемховской свит. Только в последней свите они представляют промышленный интерес (Иркутский угленосный бассейн).

Каолин встречен в ряде мест Сибирской платформы в качестве продукта перетолжения кор выветривания. Крупное Балайское месторождение имеется на юге Енисейского кряжа. Продуктивная толща состоит из вторичного каолина, образовавшегося за счет размыва продуктов выветривания гнейсов архея. Мощность продуктивной толщи 25—40 м, качество каолина удовлетворительное.

Огнеупорные глины и высокоглиноземистые аргиллиты изучены и оценены на юге Сибирской платформы. К ним относятся Трошковское,

Бельское, Табарукское месторождения и ряд более мелких. Залежи глин и аргиллитов связаны с трошковской свитой. Они являются озерными осадками, сформировавшимися за счет переотложения доюрской коры выветривания. Большинство залежей приурочено к карстовым западинам на поверхности цоколя карбонатных пород. Глины и аргиллиты являются высококачественным огнеупорным и керамическим сырьем. Запасы их значительны.

Кварцевые (формовочные и стекольные) пески также известны в масштабе месторождений на юге платформы (северо-запад Иркутского бассейна, Рыбинская впадина). Пески мономинеральные аллювиального генезиса. Источником поступления материала в аллювий послужил элювий, сформировавшийся на нижнепалеозойских песчаниках.

Титановые месторождения (ильменитовые россыпи) находятся в северо-западной части Иркутского бассейна, связаны с делювиально-пролювиальными и аллювиальными фациями в нижнеюрских отложениях на участках, где питание соответствующих накоплений шло за счет размыта трапповых массивов.

Алмазные россыпи связаны с отложениями иреляхской свиты, они известны в районе распространения кимберлитовых трубок Мало-Ботуобинского района и приурочены к базальным горизонтам свиты, включающим грубообломочный материал, состоящий из пород, устойчивых к выветриванию [20].

Следует также указать и на то обстоятельство, что восстановление палеогеоморфологической обстановки по западной окраине платформы, в частности положение основных долин, оценки масштабов выноса по ним обломочного материала существенно при оценке перспектив на нефть и газ прилегающих частей Западной Сибири, так как палеодолины, древние дельты являются образованиями весьма перспективными при поисках нефти и газа (благоприятные коллекторы, неантиклинальные ловушки). Подобным же образом палеогеоморфологические условия восточной части платформы определяли формирование благоприятного комплекса отложений на крайнем востоке Вилюйской синеклизы и в Приверхоянском прогибе на площадях, также весьма перспективных в нефтегазоносном отношении.

Олигоцен-миоценовая эпоха (карта 51)

Карта охватывает территорию юго-западной части Сибирской платформы. Карта составлена на базе обобщения материалов специальных исследований, проведенных с целью выяснения перспектив бокситоносности Енисейского края и Приангарья [19, 44 и др.]. Карта значительно более детальна, чем другие палеогеоморфологические карты, представленные в атласе на территорию Сибири и Дальнего Востока. В известной мере она является примером того, в каком направлении может вестись детализация палеогеоморфологического картирования на востоке Союза.

Олигоцен-миоценовая эпоха избрана как время завершения длительного этапа палеогеоморфологического развития, в рамках которого начиная с мелового периода шло постоянное чередование эпох тектонической активности, сопровождавшихся процессами эрозионного расчленения, и эпох стабилизации с господством денудационного выравнивания. В результате этого ко времени характеризуемой эпохи был создан ступенчатый рельеф, отдельными фрагментами которого явились педименты разного возраста. В целом была сформирована полициклическая ступенчатая страна, состоящая из серии (3—4 уровня) поверхностей выравнивания.

Карта охватывает часть междуречья Ангары и Подкаменной Тунгуски, которая тяготеет к правобережью Енисея. В палеогеоморфологическом плане почти вся эта территория рассматривается как Средне-Сибирское поднятие [19]. Основной водораздел, разделявший в то вре-

мя бассейны палео-Енисея и палео-Ангара, имел почти меридиональное простираие и был смещен в сторону палео-Енисея.

К началу олигоцена педименты палеоцен-эоценовой денудационной поверхности выравнивания языками глубоко вдавались в более высокую поверхность мелового возраста. Останцы древних домеловых поверхностей (вплоть до ранней юры) занимали западную наиболее высокую часть поднятия. В пределах поверхностей выравнивания существовали высокоребристые коры выветривания, в том числе и латеритные. В понижениях, куда сносились продукты разрушения кор выветривания, накапливались красноцветные осадки, содержащие бокситы.

Тектонические поднятия в конце эоцена — начале олигоцена привели к интенсивному врезу (порядка 150—200 м) речных долин, расчленению и уничтожению выровненных участков многих междуречий. В последующее время в связи с затуханием эрозионных процессов по окраинам Средне-Сибирского поднятия шло формирование нижней ступени педимента. В прилегающих к долинам крупных рек частях низменности возникли озерные бассейны, болота. Здесь накапливались толщи преимущественно сероцветных осадков (песчано-глинистых, частью угленосных).

Интенсивное накопление аллювиальных толщ (мощностью до 150—200 м) шло в долинах палео-Енисея, палео-Ангара и некоторых их притоков. Долина палео-Ангара прослежена на юге территории. На восточном отрезке она близка к современной долине р. Чадобец. Остатки долин притоков палео-Ангара олигоцен-миоценового времени сохранились в районе рек Терина, Пуня, Дальчик, в бассейне р. Муртой и др. Реки, блуждавшие в пределах Ангара-Чадобецкого прогиба, сформировали обширную озерно-аллювиальную равнину. В ее пределах образовывались слабopоточные озера. Здесь накопились мощные толщи каолинистых глин, лигнитов, углей. Стратиграфически они подразделены на три свиты: кулаковскую (олигоцен), бельскую (верхняя часть — олигоцен, нижняя — миоцен) ермакинскую (миоцен) [19].

Кулаковская свита залегает на выветрелых породах докембрия, палеозоя, юры и представлена слюдистыми алевроитами, тонкими песками, местами с гравием и галькой, песчанистыми глинами. Мощность свиты до 100 м. Бельская свита лежит с перерывом; мощность не выдержана, состоит из озерных (глины, алевроиты, угли) и аллювиальных (песчано-гравийно-галечниковые накопления) отложений. Ермакинская свита залегает с размывом. Она также состоит из озерных глин и песчано-галечных сильножелезистых аллювиальных отложений. Мощность свиты до 80 м. В целом свиты отражают крупный ритм осадконакопления — от поднятий в начале олигоцена к постепенному выравниванию в миоцене и определенную частную цикличность в этом процессе.

Климатические условия олигоцен-миоцена существенно отличались от тропического климата палеоцен-эоценовой эпохи и приближались к параметрам умеренно теплого климата. Прекратилось образование латеритных кор. Те коры латеритного типа, которые были образованы раньше, местами были каолинизированы. Бокситы, находившиеся на поверхности или близ нее, были ресилифитизированы. Эрозионные процессы привели к уничтожению многих залежей. В целом знание палеорельефа олигоцен-миоценовой эпохи при оценке перспектив территории на бокситы важно в том отношении, что дает возможность установить бесперспективные участки и тем самым усилить значимость остающихся перспективных площадей.

Наиболее благоприятны с точки зрения сохранности бокситов участки полихронной денудационно-аккумулятивной равнины, сформировавшейся в области сопряжения поднимающихся и отстающих в поднятии структур (южная и северо-западная окраины Средне-Сибирского поднятия). Практически именно к этим зонам приурочены все месторождения бокситов Нижнего Приангарья и районов, расположенных к северу от устья Подкаменной Тунгуски. Дополнительно следует учиты-

вать, что в пределах отдельных замкнутых впадин, где в первой половине олигоцена мог быть еще теплый микроклимат, продолжали накапливаться бокситоносные породы за счет размыва мел-эоценовых латеритных кор (месторождения Мурлиное, Ибджибдек и др.).

Из других месторождений полезных ископаемых данной эпохи, связанных с палеорельефом имеют значение каолиновые и огнеупорные глины, лигниты, бурые угли.

Сибирская платформа, Монголо-Охотская и Тихоокеанская складчатые области и прилегающие акватории

*Палеогеновая эпоха (на Сибирской платформе дат-эоценовое время)
(карта 52)*

Карта охватывает территорию Сибирской платформы, Северо-Востока СССР и Дальнего Востока. Палеогеновая эпоха континентального развития в восточной части Союза может рассматриваться в целом как время относительной стабилизации в геологическом развитии, которое последовало после очень крупных тектонических перестроек и интенсивного проявления вулканизма в позднем мелу. В геоморфологическом отношении это было время нивелировки позднемелового расчлененного рельефа и формирования относительно устойчивого комплекса выровненных денудационных форм, среди которых особое место занимали поверхности выравнивания. Благоприятные климатические условия способствовали широкому образованию кор выветривания, в том числе кор-латеритного типа.

Подобная характеристика эпохи справедлива только в самом общем виде. На колоссальной территории Сибири и Дальнего Востока как процессы перестройки рельефа, так и его дальнейшее развитие происходили далеко не одновременно. Так, для Сибирской платформы характерный этап начинается с конца мелового периода (дат-эоценовая эпоха). Для многих районов Северо-Востока — это палеоген в целом. Для Восточно-Азиатского вулканогенного пояса преимущественно показан палеорельеф второй половины палеогена, так как здесь еще в начале кайнозоя продолжались активные тектонические движения и вулканизм.

Ниже дается краткая характеристика палеорельефа по крупным областям. Здесь выделяются: Средняя Сибирь со свойственными ей в то время равнинами и низменностями; Верхояно-Чукотская область с невысокими горными массивами, плоскогорьями, денудационными равнинами и аккумулятивными низменностями; горы и впадины Южной Сибири; Восточно-Азиатский вулканогенный пояс с присущими ему вулканическими нагорьями, горами, массивами, равнинами и впадинами.

Рельеф Средней Сибири (Сибирская платформа) в конце мела — палеогене отличался небольшими контрастами высот, особой выровненностью, но в целом общий орографический план был унаследован от предшествующих эпох и, в частности, от раннеюрской (см. карту 50). С юга и юго-востока территория по-прежнему была обрамлена невысокими горными массивами, откуда продолжался снос в сторону Предсаянского и Прибайкальского прогибов.

В Прибайкалье к датскому ярусу относятся отложения средней части тулонской свиты, представленные пестроцветными глинами, алевролитами, песками и прослоями углей. Более редки песчано-гравийно-галечные отложения. К палеоцену относится верхняя часть свиты, близкая по составу. В Западном Прибайкалье на тулонской свите залегают кварцевые пески с глинистым цементом и углистыми примазками. Они относятся к каменной свите эоцена. Осадки накапливались в озерных котловинах.

Область Ангара-Вилуйского прогиба представляла собой слаборасчлененную денудационную равнину, в пределах которой на отдельных участках в озерно-болотных бассейнах и речных долинах шла аккумуля-

ляция осадков. На междуречьях формировалась кора сиааллитного типа, преимущественно каолинитового состава. Она развивалась на карбонатных породах кембрия и песчано-глинистых отложениях юры и плащом перекрывала междуречья.

Западную часть Ангаро-Вилу́йского прогиба занимали долины палео-Ангары и ее притоков [5]. Фрагменты древней Ангарской долины известны в верховьях Подкаменной Тунгуски, в бассейнах Собы, Оскобы, Чамбы, в верховьях правых притоков Чадобца, на Иркинском выступе Енисейского кряжа. Во многих местах здесь вскрыты аллювиальные гравийно-галечниковые, песчаные, песчано-глинистые позднемеловые отложения.

Устье палео-Ангары располагалось южнее его современного положения. Фрагменты долины палео-Енисея известны на его современном правом берегу. Севернее палео-Енисей уходил в пределы Западно-Сибирской низменности. Здесь к датскому ярусу и палеоцену относится толща палинологически охарактеризованных косослоистых каолинизированных аллювиальных песков с частыми прослоями темных глин и алевроитов (сымская свита). Мощность пород этой свиты достигает 60 м.

В бассейне палео-Ангары устанавливается большая выдержанность в положении долин притоков. Долины рек мелового времени продолжали развиваться и в палеогене. Комплекс аккумулятивных образований в долинах имеет сложное строение, большую мощность и охватывает значительный возрастной интервал. Материал сюда сносился с повышенных равнин, расположенных севернее, с возвышенностей Енисейского кряжа. В значительной части он состоял из продуктов разрушения кор выветривания. Амплитуда вреза составляла 120—170 м. Абсолютные высоты водоразделов могли достигать 350—500 м. При эрозионном расчленении материал в первую очередь накапливался в балках, оврагах, по краям возвышенностей. Материал делювиального сноса был бокситоносным. В еще больших масштабах отложение бокситоносных толщ происходило в карстовых полостях, которые в эту эпоху были широко распространены в пределах поля развития палеозойских карбонатных пород.

Наиболее возвышенной частью Средней Сибири в это время была структурно-денудационная равнина на ее северо-западе. В ее пределах местами сохранились остатки древнего мезозойского пенеплена, сформированного на базальтах лавовой толщи. Обширные пространства в эту эпоху были денудированы, что привело к созданию региональной поверхности выравнивания, реликты которой сохранились вплоть до настоящего времени. На выравненных поверхностях шло образование кор выветривания. Большей мощности они достигали в краевых лучше дренируемых частях района. Сносившийся отсюда материал накапливался у подножий склонов, в лощинах и особенно в карстовых воронках. В составе этих отложений в бассейнах рек Котуй, Маймеч, Мойеро, оз. Есей выявлены бокситоносные осадки. Речная сеть, секущая равнину, имела в своем составе долины преимущественно юго-восточного и частью южного направлений (палео-Виви — Таймура, палео-Тембенчи — Нижняя Тунгуска и др.).

Территория, отвечающая Анабарскому шиту, также представляла собой умеренно приподнятую равнину. Местами здесь сохранились реликты древнего пенеплена. Известны и остатки кор выветривания. С юга и востока по обрамлению шита располагались котловины — прогибы (Муруктинская, Аганалийская, Попигайская). В их пределах находились озерно-болотные низменности и шла аккумуляция сносимого с возвышенностей материала. Котловины испытывали постоянную тенденцию к прогибанию. В палеогене (олигоцен) в них накопилась песчано-глинистая сероцветная толща. Мощность ее в Муруктинской котловине свыше 120—150 м.

На востоке платформы большая часть площади представляла собой невысокую умеренно расчлененную равнину, постепенно снижающуюся в сторону Приверхо́янского прогиба. Последний в значительной части

был занят долиной палео-Лены. На обширных пространствах, где на поверхность выходили карбонатные породы позднего докембрия и палеозоя, шло образование карстовых форм рельефа. Здесь же формировались маломощные каолиновые коры выветривания. Они сохранились на трапповых возвышенностях в междуречьях Оленек — Марха, Марха — Тюнг, а также по р. Тюнгу, по р. Линде.

Сохранились и следы оживления эрозионной деятельности в пределах этой части страны. По южному обрамлению равнины на водоразделе рек Марха и Тюнг в их среднем течении М. И. Плотниковой (1965 г.) и другими описаны остатки аллювиальных отложений («водораздельные галечники»), представленные галечниками, песками, глинами, мощностью от 4—5 до 15 м. В составе гальки, устойчивые к выветриванию породы. Спорово-пыльцевой комплекс относится к дат-палеоцену.

Вилуйская синеклиза продолжала оставаться пониженной частью страны. Сюда с окружающих пространств шел постоянный снос материала. В конце мела в значительной степени он сформировался за счет сноса рыхлых кор выветривания. Эти отложения составили верхнемеловую линденскую свиту, широко распространенную к северу от современной долины Вилуя, представленную песчаниками, песками мощностью 60—70 м; присутствуют линзы комковатых глин, редкая галька устойчивых пород.

На севере страны в Хатангской депрессии в дат-палеогеновое время морской бассейн полностью регрессировал. Обширные пространства заняла плоская прибрежная низменность. На Крайнем Севере (п-ов Таймыр) распространилась денудационная равнина, носившая местами структурный характер. На север она простиралась вплоть до островов Северной Земли.

В Верхояно-Чукотской области в меловое время завершилась главная фаза тектонических движений, создавших основные геологические структуры региона и определивших положение главных морфоструктур. В палеогене происходили интенсивная денудация, разрушение горных систем, выравнивание обширных пространств, формирование аллювиально-озерных и приморских равнин. В целом рельеф был разнообразен, но значительно менее контрастен, чем рельеф современной эпохи. Материк далеко распространялся на север в область современного шельфа Ледовитого океана.

Верхоянье, приподнятое и расчлененное в конце позднемелового времени, в палеогене уже было существенно понижено денудацией. Отдельные среднегорные массивы могли сохраниться только местами в приосевой части хребтов. Подавляющая часть его представляла собой невысокую страну с широкими выравненными междуречьями, где довольно интенсивно шли процессы корообразования. Сносимый материал накапливался в межгорных впадинах и окраинных прогибах (бассейны рек Кендей, Хараулах, район Сого и т. д.) вплоть до Новосибирских островов. Сохранившиеся до настоящего времени в этих впадинах раннесреднепалеогеновые отложения представлены белесыми песчано-глинистыми, частично угленосными отложениями мощностью до 250—300 м. Состав глин свидетельствует о сносе в бассейн продуктов перемыва кор выветривания [4].

В пределах Полоусно-Верхнеколымского и Яно-Оймяконского районов в целом также преобладали процессы денудации. В то время здесь существовали изолированные невысокие горные массивы и хребты. На обширных выравненных пространствах шло корообразование. Сносимый материал задерживался в пределах аллювиально-озерных равнин. Остатки палеогенового аллювиального конгломерата известны на р. Адыча.

Момо-Зырянский район принадлежал к рифтовой зоне (Момский рифт), пережившей чрезвычайно длительный период сложного развития. Еще в меловое время здесь в результате тектонических раздвигов весьма интенсивно проявились вулканические процессы. В палеогене

возникает поднятие (Момское нагорье) и усиленно идут процессы денудации. В позднем эоцене определенная активизация тектонических движений привела к оформлению грабенообразных впадин, в которых шло накопление грубообломочного материала, как например, в Сеймчано-Буюндинской впадине. На месте Восточно-Сибирской низменности в палеогене была обширная аккумулятивная озерно-речная равнина. Она простиралась далеко на север почти до границ современного шельфа Восточно-Сибирского моря. На северо-западе равнины поднимались невысокие горные массивы на месте современных гор Улахан-Тас, Суор-Успатас, Кичилях-Тас и др. На юге низменность ограничивалась глыбово-складчатыми невысокими горами на месте Алазейского и Юкагирского нагорий. Ряд невысоких сглаженных возвышенностей поднимался среди центральных частей равнины. В частности, к ним относится массив на месте Медвежьих островов и др. В Анюйско-Чукотском районе поздний мел — палеоген были также временем ослабления тектонических движений. Соответственно с этим обширные пространства были денудированы. Страна в целом представляла собой равнину с поднимавшимися над ней невысокими сглаженными горными массивами.

В пределах всей территории Верхояно-Чукотской области в характеризующую эпоху господствовали субтропические климатические условия, способствующие корообразованию. Остатки кор выветривания этого времени известны во многих местах, но сохранность их очень плохая. Представлены они преимущественно каолиновыми и каолин-ярозитовыми глинами.

Также весьма ограниченно сохранились и отложения, коррелятные палеогеновым формам рельефа. Выше упоминались мощные песчаноглинистые накопления во впадинах хр. Хараулах. Подобного рода отложения известны в бассейне р. Омолой и у оз. Тас-Тас. В Моланджинской впадине палеогеновые отложения представлены конгломератом, песчаниками, алевролитами общей мощностью до 450 м. На п-ове Тайгонос к палеогену относятся базальты, туфы, туфогенные песчаники, угли кытым-сайской свиты и конгломераты, песчаники, аргиллиты, угли авеновской свиты [4].

В отличие от описанных выше комплексов рельеф Анадырско-Корякского района более молод. На конец мела — начало палеогена здесь приходится завершение геосинклинального этапа развития с проявлением интенсивной складчатости (камчатская фаза), в результате которой образуется система складчатых горных сооружений северо-восточного простирания (прообраз современного Корякского нагорья). Далее в палеогене обособляются межгорные прогибы: Олюторский, Пенжинский, Параспольский, Хатырский и др. Межгорные впадины частью были заняты морскими заливами. Тектонические процессы развивались очень активно. Об этом свидетельствует то, что здесь сформировались мощные (до 2500 м) толщи алевролитов, песчаников с базальными горизонтами конгломератов. Материал сносился с окрестных гор.

В южной части Восточной Сибири палеогеновое время также характеризуется господством денудационных процессов. Горные массивы этого времени отличаются сглаженностью форм, относительно небольшими превышениями. Большие пространства были заняты денудационными равнинами, близкими по своему типу к поверхностям выравнивания.

Алданское нагорье в начале палеогена представляло собой невысокую выравненную страну, рельеф которой имел двухъярусное строение. Нижний ярус включал слабо расчлененную предгорную равнину, а верхний — низкоровне с пологим рельефом. Чрезвычайно обширную почти идеально выравненную поверхность являло собой Лено-Алданское плато. На территории Байкало-Патомского нагорья в то время существовал слабо расчлененный рельеф с грядами, холмами, увалами. Хотя превышения и достигали 100—180 м, но перепады высот были, вероятно, незначительными.

Рельеф Западного Забайкалья был несколько более расчлененным. Превышения здесь достигали 400—600 м, а крутизна склонов могла до-

ходить до 20—30°. К палеогену относится формирование Байкальской рифтовой зоны. Выраженность ее в рельефе на этом этапе не была особенно яркой. На юге Байкала в это время существовала впадина, занятая озером, а севернее находился ряд более мелких впадин, кулисообразно расположенных и разделенных хребтами и грядками. Во впадинах местами накапливались рыхлые накопления молассового типа. Амплитуда движений достигала нескольких сотен метров.

Наиболее своеобразным в характеризующую эпоху был рельеф вулканогенного пояса, прослеживающегося вдоль всей Тихоокеанской окраины Азиатского материка от Чукотки до Аннамских гор [47]. В рельефе страны проявились как главные тектонические особенности, предопределившие развитие и конфигурацию пояса, — сложная зона глубинных разломов, так и колоссальные по масштабам накопления продуктов вулканической деятельности. Характерна четкая последовательность в составе вулканогенных формаций: преимущественно андезитовой в начале позднего мела, дацит-липаритовой и липаритовой в конце мела — начале палеогена и базальт-липаритовой в палеогене. Излияния лав и экструзивные выбросы сложно сочетались, создавая своеобразные вулканические формы. Осложненные многочисленными тектоническими подвижками преимущественно по разломам, они вели к формированию разнообразного вулканического рельефа.

Наиболее крупные вулканические плато образовались во внешней зоне Центрально-Чукотского и Анадырского секторов в центральной части современного Ульинского прогиба. Строение их отличалось значительной сложностью, так как они состояли из сочетания разнообразных изометричных и линейных морфоструктур. К крупным понижениям типа просадочных впадин относятся Пыкарваамская, Раннотненская, Мало-Шайбовеямская, Энмываамская, Ольская депрессии (50—120 км). Рельеф был осложнен многочисленными кальдерами (до 15 км) и внекальдерными впадинами (до 60 км).

Более высокие вулканические нагорья сформировались в пределах Охотско-Чукотской части вулканогенного пояса — в бассейнах верховьев Омолока, Буюнды, Индигирки. Во внешней части нагорий возникли многочисленные вулканические постройки. Во внутренней зоне Охотско-Чукотского пояса сформировались глыбовые, складчато-глыбовые и складчатые низкие и средние горы (бассейны верховьев Анадыря, Пенжины). Своеобразный слаборасчлененный «глыбовый» рельеф образовался в пределах купольных поднятий (Верхне-Сеймчанское, Сергеевское, Ирчунайское и др.). Местами проявляется четкая продольная зональность, выражающаяся в линейном расположении горных массивов и разделяющих их впадин. При этом выявляется активная роль в рельефе крупных разломов, разделяющих хребты и впадины.

Вулканогенный рельеф Сихотэ-Алинской ветви вулканогенного пояса характеризовался чередованием вулканических плато, плоскогорий, щитовых массивов и вулканогенных впадин. По данным Г. И. Худякова [47], рельеф современной горной части Сихотэ-Алия в олигоцене уже имел горный облик. Во внутригорных (Верхнебикинская, Анмутхоузская, Тадушенская) и межгорных впадинах (Даубихинская, Шетухинская и др.) происходило накопление грубообломочных осадков. В целом рельеф отличался большой сложностью. Положение береговой линии Тихого океана отличалось от ее современного положения. Как правило, она была смещена к востоку, но на месте п-ова Камчатки поднимались только отдельные острова.

Вулканогенный рельеф в ходе его развития подвергался процессам денудации, значительной амплитуды достиг эрозионный врез, достаточно характерны были структурно-денудационные формы рельефа, а местами возникали поверхности выравнивания. Сносимый с возвышенностей материал накапливался во впадинах, котловинах. Широко были распространены озерно-речные равнины. Благодаря теплоту и влажному климату интенсивно шло корообразование.

Сохранность рыхлых накоплений характеризуемой эпохи в целом ограниченная. Однако в отдельных крупных впадинах аккумуляция шла в значительных масштабах. Так, например, в Нижне-Среднеамурских впадинах в палеогене (вплоть до верхнего олигоцена) шло накопление более чем тысячеметровой толщи грубообломочных и туфогенных отложений, относящихся к чернореченской и бирофельской свитам. Палеогеновые отложения в Южном Приморье выполняют крупную Суйфуно-Ханкайскую депрессию.

Судя по сохранившимся флористическим остаткам (голосеянные, папоротники), климатические условия в позднем мелу на всей территории были теплыми избыточно увлажненными с небольшими колебаниями температуры. В палеогене климатические условия несколько дифференцируются. На юге площади и в приморских районах они остаются по-прежнему мягкими увлажненными. Во внутренних частях страны намечается определенная дифференциация. Климат становится менее мягким, несколько более сухим, проявляются сезонные изменения (появление листопадных широколистных форм растений), на юге климат был более жарким, сухим. В целом же для эпохи характерными остаются условия увлажненного субтропического климата. Это способствовало активному накоплению кор выветривания. Однако сохранились они очень ограниченно; представлены, как правило, каолиновыми глинами. Их фрагменты развиты во всех районах Северо-Востока СССР, но имеют малую мощность и небольшое распространение.

Специфика развития рельефа в палеогене определила перспективы территории на ряд полезных ископаемых. Учет рельефообразующих факторов здесь существует в нескольких направлениях. Во-первых, интенсивность денудационных процессов и, в частности, эрозии определила глубину эрозионного среза и масштабы вскрытия тех или иных рудных месторождений. Во-вторых, особенности рельефа создали особые условия, благоприятные для возникновения и накопления некоторых видов полезных ископаемых (бокситы, угли и др.) и, наконец, рельефообразующие процессы определили условия размыва, переноса и вторичной аккумуляции полезных ископаемых (россыпи).

В отношении редких и благородных металлов особенно перспективна восточная часть региона. По современным представлениям апикальные части гранитоидных интрузий с оловянным орудением были вскрыты еще в позднем мелу. При этом ореол мезотермальных зон золотого орудения вскрыт не был. В это же время (поздний мел) происходило внедрение мелких интрузий, специализированных на олово и полиметаллы. Вскрыты они были в палеогене. Одновременно срез достиг уровня мезотермальных золотоносных зон. В условиях теплого влажного климата интенсивно шла дезинтеграция материала, его химическая переработка. Создавались коры выветривания, в том числе линейные коры, существенно обогащенные полезными минералами. Таким образом создавались россыпи непосредственно близ коренных выходов рудоносных пород, а также при переносе продуктов их разрушения. Сохранность палеогеновых россыпей в целом весьма ограниченная. Наибольший интерес представляют россыпи Куларского района. Здесь наиболее существенны золотоносные россыпи, связанные с линейными корами выветривания, сформированными вдоль минерализованных зон дробления. Местами они претерпели некоторое смещение (элювиально-делювиальные россыпи). Масштабы переноса продуктивного материала могли быть и значительными. Так, например, в бассейне р. Селенных россыпи связаны с олигоценовыми аллювиальными конгломератами и песками. В отдельных горизонтах этой толщи содержится распыленное мелкое пластинчатое золото.

На юге Дальнего Востока известны оловоносные россыпи, связанные с корами выветривания позднемелового и палеогенового времени. Они также сильно разрушены. Примером такого рода месторождений может служить Воскресенское рудное поле в Приханкайской впадине. Остаточная кора выветривания состоит здесь из каолиновых глин,

сформированных на хлорит-серицитовых сланцах, пронизанных рудными и безрудными жилами. Распределение касситерита неравномерное.

На Сибирской платформе практическое значение могут иметь россыпи ильменита (титан). Они также связаны с продуктами выветривания и их переотложения. Материнской породой являются долериты трапповых интрузий. Конкретные сведения о россыпях ильменита имеются для нижнего течения Ангары. Но весьма вероятно их обнаружение и на других участках развития траппов.

Наиболее важным полезным ископаемым, связанным с дат-палеогеновой эпохой развития рельефа Сибирской платформы, являются бокситы. Они формировались в процессе местного переноса разрушавшихся кор выветривания. Накопление материала, обогащенного глиноземом, шло в локальных депрессиях, карстовых воронках, ложбинах, оврагах того времени и т. д. В настоящее время наиболее перспективной считается западная окраина платформы — Енисейский кряж, Чадобецкое поднятие, Туруханский район, где находятся известные месторождения бокситов. В последнее время интересные участки обнаружены на севере платформы в бассейне р. Котуй, где они связаны с карстовыми полостями, в которых сохранились остатки кор выветривания в основном палеогенового возраста [19].

Также с продуктами выветривания связаны месторождения марганца. Интерес представляет среднепалеогеновая кора выветривания, сформированная на породах изанской свиты позднего протерозоя в Присянском прогибе. Породы превращены в песчано-глинистую рыхлую массу. Местами они существенно обогащены гидроокислами железа и марганца (до 15 %). Последние представлены пиролюзитом, псиломеланом, вернадитом. Рудопоявлениями и месторождениями этого типа являются Тайшетское, Чаканское, Уватское, Аршинское, Николаевское, Большеерминское и др.

С корами выветривания связаны также месторождения каолина, (Енисейский кряж, Чадобец, западное побережье Байкала и др.), каолиновых глин, кварцевых песков и др. В озерно-аллювиальных толщах местами имеются угленосные пачки (бурые угли, лигниты). Большее значение угли имеют в палеогеновых толщах севера Хараулаха. Мощность пластов угля здесь местами превышает 10 м (Согинское месторождение).

Миоценовая эпоха (карта 53)

Карта составлена на территорию Северо-Востока СССР, Дальнего Востока и Забайкалья. Миоценовая эпоха для характеризуемой территории является временем относительной стабилизации геологического и геоморфологического развития. Существенные по масштабам горообразовательные движения продолжались только на крайнем северо-востоке страны (Олторский и Анадырско-Корякский районы). Здесь происходили как интенсивные поднятия, так и резкое прогибание межгорных впадин, заполнявшихся молассовидными накоплениями большой мощности. На остальной площади сложные тектонические движения в палеогене и завершение крупных по масштабам вулканических процессов явились причиной неоднократных перестроек поверхности. В совокупности они привели к формированию сложного преимущественно горного и разнообразного в генетическом отношении рельефа. В его состав входили крупные горные массивы, отдельные хребты и поднятия складчатого, складчато-глыбового, сводово-глыбового типов; горные системы с широким развитием вулканических форм; вулканические нагорья, плато, равнины.

Этапы повышенной тектонической активности сменялись временем более стабильного развития, когда шли процессы денудации и выравнивания обширных пространств. Соответственно с этим широкое распространение получили структурно-денудационные комплексы рельефа. В частности, конец палеогена — миоцен для обширных участков терри-

тории явились временем разрушения возникших ранее форм рельефа, временем выравнивания и создания педипленов по окраинам возвышенностей. В это же время происходило накопление осадков в пределах крупных понижений вблизи речных долин. Имели место колебательные движения береговой линии океана [4].

Современный рельеф во многом унаследован от рельефа миоценовой эпохи. По сути дела в это время была создана та поверхность, которая на неотектоническом этапе подверглась существенным по масштабам и дифференцированным движениям и легла в основу современного рельефа. Поэтому характеристика рельефа миоценовой эпохи особенно интересна.

Краткое описание рельефа может быть дано по тем крупным регионам, которые включены в карту: Северо-Восток СССР, Дальний Восток, Забайкалье.

Рельеф Северо-Востока в миоцене, как и в других частях территории, был сложно построенным. Большая часть площади представляла собой горную страну. Низменность распространялась только на крайнем ее севере к северо-западу от современного нижнего течения Колымы, в низовьях Ангоя, в районе Чаунской губы. Низкая равнина далеко уходила на север в пределы площади, занятой сейчас Восточно-Сибирским морем. Накопившиеся во впадинах и по речным долинам осадки не имели, как правило, большой мощности и представлены были в основном в песчаных фациях. Горная страна, сформировавшаяся к началу миоценовой эпохи на Северо-Востоке Союза, в основном состояла из сводовых поднятий, в редких случаях эти поднятия были сводово-глыбовыми. Значительных перестроек речной сети вплоть до конца миоценовой эпохи не происходило. В этих условиях значительного масштаба достигли процессы педипланации. Особенно ярко они проявились в зоне сочленения горных сооружений и аккумулятивных равнин Северо-Востока (хребты Северный и Южный, Анюй, Улахан-Тас и др.), по периферии Алазейского и Юкагирского плоскогорий в пределах Полоусной и Верхнеколымской областей, в горной Яно-Колымской области (Бытантайское и Адычанское нагорья), во впадинах Яно-Колымской горной области и по периферии Зейско-Буреинской и Амурской равнин. Вдоль склонов педиментов накапливались аллювиально-делювиальные и делювиальные отложения, создавшие так называемые террасовалы и елани.

Педиментация часто контролировалась различиями пород по устойчивости к агентам денудации. Выравниванию подвергались вершины и перевалы хребтов. Характерной особенностью формирования педиментов, вершинных и перевальных поверхностей была тенденция к слиянию, что в конечном счете на ряде участков привело к формированию пологоволнистой региональной поверхности выравнивания. Перевальные и долинные педименты обычно были свойственны крупным впадинам и развиты в бассейнах крупных рек — Кудары, Яны и др.

Тектонические движения конца миоценовой эпохи, возможно, имевшие рифтогенную природу, определили подъем цепи Черского и Момского хребтов в основном по ограничивающим эти крупные поднятия разломам. Амплитуда перемещения составила несколько сотен метров, а в Момской зоне превысила 1000 м. Глыбово-блоковые движения проявились на фоне пологих сводовых поднятий, которые можно дифференцировать на области умеренных и относительно замедленных воздыманий. Значительно поднятые зоны рассматриваемой области (например, Момская) вместе с пологими поднятиями образовали к концу миоцена крупную область размыва и денудации.

На территории Дальнего Востока в пределах Восточно-Азиатского вулканогенного пояса в миоцене господствовал горный глубоко расчлененный рельеф, в значительной мере предопределенный блоковыми движениями предшествующей эпохи. Характерным для этого времени было формирование преимущественно продольных хребтов, ограниченных разломами. В связи с ослаблением тектонических подвижек значитель-

ной вулканической деятельности в течение миоценовой эпохи не наблюдалось. Вдоль крупных разломов продольных хребтов отмечены трещинные излияния лав. Они были относительно значительны в зонах пересечения продольных и поперечных разломов, а также вдоль бортов впадин. Это хорошо видно на космических снимках. О характере существовавшего в то время расчлененного рельефа свидетельствуют значительные колебания мощности базальтовых потоков на коротких расстояниях. Значительное количество пирокластического материала в комплексе пород, относимых по возрасту к миоцену, указывает на существование также излияний центрального типа.

Территория Забайкалья выделялась в миоценовую эпоху широким развитием блоковых движений и формированием «рифтогенного» рельефа, представленного в основном чередованием узких горсто-глыбовых хребтов, разделенных впадинами. Основные линии разломов дешифрируются на космических снимках. Размах возникшего рельефа составлял многие сотни метров. В пределах впадин Южно-Байкальской, Северо-Байкальской, Верхне-Ангарской и других известны фаунистические и флористические доказанные континентальные, в основном грубые, отложения мощностью в несколько десятков метров. Это свидетельствует о том, что депрессии были местом осадконакопления, а разделяющие их хребты выступали в качестве областей сноса [45].

К северо-востоку в пределах Алданского щита простиралась денудированная слабоприподнятая и умеренно расчлененная равнинная поверхность. Об этом свидетельствуют небольшие мощности (до 25 м) сохранившихся здесь пестроокрашенных миоценовых аллювиальных отложений, приуроченных примерно к двухсотметровому уровню. В составе аллювия встречаются каолиновые глины — продукт перетложения мел-палеогеновых кор выветривания.

Климатическая обстановка в раннем — среднем миоцене в пределах всей территории характеризовалась довольно теплыми умеренно влажными условиями. Спорово-пыльцевые комплексы и флористические сборы свидетельствуют о преобладании покрытосемянных (широко- и узколистных) растений с примесью вечнозеленых хвойных (комплекс, близкий к тургайскому). В позднем миоцене палеоботанический комплекс с господством березовых и сосновых говорит о существенном похолодании. В этих условиях формирования кор выветривания латеритного типа не происходило, а ранее формировавшиеся коры разрушались.

Комплекс полезных ископаемых экзогенного происхождения этой эпохи в основном представлен россыпями, в меньшей степени углями (Олюторский прогиб). В целом в течение миоцена сложилась благоприятная палеогеоморфологическая и тектоническая обстановка для формирования россыпных месторождений золота и олова, особенно в депрессиях, выполненных аллювиальными осадками. К этому времени значительные массы рудоносных пород были вовлечены в зону эрозионного среза и денудационного разрушения. В предшествующие эпохи с интенсивным ходом выветривания особенно значительному разрушению подверглись зоны повышенной проницаемости, трещиноватости, нередко обогащенные полезными минералами (золото, касситерит). Таким образом были подготовлены крупные источники сноса рудоносного материала. В условиях относительно ограниченного развития денудационно-эрозионных процессов богатые россыпи формировались в составе аллювиальных накоплений в непосредственной близости от коренных источников (россыпи бассейнов Яны, Колымы, Индигирки и др.).

Современная эпоха (геоморфологическая карта) (карта 54)

Современная эпоха является временем активного проявления дифференцированных тектонических движений с общей тенденцией к поднятию. Это время интенсивного развития эрозии и денудации. Эпохе свойственны некоторые специфические процессы рельефообразования, такие

как ледниковая деятельность, криогенные явления и др. Начало эпохи может быть отнесено к концу неогена.

Подавляющая часть Средней Сибири, отвечающая в целом структуре Сибирской платформы, на этом этапе представляет собой высокое плато, которое с возрастанием высот переходит в плоскогорья, а при их снижении в обширные невысокие равнины. Плоские водораздельные пространства рассечены глубоко врезанной сетью речных долин. Наиболее повышены западная и северная окраины страны и ее южная часть. На юге происходит сочленение Средне-Сибирского плоскогорья с расположенными южнее горными системами. Ограничения плато резкие, в их основе лежат разломы, четко отражающиеся на космических снимках. Речная сеть слабо согласована с общим орографическим планом. Нередко направление долин не совпадает с региональным наклоном поверхности плато. Отмечается «противотечение» рек, параллельное сближенному расположению долин, относящихся к разным бассейнам. Большинство крупных рек в своих низовьях секут возвышенности. Все это свидетельствует о древности долинной сети и о заложении ее на поверхности, которая по своему строению существенно отличалась от современной.

Основным фактором, определившим перестройку рельефа, явились неравномерные неотектонические движения. Амплитуда их на большей части современной суши колеблется от 200—300 до 1200—1500 м. Приподнятыми оказались древние положительные структуры: Анабарский и Алданский щиты и область Енисейского кряжа. Самое значительное воздымание испытала Тунгусская синеклиза (ее мульда) — обращенная неотектоническая структура. Подобно тому, как краевые ограничения платформы определены крупными разломами, так и участки с разной амплитудой поднятий часто определены разрывными нарушениями. Это отражает блоковый характер движений. Смещенные блоки часто имеют выдержанные уклоны поверхности, что существенно отражается в орографическом плане. В северной части плоскогорья и плато наклоны идут в юго-восточном направлении, а на юге платформы они направлены противоположно. Как указывалось, долины больших рек (Нижняя Тунгуска, Котуй, Подкаменная Тунгуска, Оленек, Вилуй, Лена в нижнем течении и многие другие) часто направлены против общего уклона поверхности.

Водораздельные поверхности несут следы большой «древности» рельефа. Обширные площади занимают слабо измененные фрагменты древних поверхностей выравнивания: дат — эоценовой, палеогеновой, миоценовой и (редко) юрской. Фрагменты миоценовой поверхности имеют характер педиментов, обрамляют возвышенности, венчаемые реликтами более древних поверхностей выравнивания. Сохранность их часто зависит от литолого-структурного фактора. Хорошо сохранились поверхности, сформированные на устойчивых породах — траппах.

Современные эрозионные и денудационные процессы идут интенсивно, связанные с ними элементы рельефа развиты широко. Аккумуляция ограничивается речными долинами. Осадки, коррелятные современному рельефу, формируются главным образом в морях в пределах шельфа. Определенный отпечаток на рельеф района наложило четвертичное оледенение, охватившее большие площади на севере, и мерзлотные процессы, проявившиеся фактически на всей территории. С ледниками связаны значительные аккумулятивные накопления во впадинах (Хатангская депрессия, Приверхоянский прогиб). В пределах поднятий проявилась экзарационная деятельность ледников, приведшая к разрушению древних форм рельефа.

Все сказанное свидетельствует о большом своеобразии рельефа современной эпохи и вместе с тем показывает на глубокие связи его развития с предшествовавшими циклами рельефообразования. К подобным же выводам приводит рассмотрение особенностей рельефа северо-восточных и дальневосточных районов СССР. Здесь современная эпоха континентального развития также ознаменовалась дальнейшей актив-

зацией тектонических процессов, общим усложнением рельефа, ростом его расчлененности, вовлечением в поднятие все новых территорий и т. д. Имеющиеся материалы по составу и мощностям плиоцен-четвертичных отложений, а также структурный анализ рельефа свидетельствуют о том, что наибольшие градиенты движений приходится именно на это время.

Охотско-Чукотское звено Восточно-Азиатского вулканогенного пояса характеризуется увеличением по площади и размерам вулканических дуг. Эпоха была озаменована образованием крупных разломов. В раннечетвертичное время с крупными разломами восточного и западного склонов Сихотэ-Алиня, а также в Буренском хребте связаны излияния базальтов (совгаванская свита). Базальтовые покровы этого времени образовали обширные бронированные плато в предгорьях горных хребтов и межгорных впадин. Одновременно возникли Синдинский, Иманский, Бикинский вулканы высотой порядка 1000—1500 м. В связи с продолжающейся активизацией тектонических движений в первое позднечетвертичное межледниковье произошло новое излияние лав вдоль древних разломов. Базальтовые покровы образуют верхний уровень вулканических плато. В ряде мест эти покровы, спустившись в долины рек, легли на речные террасы.

Активная тектоническая жизнь и рельефообразование происходили в Байкальской и Момской рифтовых зонах. На это время приходится общий подъем Северного Забайкалья. Происходит погружение впадин. Последние заполняются терригенным материалом (свита забайкальских песков) мощностью более 100 м. Озеро Байкал приобретает современные очертания. Для движений горсто-глыбовых хребтов характерна резкая дифференцированность. Особенно значительные движения отмечены в восточных частях рифтовой зоны. В пределах Селенгино-Олекминского междуречья подъем за позднечетвертичное время составил 400—500 м. Эти движения обусловили формирование средневысотных гор и плоскогорий. Наиболее интенсивно поднималась область Витимо-Олекминского междуречья. За поднятием последовало врезание эрозионной сети и ее перестройка. Подъем в пределах Байкальского рифта, видимо, не превышал 300—350 м.

В Момской рифтовой зоне в течение плейстоцена происходило образование системы предгорных ступеней, сопряженных с террасами Яны, Индигирки, Колымы, а также днищами древних сквозных долин. Новая фаза активизации имела характер прерывистого регионального воздымания, запечатленного серией четвертичных террас, связанных с современной долинной сетью. В это время возник ряд грабенообразных впадин. Этот процесс сопровождался расширением и углублением ранее сформированных депрессий, а также накоплением значительных толщ рыхлых отложений, мощностью в несколько десятков метров. «Рифтогенный» рельеф с присущей ему резкостью отдельных форм, обилием тектонических уступов, грабенообразных впадин и горстообразных возвышенностей составляет особенность Момской зоны. Суммарные деформации в зоне Момского рифта составляют несколько сотен метров.

На площади низменностей Северо-Востока и в верховьях Колымы и Индигирки этап активизации тектонических движений и омоложения рельефа продолжался почти на протяжении всего четвертичного времени. В Верхоянском хребте интенсивные поднятия происходили в конце неогена — начале четвертичного времени и в позднечетвертичное время. Здесь произошел перехват притоками Лены и Алдана левых притоков Яны. На севере произошел прорыв р. Яны в антецендентной долине на север через хр. Кулар.

Оледенением большая часть Северо-Востока была захвачена в среднем плейстоцене. В Верхоянье это было долинное оледенение, в Полоусной и Верхнеколымской областях оледенение горно-долинное, в Охотско-Чукотской области сформировались лишь отдельные очаги оледенения. Межледниковая эпоха явилась временем поднятия территории, перестройки речной сети, широким развитием перехватов. Позднеплейсто-

ценовое оледенение было горно-долинным. Развитие рельефа во внеледниковой области продолжало идти при восходящих движениях. По периферии гор накапливались пролювиальные конусы грубого состава (приамурская, усть-амурская, белогорская свиты). В связи с регрессией моря существенно расширились приморские равнины. Частью материка был о. Сахалин.

На карте современной эпохи показан рельеф морского дна. В области шельфа моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря рельеф мало чем отличается от рельефа прибрежных равнин и низменностей суши. Подобным же образом шельф Охотского моря органически сливается со сложно построенными прибрежными районами Прихотья и Дальнего Востока.

Характерной особенностью рельефа северного шельфа Азии является широкое развитие в его пределах комплекса форм субаэрального происхождения, преимущественно речного и ледникового генезиса, включающего также затопленные речные долины и трюги. Так, например, на шельфе моря Лаптевых хорошо прослеживаются остатки бывших долин Анабара, Оленека, Лены, Омолона и др.

Не менее обширные площади на шельфе занимают абразионно-аккумулятивные и аккумулятивные равнины субаквального генезиса. Они отражают определенные стадии разрушения и переработки, а также погребения древнего затопленного рельефа. Эти равнины занимают огромные пространства, простираясь на сотни километров вглубь акватории Ледовитого океана. За ним следует зона материкового склона и абиссальные равнины с глубинами до 3400—3900 м, осложненные океаническим хребтом (хр. Гаккеля). Вся шельфовая область является непосредственно частью материка. Как можно было видеть на палеогеоморфологических картах прошлых эпох, она длительное время представляла собой низменную равнину, в пределах которой доминировали процессы аккумуляции. Местами поднимались невысокие возвышенности (современные острова).

Крупной трансгрессией моря отмечен поздний плиоцен [41]. В это время море занимало низовья Енисея, Хатангскую депрессию и отдельные участки побережья Восточно-Сибирского моря. Пики трансгрессий приходится также на ранний — средний плейстоцен и на поздний плейстоцен. Современная эпоха в целом может рассматриваться в качестве трансгрессивной, хотя с конца плейстоцена и отмечается в ряде мест отступление береговой линии к северу. Мощность аккумулятивных толщ, накопившихся за четвертичное время, достигает 100—200 м.

Рельеф морского дна дальневосточных морей более сложен. Он отражает очень активные современные тектонические процессы, ведущие к погружению, формированию глубоководных котловин, смещению континентального склона в сторону суши. Здесь проявляется вулканизм, велики масштабы сейсмических колебаний.

Для шельфовых зон наиболее характерны абразионные равнины, сформировавшиеся на дислоцированных породах мезо-кайнозоя, а также абразионно-аккумулятивные и абразионные равнины в зоне бывших (поздний плиоцен — плейстоцен) аллювиальных и прибрежно-морских равнин. Участки шельфовых поверхностей, погруженные на глубину от 500 до 300 м, отделены как собственно от шельфа, так и от глубоководных частей морского дна крутыми склонами и уступами. Последние связаны с зонами разрывных нарушений, определивших недавние блоковые подвижки. На поверхности погруженного шельфа даже на больших глубинах выделяются остатки эрозионных долин, каньонов, дельты, абразионные уступы и др. Континентальный склон четко морфологически ограничен, имеет уклоны от 5 до 45° и спускается до глубин 1000—300 м и более. Он расчленен каньонообразными ложбинами, блоковыми смещениями, оползневыми цирками. На подножии склона широко распространены конусы выноса мутьевых потоков.

Рельеф глубоководных впадин (вне шельфа) сформирован главным образом процессами гравитационного смещения масс на склонах, дея-

тельностью суспензионных потоков, неволновой аккумуляцией. Глубоководные котловины Алеутская, Западно-Курильская, Япономорская являются абиссальными равнинами, осложненными линейно-вытянутыми возвышенностями и депрессиями, глыбовыми массивами и вулканическими сооружениями. Толща молодых аккумулятивных образований здесь существенно деформирована.

Особым элементом рельефа являются островные дуги (Алеутская, часть п-ова Камчатка, Курильская). Они представляют собой узкие горстообразные хребты, сопряженные с вулканическими нагорьями и отдельными массивами. Вулканическая деятельность в их пределах продолжается поныне. Участки шельфа здесь деформированы и смещены с амплитудами до 1000 м.

В целом характеристика рельефа дна дальневосточных морей дает представление о зонах современного активного геотектонического развития с блоковыми смещениями, вулканизмом, складкообразованием и срогенезом. Одновременно здесь можно уловить и влияние на особенности формирования рельефа даже небольших смещений береговой линии, связанных с локальными поднятиями и опусканиями, а также изменениями уровня океана. Они отражаются в формировании террас (высоты до нескольких десятков метров), уступов, конусов выноса и т. д.

Рассматривая особенности рельефа современной эпохи, целесообразно провести сопоставление геоморфологической карты Сибири и Дальнего Востока с палеогеоморфологическими картами (50, 51, 52, 53). Это дает возможность определить конкретную роль реликтовых форм рельефа в строении современной поверхности, позволяет наметить общие тенденции развития рельефа и охарактеризовать место современной эпохи в общем ходе рельефообразования.

Фрагменты древнего рельефа в Сибири и на Дальнем Востоке, как показано на карте 54, распространены довольно широко. Возрастной предел их восходит к юрскому периоду и даже к позднему триасу. Наиболее распространены реликты рельефа мелового возраста, дат-эоцена, олигоцен-миоцена. Как правило, это остатки древних пенепленов, педиментов, денудационных останцов и др. Реликты рельефа этого типа занимают сравнительно большие площади и легко диагностируются. Их возрастная датировка базируется на определении возраста синхронных рыхлых накоплений, сохранившихся на поверхности, либо коррелятных осадков, накопившихся во впадинах того времени.

Определение возраста других форм палеорельефа встречает большие трудности и практически почти всегда основывается на их связях с разновозрастными поверхностями выравнивания, а в более редких случаях с определенными геологическими образованиями (палеовулканы, кальдеры, уступы по тектоническим разломам, блоковые поднятия и опускания и др.). Сохранность элементов древнего рельефа несравненно большая в платформенной области, чем в горно-складчатых районах. По сути дела современный ступенчатый рельеф Средней Сибири обязан своим происхождением циклическому развитию страны со сменой эпох тектонического покоя и планации рельефа, эпохами эпейрогенических поднятий и следовавшего затем эрозионного расчленения.

В горных районах наиболее представительными элементами палеорельефа оказываются остатки педиментов по окраинам горных массивов, реже реликты поверхностей выравнивания в приводораздельной полосе. Унаследованными формами рельефа являются склоны и уступы, предопределенные тектоническими смещениями по долгоживущим разломам. Значение такого рода образований для расшифровки истории развития рельефа очень велико.

Сохранность аккумулятивных форм палеорельефа в пределах Сибири и Дальнего Востока, как правило, слабая. На участках, испытывавших постоянную тенденцию к погружению, остатки древних форм рельефа погребены, а на приподнятых сильно разрушены. В лучшем случае сохраняются террасы, но возраст их, как правило, не выходит за рамки четвертичного периода. Вместе с тем рыхлые накопления, относящиеся

к той или иной эпохе, даже вне прямой связи с реликтами рельефа дают большой материал для восстановления палеогеографических условий и реставрации палеорельефа. Знание палеогеоморфологии района позволяет в современной обстановке наметить участки, где вероятно сохранность тех или иных рыхлых накоплений, что важно при поисках полезных ископаемых. Для Средней Сибири особенно ценными палеогеоморфологические данные являются при поисках бокситов и россыпей алмазов. Для Северо-Востока и Дальнего Востока в значительной мере на эти сведения опирается перспективная оценка поисков россыпей благородных и редких металлов. Геоморфологическая карта показывает расположение известных в настоящее время реликтов рельефа, их взаимное соотношение и положение в современном рельефе. Переход к палеогеоморфологической карте соответствующей эпохи дает возможность оценить место и значимость уцелевшего реликта в эпоху его образования, может показать места для поисков аналогичных образований и определить их практическую значимость.

Сопоставление палеогеоморфологических и геоморфологических карт Сибири и Дальнего Востока показывает, что по мере развития региона возрастает его дифференциация в геолого-тектоническом плане, усложняется рельеф. Связано это в первую очередь с развитием земной коры в целом: наложением друг на друга разновозрастных тектонических структур (пликативных и дизъюнктивных), проявлениями магматической и вулканической деятельности. Единые в прошлом регионы в ходе развития претерпели дифференциацию. В результате возросла мозаичность рельефа и его контрастность. Геологические исследования и интерпретация геофизических материалов показывают, что даже блоковое строение глубоко погруженного кристаллического фундамента находит свое выражение в современном рельефе.

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ И ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ (некоторые научные и практические выводы)

Обзор региональных карт атласа, анализ и сопоставление их дают возможность наметить некоторые общие закономерности в развитии процессов формирования рельефа и связанного с ним осадконакопления. К числу таких проблем относятся: основные тенденции развития рельефа в минувшие геологические эпохи; происхождение главнейших форм современного рельефа и роль в их строении реликтовых образований; соотношение процессов рельефообразования и осадконакопления в древние эпохи континентального развития; палеогеоморфологические условия формирования месторождений полезных ископаемых. Данные по каждой из этих проблем были сосредоточены на специальных обзорных картах, характеристике которых в основном посвящена настоящая глава.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПАЛЕОРЕЛЬЕФА (КАРТА 55)

Анализ основных тенденций развития рельефа в геологическом прошлом представляет собой важную, но вместе с тем очень трудную проблему. Проблема касается изучения эволюции геологических и геоморфологических процессов, без чего практически невозможна строго обоснованная научная и прикладная оценка результатов геолого-геоморфологических исследований. Трудность решения проблемы проницается из явно недостаточной изученности древних континентальных эпох применительно к территории СССР и истории ее геологического развития.

Основные выводы по указанной проблеме отражены на карте основных тенденций развития рельефа территории СССР в отдельные этапы фанерозоя (карта 55). Конечно, данная карта не может претендовать на охват общей эволюции процесса формирования рельефа. Подобная задача, очевидно, может быть решена лишь при условии реконструкции рельефа всей территории СССР и применительно ко всем основным этапам его развития по крайней мере в фанерозое. На указанной карте дано сопоставление типичных палеогеоморфологических обстановок, существовавших в отдельных регионах СССР в изученные эпохи формирования рельефа.

Таким образом, решение задачи сравнительного историко-геологического анализа рельефа ограничено как по территории, так и во временном интервале, что было вызвано фактическими возможностями и специально отражено в содержании легенды и карты. Но даже в этом случае выявляются определенные тенденции, которые представляют собой те или иные особенности процесса общего хода развития рельефа.

С этой точки зрения в пределах платформенно-равнинных и геосинклинально-горных областей, развитие которых было отмечено достаточно хорошо известными общими чертами формирования рельефа, выделяются области с тенденциями преобладавшего однонаправленного

или разнонаправленного (так называемого устойчивого или неустойчивого) развития рельефа в отдельные эпохи. Ясно, что общий процесс развития рельефа цикличен. Например, на территории СССР нет областей постоянного выравнивания и снижения поверхности, как и нет областей постоянного воздымания и расчленения рельефа. Но на определенных этапах развития территории в определенных районах приобретали ведущее значение те или иные особенности формирования рельефа.

Именно в плане особенностей хода более общего развития рассматриваются изложенные ниже тенденции развития рельефа. В качестве областей с тенденциями однонаправленного в смежные эпохи (устойчивого) развития выделены такие, где не происходило значительного преобразования основных форм рельефа на протяжении указанных на карте основных этапов его формирования. К областям с тенденциями направленного различно в отдельные эпохи (неустойчивого) развития, естественно, отнесены такие, где происходили крупные изменения общего плана геоморфологического строения в ту или иную эпоху формирования рельефа. Конечно, указанная классификация в известной мере является условной, но она необходима для целей сравнительного историко-геологического анализа рельефа, тем более что области с тенденциями устойчивого или неустойчивого во времени развития, как показывает анализ региональных материалов, в один и тот же крупный этап формирования рельефа существовали в пределах как платформенно-равнинных, так и геосинклинально-горных территорий Советского Союза (см. карту 55).

*Области с тенденциями преобладавшего однонаправленного
(устойчивого) развития рельефа*

Результаты сопоставления региональных карт атласа свидетельствуют о существовании подобных геоморфологических областей или районов в геологическом прошлом страны. Многие из них сохранили свое значение вплоть до современной эпохи, что подтверждается содержанием геоморфологических карт, свидетельствующих о широком распространении на современной земной поверхности в пределах территории СССР разнообразных реликтовых форм рельефа, в том числе унаследованного от мезозойских и даже позднепалеозойских эпох. Характерно, что в ряде районов сложившаяся палеогеоморфологическая обстановка не была существенно изменена даже в периоды последующих морских трансгрессий, как это имело место, например, в пределах Украинского щита, в отдельных районах Прикаспия, на восточном склоне Урала, в ряде районов шельфовой зоны Арктического бассейна и в других областях.

По сумме полученных палеогеоморфологических данных тенденции однонаправленного, от эпохи к эпохе, развития рельефа намечаются для различных крупных его категорий. Так, выделяются области, где в отдельные смежные по времени эпохи континентального развития в мезозое происходило формирование преимущественно денудационных сглаженных равнин типа пенеплена (юго-восточный Урал, центральный регион Средней Азии, значительная часть северной половины Сибирской платформы и др.). С другой стороны, выделяются области, где длительное время происходило формирование субаэральных аккумулятивных равнин (например, в раннем мезозое в центральной части Западно-Сибирской плиты, в западной части обширного Среднеазиатского региона и др.). В пределах Казахского щита, как указывалось, многие области развития мелкосопочника и низких гор как главные элементы рельефа щита сохраняли свое значение на протяжении практически всего мезокайнозойского этапа развития. Подобная закономерность распространяется на некоторые горные области, например на весь этап новейшего тектонического развития Кавказа, отмеченный с миоцена унаследован-

ным в целом формированием крупных антиклинальных горных хребтов и межгорных впадин.

Тенденции однонаправленного в смежные эпохи развития рельефа были типичны в основном для консолидированных участков земной коры (щитов, консолидированных участков древних плит, жестких внутригорных массивов и глыб и др.). При этом очень четко выявляется закономерность, указывающая на различную продолжительность подобного процесса, сопровождавшегося формированием расчлененного рельефа в пределах платформенно-равнинных и геосинклинально-горных областей. В первых областях, как указывалось, многие крупные формы рельефа в ряде районов сохраняли свое общее подобие на протяжении весьма длительного времени, охватывающего даже несколько периодов палеозоя, мезозоя или кайнозоя; во вторых областях этот процесс, как правило, был более кратковременным. Примером может служить та же территория Кавказа, где по ряду косвенных геолого-геоморфологических данных намечается эпоха значительной планации рельефа в мезозое и раннем кайнозое, предшествовавшая, по-видимому, формированию современной горной страны.

Для многих районов Средней Азии относительно кратковременный период возникновения и унаследованного в целом формирования высоких горных сооружений Тянь-Шаня и Памиро-Алая (практически только неоген) доказывается, как указывалось, многими исследователями. Что касается эпох преобладавшей региональной планации (пенепленизации) рельефа, то они были, вероятно, соизмеримы для равнинных и горных территорий.

Области с тенденциями преобладавшего разнонаправленного (неустойчивого) развития рельефа

Результаты проведенного сопоставления карт позволяют выделить на территории СССР категорию областей с существенно иными общими тенденциями развития рельефа в геологическом прошлом по сравнению с описанными выше областями. В пределах таких областей, которые условно названы выше как области разнонаправленного или неустойчивого развития рельефа, происходили неоднократные и весьма значительные изменения общей палеогеоморфологической обстановки от эпохи к эпохе. По степени имевших место преобразований рельефа они могут быть подразделены на области коренных перестроек рельефа, когда происходила в сущности полная смена палеогеоморфологической обстановки в последующую континентальную эпоху и области значительных перестроек рельефа, когда подобными перестройками были захвачены лишь отдельные крупные формы рельефа.

Коренные или значительные преобразования коснулись ряда морфогенетических типов рельефа. Они были свойственны как геосинклинально-горным, так и платформенно-равнинным территориям. Яркие примеры коренного преобразования рельефа в пределах горных областей наблюдаются в Тянь-Шане и Алтай-Саянской области, где, как известно, в неоген-четвертичное время сводовыми, сводово-глыбовыми поднятиями земной коры были воздвигнуты обширные высокие горные сооружения на месте ранее сильно сглаженной поверхности мезозойского пенеплена.

Примером полного преобразования горного рельефа в равнинный в древние континентальные эпохи может служить восточная часть Урала, где на месте высоких поднятий Восточно-Уральской рифтовой зоны, существовавшей в конце карбона на протяжении раннего мезозоя, была создана предельно сглаженная поверхность пенеплена.

Примеры существенных преобразований рельефа платформенно-равнинных территорий, в том числе сопровождавшихся полной перестройкой ранее существенных форм рельефа, также значительны. Они неоднократно приводились в региональном обзоре карт (например, превращение высоких денудационных плато Восточно-Уральской области,

существовавших в раннем и среднем девоне, в обширные аллювиально-дельтовые и прибрежно-морские низкие равнины в ранневизейскую эпоху континентального развития этой территории и т. д.).

В распространении областей неустойчивого развития также намечаются определенные закономерности. Как и следовало ожидать, подобные общие тенденции формирования рельефа были характерны для многих горных территорий, испытавших инверсии тектонического режима или формировавшихся в условиях активного и неоднократного проявления вулканизма.

Такая обширная зона с существенными изменениями рельефа в отдельные эпохи его развития на протяжении позднемелового — неогенового этапа выделяется на востоке страны, включая районы Верхоянского хребта и горных хребтов Прибайкалья и Забайкалья. Как видно из карты 55, наиболее значительными коренными преобразованиями палеорельефа в этой зоне были затронуты районы, тяготеющие к поясам мезозойской и тихоокеанской складчатостей, а также к рифтовым зонам (Байкальский, Моисеевский рифты), т. е. к тектонически мобильным так называемым ослабленным зонам земной коры. Особенно показательна в этом отношении западная краевая часть Тихоокеанского сектора земной коры (Корякское нагорье, Камчатка, Охотское море и др.), где на протяжении ряда эпох кайнозоя происходили весьма значительные преобразования как субаэральных, так и субаквальных (палеошельф) форм рельефа.

Анализ региональных палеогеоморфологических материалов показывает, что в пределах платформенно-равнинных территорий наиболее существенными преобразованиями рельефа были охвачены в основном переходные зоны между щитами и плитами (чаще склоны щитов), плитами и древними орогенами, а также отдельные районы (в основном склоны) крупных депрессий. Подобные тенденции развития рельефа в отдельные этапы фанерозоя были характерны, например, для склонов Украинского и Казахского щитов, Воронежского массива, Зауралья, Лено-Ангарского прогиба в южной части Сибирской платформы и др.

Намечается вывод о резком сокращении площади указанных областей в зонах региональных глубинных разломов фундамента (например, вдоль западной и восточной окраин Западно-Сибирской плиты) и их расширении в направлении крупных внутриконтинентальных впадин (например, в сторону Прикаспийской впадины и др., см. карту 55). Это указывает в целом на большую роль древней структуры в формировании палеорельефа равнинно-платформенных территорий в отличие от горно-геосинклинальных областей, где влияние древних структур на рельеф было, по-видимому, менее значительным и наиболее существенно сказывалось, вероятно, на ранних стадиях формирования горных сооружений. Фактор времени в данном случае не играет решающей роли, так как сопоставляются близкие по времени и продолжительности этапы развития рельефа.

Тектонические причины указанных крупных преобразований палеорельефа, так же как и длительного формирования определенных его морфогенетических категорий в том или ином районе территории СССР в целом достаточно ясны. Например, вряд ли можно допустить решающее влияние климатического фактора в процессе превращения равнинной страны в горную, обширных денудационных равнин или плато — в низкие субаэральные или шельфовые аккумулятивные равнины и т. д.

В этом отношении обращает на себя внимание также связь большинства областей или отдельных районов «устойчивого» развития рельефа с относительно стабильными консолидированными тектоническими зонами земной коры, а районов коренных или значительных перестроек рельефа в отдельные эпохи континентального развития преимущественно с тектонически подвижными зонами земной коры, в том числе с поясами сопряжения древних тектонических структур различного типа. Это определяет в свою очередь значение результатов производственных сопоставлений палеорельефа, так же как и региональных карт атласа, для

характеристики геотектонических процессов на территории СССР в древние эпохи континентального развития, что обычно трудно поддается изучению традиционными методами палеотектонических исследований.

ПАЛЕОРЕЛЬЕФ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ КРУПНЫХ ФОРМ СОВРЕМЕННОГО РЕЛЬЕФА (КАРТА 56)

В данном разделе в основном приводится анализ материала, сконцентрированного на сводной геоморфологической карте, составленной на основании региональных геоморфологических карт и дополнительного использования необходимых геолого-геофизических материалов.

Анализ ведется в двух главных направлениях: 1) характеристика связи современного рельефа земной поверхности с палеорельефом предшествующих эпох ее развития; 2) выявление закономерностей генезиса главных форм современного рельефа территории СССР. Второму вопросу уделено больше внимания в связи с основной задачей раздела.

Особенности выражения и степень сохранности палеорельефа на современной земной поверхности

Представление о значительной древности многих крупных форм современного рельефа суши на территории СССР в настоящее время общепринятое. Результаты сопоставления комплекта региональных карт атласа не только подтверждают это общее заключение, но и позволяют рассмотреть довольно подробно различные особенности отражения рельефа минувших геологических эпох в современном рельефе земной поверхности.

В первую очередь необходимо отметить значительное разнообразие реликтовых форм рельефа по занимаемой ими площади (размером) и происхождению.

Как видно из региональных геоморфологических карт, эти формы сохранились на современной земной поверхности в виде обширных водораздельных массивов древних пенепленов, обширных участков сложных по строению денудационно-аккумулятивных (полигенетических) междуречных равнин, не менее значительных по площади субэразовых или первично-морских аккумулятивных равнин, в том числе в пределах отдельных плато и возвышенностей, лавовых плато, аккумулятивных (моренных) или экзарационных равнин, связанных с деятельностью древних ледниковых покровов, и т. д. Разнообразен комплекс более частных форм палеорельефа, в числе которых большая роль принадлежит участкам древних долин (нередко унаследованных современными реками), разнообразным по форме литолого-структурным грядам и останцам, открытым карстовым полостям, уступам и некоторым другим элементарным формам рельефа.

Обращает на себя внимание значительный диапазон датировок реликтового рельефа. Это касается в основном возраста форм рельефа, созданных регионально проявлявшимися процессами денудации или аккумуляции. Судя по региональным картам, их возраст колеблется от раннего мезозоя (в основном обширные площади или отдельные фрагменты денудационных поверхностей типа пенеплена) до позднего плейстоцена и голоцена (в основном субэразовые или первично-морские аккумулятивные равнины). Некоторые отпрепарированные формы рельефа имеют весьма древний возраст (например, фрагменты остаточного докембрийского рельефа в пределах Алданского щита, на склонах Анабарского щита и др.).

Определения возраста различных частных элементов реликтового рельефа в целом менее достоверны по сравнению с его крупными формами. Последующие преобразования подобных форм рельефа в связи с их небольшими размерами, как правило, были более значительными. Однако и в этих случаях довольно часто устанавливается весьма древний рельеф. Примерами могут служить отдельные отрезки меридиональ-

ных речных долин и эрозионно-структурных депрессий на Урале, сохранившиеся без существенного изменения своей первоначальной формы с раннего мезозоя; юрские и раннемеловые долины северо-восточного склона Украинского щита, определяющие главные особенности современного рисунка речной сети в данном районе; крупные тектонические уступы рельефа в ряде районов Средней Азии, Дальнего Востока и др., которые, в сущности говоря, не изменили своего основного первоначального положения с периода их образования (поздний мезозой, ранний кайнозой и др.), но претерпели лишь частные (локальные) изменения своей поверхности.

В целом суммирование данных о возрасте рельефа современной земной поверхности позволяет выделить крупные формы рельефа с существенно различным начальным периодом своего становления: с домезозойского времени, раннего мезозоя (в основном с юрского периода), раннего и позднего мела, палеогена, олигоцена, позднего олигоцена, миоцена, позднего плиоцена — раннечетвертичного времени, четвертичного времени. Распространение крупных форм рельефа подобных возрастных категорий на территории СССР схематически показано на карте 56.

Отмечая довольно широкое распространение разнообразных реликтовых образований в рельефе современной земной поверхности, необходимо одновременно подчеркнуть различную степень их сохранности в отдельных регионах СССР. В этом отношении прежде всего должны быть выделены платформенно-равнинные и геосинклинально-горные территории.

Как видно из содержания многих геоморфологических карт, реликтовые формы рельефа наиболее представительно развиты в пределах платформенных равнин, тогда как в горах они сохранились в основном фрагментарно или отсутствуют вовсе, как правило, в высокогорных зонах. Основная причина этой закономерности в целом ясна — более интенсивное проявление различных процессов разрушения древнего рельефа в геосинклинально-горных областях в связи с их более высокой тектонической мобильностью по сравнению с относительно стабильными платформенно-равнинными областями. Однако и в пределах этих областей, как показывает анализ геоморфологических карт, условия для сохранности реликтовых форм рельефа тоже не были однотипными.

В пределах платформенно-равнинных территорий наиболее благоприятные условия для сохранения на открытой земной поверхности древних форм рельефа существовали, по-видимому, в центральных частях многих щитов, на участках крупных сводовых и валообразных поднятий осадочного чехла, длительное время развивавшихся в континентальных условиях как единые слабо дифференцированные по территории тектонические образования.

В таких постоянно относительно приподнятых, в целом тектонически консолидированных («монолитных» по рельефу) зонах возникали условия, по-видимому, для весьма ограниченного проявления процессов эрозии — размыва ранее сложившихся форм рельефа. В некоторых областях СССР этому способствовали, вероятно, крупные тектонические или денудационные уступы, ограничивающие подобные приподнятые массивы, которые играли роль своеобразных «палеогеоморфологических барьеров» на пути активного проникновения эрозионных процессов со стороны речных долин, окаймляющих приподнятые участки древнего рельефа. Так или иначе, но результаты геоморфологического картирования подтверждают в целом приуроченность большинства наиболее древних форм рельефа современной земной поверхности на территории СССР именно к указанным выше тектоническим зонам. В частности, это хорошо видно из связи наиболее обширных участков мезозойского пенеплена, в том числе с реликтами остаточного домезозойского рельефа, преимущественно с древними щитами (центральные районы восточной части Балтийского щита, Украинский, Казахский, Алданский щиты и др.).

В пределах плит наиболее древние формы современного рельефа также тяготеют в своем распространении в основном к центральным частям длительно развивавшихся крупных сводовых или валообразных поднятий осадочного чехла, тогда как в окружающих зонах развиты более молодые формы рельефа. Это подтверждается содержанием практически всех геоморфологических карт, составленных для платформенно-равнинных территорий.

Благоприятные условия для сохранения древних элементов рельефа, несомненно, существовали в консолидированных тектонических опущенных зонах, где процессы аккумуляции господствовали над процессами денудации, но в подобных зонах по указанной причине происходило быстрое захоронение рельефа. Поэтому на современной земной поверхности преимущественное развитие получили формы рельефа, возникшие в последние этапы его формирования. По этой же причине крупные тектонические впадины и прогибы осадочного чехла, длительное время развивавшиеся как существенно консолидированные — единые по знаку движений тектонические структуры, представляют особый интерес для выявления наиболее полного комплекса форм палеорельефа минувших геологических эпох. Результаты составления многих региональных карт атласа, характеризующих палеогеоморфологические обстановки ряда эпох древнего континентального развития Русской платформы, Западно-Сибирской плиты и др., подтверждают этот общий вывод.

Таким образом, создается общее впечатление, что наиболее благоприятные условия для сохранения древнего рельефа как такового, т. е. выраженного на современной земной поверхности или погребенного, в пределах платформенно-равнинных территорий возникали чаще всего на относительно приподнятых или опущенных, но обязательно существенно консолидированных по проявлениям движений земной коры участках платформ. Пограничные зоны между такими участками в тектоническом отношении, вероятно, более мобильные могут рассматриваться как зоны возможного значительного размыва древних форм рельефа.

Однако этот вывод вряд ли может быть полностью распространен на все эрозионные формы палеорельефа (крупные палеодолины и др.). В региональных описаниях карт неоднократно приводились примеры длительного унаследованного развития речной сети во многих районах Советского Союза, включая связь многих современных речных долин, секущих различные структуры земной коры с речными долинами, существовавшими в мезозое и даже палеозое.

В пределах геосинклинально-горных областей общие условия для сохранения реликтовых образований рельефа были, вероятно, близкими к таковым на платформенных равнинах. Как и на платформах, сохранению древнего рельефа на современной земной поверхности или в погребенном состоянии, несомненно, способствовали условия проявления слабо дифференцированных движений земной коры, различные «палеогеоморфологические барьеры» на пути активного проникновения эрозии.

Это подтверждается в основном наиболее полной сохранностью древних элементов рельефа на поверхности крупных моноклинальных хребтов или отдельных горных массивов, испытавших более или менее равномерное поднятие, а также установленными фактами большего количества разного рода несогласий (древних погребенных рельефов) в крупных межгорных и внутригорных впадинах, заполненных мощными толщами континентальных отложений (например, в Таджикской депрессии только внутри верхнекайнозойского комплекса отложений насчитывается до 20 горизонтов регионального размыва). Однако на участках максимальных и длительных поднятий горных сооружений, протекавших, как правило, дифференцированно, естественно, складывались менее благоприятные условия для сохранения древнего рельефа, что в сущности подтверждается всем комплексом составленных геоморфологических карт.

На территории СССР в целом могут быть выделены три главнейшие градации современного рельефа суши, различающиеся между собой прежде всего по высоте: горы; предгорные зоны; равнины. Горы, как известно, подразделяются на высокие, средние и низкие; в предгорные зоны многие исследователи включают пояса холмогорий, низких предгорных гряд, высоко приподнятых наклонных плато; равнины делятся на высокие и низкие. В качестве самостоятельных, как бы «автономных» в отношении указанной зональности рельефа форм некоторые исследователи склонны выделять нагорья — относительно приподнятые массивы горных хребтов, близких по высотам и общему характеру рельефа, а также плато или плоскогорья на платформенных равнинах, резко выделяющиеся среди других форм рельефа равнин прежде всего более высоким расположением и равномерным распределением абсолютных высот земной поверхности.

Результаты исследований, предпринятых в связи с составлением региональных геоморфологических карт, позволяют высказать ряд общих суждений по поводу происхождения указанных форм рельефа суши. Они касаются главным образом типизации и оценки вероятного генезиса наиболее крупных (главнейших) элементов рельефа, созданных, как известно, движениями земной коры, и не претендуют на исчерпывающее решение проблемы.

Горные сооружения территории СССР существенно различаются между собой не только по характеру рельефа, но и по происхождению. Выделяется, как увидим ниже, не менее шести типов гор. Вместе с тем все горные сооружения независимо от региональных особенностей их строения были созданы, вероятно, в процессе сводовых или сводово-глыбовых воздыманий земной поверхности. Иначе невозможно объяснить их происхождение как единых целостных горных систем. Но этот как бы надпорядковый процесс горообразования протекал неодинаково и был отмечен многими региональными особенностями.

Анализ геолого-геоморфологических материалов, положенных в основу геоморфологических карт атласа, свидетельствует о существовании не менее шести типов горообразования, отмеченных своеобразием развития тектонической структуры и отличием современного геоморфологического строения горных стран. На сводной карте 56 горы четвертого и пятого типов (см. ниже) не выделены, ввиду трудности определения их границ. О вероятном распространении этих гор можно судить исходя из данной на карте оценки времени основного становления рельефа — с палеогена для территории юго-восточного Забайкалья и Станового хребта; с миоцена, позднего плиоцена и четвертичного периода — для территории Большого и Малого Кавказа.

В качестве особого типа должны быть выделены сводово-глыбовые горы, возникшие в условиях новейшей активизации (значительного поднятия) ранее срезанных денудацией каледонских и герцинских складчатых сооружений (многие горные хребты Алтай-Саянской области, Тянь-Шань, Урал, горы п-ова Таймыр и др.) (первый тип). Конечно, в процессе новейшего обновления этих систем не происходило полного повторения предыдущего плана расположения отдельных горных хребтов и межгорных впадин. Например, выше говорилось о несовпадении осевой зоны современного Урала, возникшего в конце палеогена с максимальными поднятиями «герцинского Урала» (зона Восточно-Уральского рифта). Однако подобные изменения высот и плана расположения отдельных горных хребтов, как правило, не выходили за границы основного горного сооружения, что не может не рассматриваться как общий показатель весьма длительного (в данном случае почти весь фанерозой) развития тектонических процессов в одном и том же регионе, хотя они были, конечно, прерывистыми.

Именно прерывистость развития тектонических и палеогеоморфологических процессов (смена горно-геосинклинальных условий режимом платформенных равнин) предопределила большое своеобразие современного рельефа подобных горных сооружений. Наиболее характерной чертой строения их рельефа, как известно, является сочетание высоко приподнятых сглаженных форм (поверхностей выравнивания) с разнообразными формами глубокого эрозионного расчленения.

Примерно такое же общее значение имеет анализ сводово-глыбовых гор с широким проявлением вулканизма, возникших в зонах соприкосновения крупных сегментов океанической и континентальной земной коры (горы северо-востока Сибири, Камчатки, Прихотья и др.) (второй тип). Широкое развитие вулканических форм рельефа, вплоть до образования крупных вулканических горных хребтов, является весьма характерной общей особенностью современного геоморфологического строения горных сооружений данного типа. Обращает на себя внимание и чрезвычайно сложное строение рельефа дна акваторий в данной зоне. Как указывалось (см. карты 54, 56), в пределах дальневосточных морей развит наиболее сложный комплекс форм подводного рельефа на территории СССР. Особенности морфологии и генезиса многих крупных элементов рельефа, наряду с активным проявлением сейсмических явлений, указывают на весьма неравновесное состояние отдельных частей дна акваторий в недалеком геологическом прошлом и в современный период.

Другая особенность строения рельефа горных систем Дальнего Востока заключается в последовательном «омолаживании» вулканических форм в сторону акватории Тихого океана, вплоть до активного современного проявления вулканизма в пределах единого Камчатско-Курильского хребта, большая поднимающаяся часть которого еще затоплена морем. Все это позволяет присоединиться к мнению исследователей (И. В. Мелекесцев, 1980 г.) и др., которые склонны связывать образование вулканогенных горных хребтов Дальнего Востока с крупными горизонтальными перемещениями огромных масс земной коры в зоне сочленения крупных литосферных плит (континентальной и океанической).

Подобный вывод с существенными оговорками по поводу региональных особенностей формирования горных сооружений, вероятно, может быть распространен и на некоторые сводовые, сводово-глыбовые горы с проявлением в рельефе складчатых деформаций, возникшие в пределах обширных мезозойских и кайнозойских геосинклинальных прогибов (восточная часть Большого Кавказа, Копетдаг, Карпаты, Верхоянский хребет и др.) (третий тип). Как известно, геолого-геофизическими исследованиями здесь установлены крупные региональные надвиги в осадочном чехле и разломы фундамента, а в современном рельефе преобладают узкие (линейные) антиклинальные хребты и синклинальные межгорные впадины. Многие хребты с резко асимметричным поперечным профилем располагаются в зонах регионального стыка обширных плит (Копетдаг) или крупных жестких массивов (Гиссаро-Алай) литосферы.

Допуская возможную значительную роль горизонтальных подвижек земной коры в формировании данных горных сооружений, необходимо все же указать, что процесс формирования гор в этих районах не был повторением такового в пределах указанных выше горных систем Дальнего Востока. Слабое развитие или даже полное отсутствие вулканизма при одновременном сводово-глыбовом воздымании всей системы антиклинальных горных хребтов в пределах гор рассматриваемого типа наводит на мысль о ведущей роли, скорее всего боковых сжатий земной коры в их образовании.

Вероятно, имело место как бы «косое выталкивание» огромных масс земной коры, зажатых между жесткими плитами или массивами в сторону краевых прогибов. В отношении Копетдага это подтверждается аномально высоким залеганием поверхности Мохо в северной по-

ловине мегантиклинория; развитием регионального надвига вдоль его северного фаса при одновременном смещении максимальных высот многих горных хребтов и суммарных амплитуд их новейшего поднятия в том же северном направлении. Не исключено, что в подобных краевых зонах, характеризующихся резкими колебаниями мощностей земной коры, большую роль в формировании горных хребтов сыграли также гравитационно-тектонические процессы, что отмечалось Н. А. Флоренсовым (1965 г.) и другими исследователями для Прибайкалья и некоторых других горных областей СССР.

В самостоятельную категорию горных сооружений (четвертый тип) могут быть выделены обширные горные системы, отдельные части которых формировались существенно различными путями. В качестве единых горных систем их объединяет только указанный выше процесс общего преимущественно сводового воздымания земной поверхности. В целом это гетерохронные по времени и гетерогенные по происхождению отдельные крупных горных хребтов системы. Примером горных сооружений подобного типа на территории СССР может служить Кавказ.

Значительная часть горных хребтов Кавказа возникла скорее всего в результате активного общего сжатия геосинклинального прогиба в пределах Альпийской складчатой зоны и вызванных этим сжатием сводовых, сводово-глыбовых воздыманий земной поверхности. Именно такое происхождение имеют, вероятно, многие антиклинальные и моноклинальные горные хребты на северном склоне Большого Кавказа, что подтверждается, в частности, их общим воздыманием к наиболее приподнятой осевой зоне Кавказа. Однако в пределах крутого юго-восточного склона Большого Кавказа строение горных хребтов и их общее структурное положение очень сходны с указанными выше особенностями строения горных хребтов северного склона Копетдага. Это наводит на мысль о единстве процесса образования горных хребтов в данных районах, т. е. в результате активного горизонтального перемещения земной коры. В центральной части Большого Кавказа, особенно в пределах Дзирульского массива, по данным Л. Ц. Маруашвили (1972 г.), развиты формы рельефа, сходные с рельефом Тянь-Шаня и других «возрожденных» гор, тогда как большая часть территории Малого Кавказа в генетическом отношении может рассматриваться в качестве обширного вулканического нагорья.

Весьма своеобразную категорию современных горных сооружений на территории СССР образуют горы в пределах рифтовых зон (области новейшего рифтогенеза на карте 56) (пятый тип). Это преимущественно сводово-глыбовые горы, но возникшие, как это показано в ряде работ [14 и др.], в процессе новейшей инверсии древних рифтовых зон — общего воздымания и одновременного растяжения обширных участков земной коры. Типичны в этом отношении многие горные хребты Северного Прибайкалья и юго-западной части Забайкалья (район Тункинской впадины). К горам этого типа предположительно можно отнести и большую часть горных хребтов юго-восточной части Забайкалья (более древняя мезозойская рифтовая зона), в строении которых наблюдаются многие признаки, свойственные горам рассматриваемого типа. Не исключено, что и Становой хребет также является продолжением новейшей рифтовой зоны Северного Прибайкалья.

В распространении горных сооружений, сопряженных с рифтовыми зонами, намечаются определенные закономерности. Во-первых, многие горные хребты как бы сопровождаются сводово-глыбовыми нагорьями или плоскогорьями, испытывающими общее поднятие в сторону рифтовой зоны. Примерами могут служить Патомское нагорье, Алазейское и Оймяконское плоскогорья, располагающиеся вдоль внешнего края соответственно Байкальской и Момской рифтовых зон. Во-вторых, основные рифтовые зоны (Монголо-Охотская и Момская) под острыми «углами» подходят к обширному меридиональному поясу отмеченных выше вулканических гор Чукотки, Прихотья и Приморья. Некоторые ис-

следователи [14] допускают даже возможность связи Момской зоны с подводным хребтом Гаккеля в пределах акватории Северного Ледовитого океана.

Указанные закономерности расположения крупных форм рельефа, очевидно, могут получить различное толкование, но в любом случае они указывают на процесс сводового поднятия, имевший место при образовании рифтовых горных сооружений, а также различное время образования указанных выше рифтовых зон и дальневосточного вулканогенного пояса. Судя по более древнему возрасту поверхностей выравнивания за пределами Тихоокеанского сектора [29], многие вулканические хребты Чукотки и Дальнего Востока, особенно развитые вблизи побережья окраинных морей Тихого океана и на Камчатке, возникли, вероятно, позднее образования восточных частей Байкальской и Момской рифтовых зон.

К самостоятельной категории горных сооружений на территории СССР должны быть отнесены глыбовые горы, возникшие в условиях преобладавших блоковых поднятий (шестой тип). В структурно-генетическом отношении они могут быть подразделены на три основных подтипа: а) возникшие вследствие активизации (поднятия) крупных интрузивных тел (Хибины, отдельные горные массивы Центрального Казахстана и др.); б) возникшие в краевых частях плит на границе с крупными глубокими впадинами, вероятно, вследствие нарушения изостатических равновесий в земной коре в резко контрастных тектонических зонах (Крымские горы на границе с Черноморской впадиной, Большой Балхан на границе с Западно-Туркменской впадиной и др.); в) остаточные горные массивы, сохранившиеся в пределах поясов древнейшей складчатости, испытавшие слабые новейшие подвижки (Султанунздаг, изолированные низкогорные массивы в пределах Центральных Кызылкумов, Западной Чукотки, Таймыра и др.).

В тесной связи с процессом формирования горных сооружений происходило образование многих предгорных зон, в частности поясов холмогорий, которые в некоторых районах Советского Союза достигают значительной ширины и протяженности (см. карту 56). Они протягиваются вдоль крупных горных сооружений. В структурном отношении холмогорья чаще всего соответствуют краевым приподнятым частям предгорных прогибов и крупных межгорных впадин; реже — низким краевым частям гор. Высоты и степень общей расчлененности рельефа в пределах всех холмогорий нарастают в направлении гор, что позволяет связывать процесс их образования с вовлечением предгорных зон в сводовые или сводово-глыбовые воздымания краевых частей горных сооружений.

Ширина поясов холмогорий и общий характер их рельефа существенно зависят от главных особенностей тектонического сочленения гор и предгорных прогибов. Там, где это сочленение происходит посредством региональных надвигов, флексур или разломов, развиты, как правило, узкие пояса холмогорий, а в их рельефе преобладают невысокие сильно разобщенные гряды и холмы, соответствующие в большинстве случаев молодым антиклинальным складкам в четвертичных или верхнеплиоценовых отложениях.

В региональном структурном плане они соответствуют в основном крутым приподнятым частям краевых предгорных прогибов или крупных межгорных впадин (южный борт Предкопетдагского прогиба, северный борт Кура-Араксинской депрессии и др.). Напротив, в зонах относительно пологого сочленения гор и окружающих их впадин ширина поясов холмогорий и низких предгорных хребтов значительно увеличивается, в рельефе преобладают асимметричные пологие гряды и низкие куэстообразные хребты, развитые как в предгорных зонах, так и на прилегающих к ним сниженных участках гор (северо-западный склон Большого Кавказа, многие участки предгорных байров в Средней Азии и др.).

Можно предположить, что указанные особенности строения холмогорий отражают региональные различия в процессе формирования прилегающих горных сооружений. В первом случае напрашивается вывод о вероятном существенном горизонтальном перемещении горного сооружения — его надвиге на краевой прогиб; во втором случае — о преобладавшем вертикальном поднятии гор.

Таким образом, результаты составления многих карт атласа и сопоставления их с геолого-геофизическими материалами свидетельствуют о большем разнообразии основных путей формирования рельефа горных и предгорных областей на территории СССР. Это касается не только происхождения крупных форм рельефа современной земной поверхности, но, вероятно, и всего процесса формирования горных сооружений по крайней мере на протяжении позднего фанерозоя, когда в ряде областей СССР происходила смена одних генетических типов гор другими. Наглядным примером в этом отношении может служить история формирования рельефа Урала. Как указывалось, в конце герцинского этапа (до эпохи региональной пенепленизации в мезозое) образование многих горных хребтов Урала, главным образом в его современной восточной части, было тесно связано с процессом инверсии (общего поднятия) обширной рифтовой зоны, тогда как на новейшем (послемезозойском) этапе главную роль в формировании гор стали играть сводовые поднятия ранее консолидированных или срезанных денудацией горных краев. Аналогичный процесс формирования крупных горных хребтов намечается в Тянь-Шане, Алтае и некоторых других горных странах.

Большое разнообразие генетических типов гор и предгорных областей на территории СССР наводит на мысль о целесообразности использования различных геотектонических концепций — теории геосинклиналей и глобальной тектоники плит — при объяснении происхождения крупных форм рельефа и истории его формирования. Едва ли указанные концепции в решении данного вопроса существенно противостоят друг другу.

Исходя из больших региональных различий в строении и истории развития горных областей СССР, можно высказать предположение о большой роли крупных неоднородностей первичного строения земной коры в формировании горных сооружений. Подобный взгляд в отношении закономерностей развития земной коры, как известно, высказывался акад. В. И. Вернадским. Он получил развитие в трудах акад. А. Л. Яншина и его последователей, в частности при выделении Индо-Атлантического и Тихоокеанского сегментов земной коры, в пределах которых существенно различными были ритмы складчатости, поднятий и опусканий земной коры, трансгрессий и регрессий.

Представлению о ведущей роли крупных неравномерностей первичного строения земной коры в формировании обширных горных сооружений на территории СССР, как современных, так и существовавших в минувшие геологические эпохи, мы склонны отдать предпочтение перед другими тектоническими концепциями. Конечно, вопрос этот дискуссионный; механизм влияния отдельных подобных неравномерностей структуры земной коры на рельеф практически не изучен. Но, вероятно, он имел широкое распространение в истории развития планеты. Иначе — с точки зрения какой-то единой для всего земного шара гипотезы образования гор (например, только в свете представлений глобальной тектоники плит) практически невозможно объяснить большое разнообразие генетических типов горных сооружений на территории СССР и существенные, можно сказать коренные, различия в истории формирования рельефа отдельных горных стран.

Рассмотрим общие условия формирования древних платформенных равнин и плато различного генезиса, показанных на региональных геоморфологических картах атласа. Как видно из сводной карты 56, на территории СССР в пределах суши может быть выделено не менее 12 крупных районов, в которых процессы формирования денудационных

или аккумулятивных равнин и плато были отмечены определенным своеобразием тектонических и геоморфологических (экзогенных) процессов.

В целом они могут быть сгруппированы в денудационные равнины, возникшие в условиях различного проявления восходящих движений земной коры, и древнеаккумулятивные равнины, формировавшиеся в основном в условиях преобладавших опусканий земной коры, частью относительных. Особо в этих группах должны быть выделены: пенеплены; сложные по строению денудационно-аккумулятивные так называемые полигенетические равнины; равнины, первичный денудационный или аккумулятивный рельеф которых подвергался значительному последующему преобразованию под воздействием крупных изменений палеогеографической обстановки главным образом материковых четвертичных оледенений или общей аридизации климата на обширных пространствах.

Вряд ли необходимы дополнительные разъяснения генезиса и классификации большинства указанных типов равнин (см. карту 56) к тем, которые были даны в основных региональных разделах записки при характеристиках геоморфологических карт. Однако целесообразно пояснить возможные причины общих закономерностей, намечающихся в региональном распространении и строении равнин и плато определенного генетического типа, в частности пенепленов, денудационно-аккумулятивных полигенетических равнин, пластовых (остаточных аккумулятивных) плато.

Уже неоднократно многими исследователями [29, 37 и др.] доказывалась целесообразность выделения пенеплена как особого типа равнины, несовместимого с обычным определением понятия «денудационная или эрозионно-денудационная равнина». Пенеплен — это крайне своеобразная реликтовая денудационная поверхность, непременным условием образования которой была весьма длительная тектоническая стабилизация достаточно консолидированных участков земной коры при одновременном развитии преимущественно теплых и влажных климатов, способствовавших глубокому денудационному срезу. Именно поэтому пенеплены не так уж часто встречаются на современной земной поверхности или в погребенном состоянии, а их выделение и изучение имеют большое научное и прикладное значение, что подтвердилось, в частности, при составлении сводной Карты поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР м-ба 1:2 500 000 [18].

Анализ пространственных закономерностей распространения пенепленов на территории СССР подтверждает указанный выше вывод. Как видно из содержания многих региональных карт атласа и сводной карты 56, формирование пенепленов, выраженных в современном рельефе земной поверхности, происходило главным образом в пределах щитов и древних консолидированных орогенов в эпохи, которые были отмечены в основном развитием теплых и влажных тропических климатов.

Несомненно, заслуживает внимания вопрос о закономерностях пространственного размещения и основных причинах образования единых по высоте денудационно-аккумулятивных (полигенетических) равнин. Они не только широко развиты на современной земной поверхности, но, как неоднократно указывалось выше, часто возникали в минувшие геологические эпохи, а затем были уничтожены.

В современном рельефе земной поверхности многие равнины и плато этого типа, имеющие по большей части палеогеновый или неогеновый возраст, как бы окаймляют относительно приподнятые участки древних щитов фундамента и сводов осадочного чехла (Украинский, Алданский щиты, Волго-Уральский свод и др.). Некоторые равнины примыкают к поясам холмогорий и наклонных предгорных плато, как бы намечая собой дальнейшее продолжение этих форм рельефа в сторону центральных частей крупных внутрислатформенных впадин (Ставропольская возвышенность, Приобское и Приленское плато и др.).

В тех же направлениях происходит постепенное снижение поверхности и замещение денудационных участков рельефа древнеаккумулятивными — вначале континентальными, а затем остаточными первично-морскими равнинами, что особенно четко выражено на склонах щитов и крупных сводообразных, валообразных поднятий осадочного чехла (южный склон Украинского щита, юго-восточная часть Русской плиты, западные и южные районы Вилуйской синеклизы и многие другие).

Все эти данные наводят на мысль о решающей, по-видимому, роли косых региональных поднятий земной коры в происхождении равнин рассматриваемого типа, на что ранее не обращалось должного внимания. Поскольку данные равнины занимают обширные площади на территории СССР, составляя, пожалуй, главные особенности строения современного рельефа многих районов (см. карту 56), косые региональные поднятия земной коры, очевидно, можно рассматривать в качестве одного из ведущих тектонических процессов формирования платформенных равнин на территории СССР.

Остаточные аккумулятивные плато представляют собой очень своеобразные по происхождению формы рельефа. В отличие от структурно-денудационных плато и равнин, плоский рельеф которых во многом обязан определяющему влиянию литологического фактора — развитию на земной поверхности плотных так называемых бронирующих пластов, в пределах плато выделяемого типа он представляет собой по существу реликтовую аккумулятивную поверхность, слабо измененную последующими процессами. Ярким примером в этом отношении может служить большая часть территории плато Устюрт, сложенного с поверхности почти горизонтально залегающими среднемиоценовыми морскими известняками, кровля которых не несет сколько-нибудь существенных следов последующего размыва.

Весьма своеобразны структурные и тектонические условия образования подобных форм рельефа. Большинство из них возникло на месте обширных пологих впадин и прогибов осадочного чехла вследствие общей инверсии тектонического движения в этих районах — смены опусканий поднятиями. Подобный процесс происходил, вероятно, достаточно быстро, иначе поднимавшаяся аккумулятивная поверхность была бы полностью или на значительной площади «освоена» эрозией, т. е. размыва.

Итак, основные результаты изучения крупных форм рельефа современной земной поверхности, вкупе с изложенными выше особенностями палеогеоморфологического развития отдельных регионов СССР, подтверждают представление о весьма неоднородном проявлении геолого-геоморфологического процесса. Именно это обстоятельство, очевидно в первую очередь, следует учитывать при разработке глобальных геоморфологических и геотектонических концепций. В методологическом отношении оно, пожалуй, больше согласуется с теорией неповторимого геосинклинального развития отдельных крупных сегментов литосферы, хотя этим, конечно, не исключается возможность значительных горизонтальных перемещений обширных участков суши и дна моря в геологическом прошлом.

В подобном развитии геоморфологического процесса, как указывалось выше, очень важная, может быть даже определяющая роль, принадлежит, вероятно, влиянию на рельеф крупных неоднородностей первичного строения земной коры. Значительное разнообразие генетических типов основных горных сооружений на территории СССР, большая «самобытность» (неповторимость в региональном и историко-геологическом аспектах) процесса формирования рельефа отдельных областей СССР, связь этого процесса с региональными особенностями строения крупных участков литосферы, хорошо ощутимая в пределах платформенных равнин — вот те, пожалуй, главные закономерности геоморфологического строения территории СССР, которые позволяют сделать указанные выше предположения.

В распространении крупных форм палеорельефа и коррелятивных ему отложений наблюдается общая закономерная связь. В минувшие геологические эпохи многие относительно приподнятые плато и слабо расчлененные сглаженные участки денудационных равнин выступали как области преимущественного накопления элювиальных образований. В пределах широкого распространения расчлененных склонов и речных долин происходило накопление главным образом резко изменчивых по мощности и составу делювиальных, пролювиальных, аллювиальных и других отложений, а в обширных слабо расчлененных понижениях формировались преимущественно мелкозернистые озерно-аллювиальные, дельтовые и другие осадки повышенной мощности, в том числе органогенные и хемогенные.

Подобная общая закономерность в распространении палеорельефа и терригенных отложений в общих чертах существовала, вероятно, почти во все континентальные эпохи, что подтверждает анализ региональных карт атласа. Однако, как видно из содержания тех же карт, она не была строго постоянной во времени и пространстве. В этом отношении могут быть выделены эпохи развития рельефа, когда в различных районах Советского Союза преобладали как определенные типы осадконакопления, так и различные, но закономерные формы связи между рельефом и осадками. В целом они могут быть подразделены на эпохи преобладавшего выравнивания (сглаживания) или преобладавшего расчленения рельефа. Одновременно намечается определенная эволюция в сопряженном развитии процессов рельефообразования и осадконакопления применительно ко всему или части фанерозоя в зависимости от степени изученности палеорельефа отдельных регионов.

Эпохи преобладавшего выравнивания рельефа и осадконакопление

Существование ряда глобальных или региональных эпох выравнивания рельефа в истории Земли, как известно, является доказанным общим положением. Известны исследования, ставящие себе целью корреляцию подобных эпох применительно ко всей территории СССР [29] или отдельным континентам [42] и др. В процессе составления карт атласа изучению древних эпох денудационного выравнивания и сопряженного с ним осадконакопления, как указывалось, уделялось очень большое внимание. Анализ региональных материалов позволяет сделать в этом отношении следующие общие выводы.

Определенно намечается значительное разнообразие основных способов (и, вероятно, механизмов) выравнивания рельефа обширных территорий в минувшие геологические эпохи. Из сопоставления многих региональных карт видно, что общее сглаживание рельефа происходило под воздействием как денудационных, так и аккумулятивных процессов. С этой точки зрения для различных по времени эпох континентального развития могут быть выделены два основных типа соотношения процессов денудационного выравнивания и осадконакопления: 1) образование сильно сглаженных денудационных поверхностей типа пенеплена с одновременным накоплением в их пределах мощной остаточной коры выветривания и других отложений ее формации; 2) образование единых по региональному гипсометрическому уровню, но существенно различных по строению своих отдельных участков так называемых полигенетических равнин или поверхностей выравнивания, возникновение которых происходило при одновременном широком участии процессов денудации и аккумуляции.

Тесная связь между денудационными равнинами типа пенеплена и мощными химическими корами выветривания прослеживается практически на всех составленных картах; отмечена она во многих других работах по территории СССР и зарубежным территориям [28, 29 и др.].

Известно, что дискуссионному обсуждению подвергается вопрос о соотношении во времени процессов пенеппенизации и корообразования. Результаты составления многих карт атласа, особенно для эпох континентального развития, отмеченных на территории СССР процессами мощного корообразования — раннепалеозойских, мезозойских, палеогеновых, дают достаточно определенный ответ на этот вопрос: развитие процессов денудационного выравнивания рельефа по типу образования пенеппена и накопления мощных кор выветривания протекало синхронно на протяжении различных эпох фанерозоя и, вероятно, позднего докембрия.

В этом убеждают прежде всего приведенные в региональных разделах данные об обогащении всего разреза коррелятивных отложений (развитых вблизи участков древних пенеппенов с корами выветривания) высокозрелыми глинистыми минералами (чаще всего каолинит) и о присутствии в ряде районов, преимущественно на склонах Балтийского, Украинского, Казахского щитов, Воронежского кристаллического массива, в мезозойских и мел-палеогеновых впадинах Алтай-Саянской области, на Сибирской платформе и во многих других регионах СССР, ряда горизонтов перетолженной коры выветривания как в верхних, так и в нижних горизонтах разреза этих отложений.

О синхронном развитии процессов денудационного выравнивания и мощного корообразования косвенно свидетельствуют также данные о возможной продолжительности этих процессов применительно к денудационной равнине типа пенеппена и развитой на ней мощной (порядка 100—150 м) каолиновой коры выветривания полного профиля. В обоих случаях она оказалась приблизительно равной и оценивается примерно в 10—20 млн. лет [29].

Составленные карты подтверждают вывод о существовании в истории геологического развития территории СССР не менее пяти крупных этапов, когда обширные и существенно различные по геологическому строению отдельных районов пространства были охвачены единым процессом общего денудационного сглаживания рельефа и формирования мощной коры выветривания. Применительно к территории Русской платформы, отдельным районам Сибирской платформы это позднекарибский, ранне-среднедевонский, раннекаменноугольный, раннемезозойский и позднемезозойский — среднепалеогеновый этапы. Для многих других обширных регионов СССР (Урал, Западная Сибирь, Центральный Казахстан, Средняя Азия, Алтай-Саянская область, восточные районы Сибири и др.) они наиболее достоверно устанавливаются с раннего или позднего мезозоя, что объясняется недостаточной пока изученностью древнейших (домезозойских) эпох выравнивания рельефа и формирования кор выветривания в этих регионах.

Анализ многих региональных карт атласа не оставляет сомнений в том, что распределение остаточной коры выветривания и продуктов ее ближнего переноса в эпохи континентального развития зависело от отдельных элементов рельефа пенеппенов. В общем виде это подтверждается приуроченностью мощных разрезов коры выветривания полного профиля преимущественно к предельно сглаженным участкам пенеппенов, слабо перемещенных кор — к пологим склонам и понижениям поверхности пенеппенов.

Различные частные особенности проявления процессов осадконакопления в эпохи формирования единых по возрасту денудационно-аккумулятивных (полигенетических) равнин выявляются при детальном рассмотрении карт атласа. В качестве наиболее общих закономерностей синхронного развития этих процессов, получивших отражение на составленных картах, намечаются следующие: 1) накопление значительных по мощности и площади распространения преимущественно мелкозернистых осадков в периоды частных (относительно к выделяемому региону) трансгрессий; 2) накопление в периоды трансгрессий преимущественно дельтовых, озерных и озерно-аллювиальных осадков

на суше, карбонатно-терригенных, реже хемогенных, осадков в мелко-водной зоне шельфа; 3) большое влияние на процессы осадконакопления ранее сложившихся крупных форм палеорельефа; 4) менее значительное в целом накопление кор выветривания на участках денудационных равнин, парагенетически связанных с аккумулятивными равнинами, по сравнению с указанными выше эпохами региональной пене-пленизации.

Основная причина накопления мелкозернистых дельтовых или озерно-аллювиальных осадков преимущественно в периоды частных трансгрессий определена ослаблением эрозии в связи с подтоплением многих речных долин морем. Также легко объяснимо и ведущее влияние крупных форм палеорельефа на распространение различных генетических типов континентальных отложений, например, интенсивное накопление озерно-болотных осадков в ранневизейскую эпоху в пределах Подмосковского буроугольного бассейна, который представлял собой в то время слабо дренируемую практически замкнутую впадину, и т. д.

Важно подчеркнуть, что подобные зоны осадконакопления тяготели в основном либо к крупным впадинам с устойчивой тенденцией к опусканию, либо к склонам крупных впадин или поднятий (Украинский щит, Волго-Уральский свод, западный склон Лено-Вилюйской впадины и др.). При этом в длительно формировавшихся замкнутых или полузамкнутых понижениях накапливались в значительной мере глинистые органогенные или хемогенные (в основном в лагунах) осадки; на прилегающих к ним пологих склонах — преимущественно суглинисто-песчаные или чисто псаммитовые пролювиальные, аллювиально-дельтовые осадки, что хорошо видно из содержания большинства карт атласа (см., например, карты по территории юго-западной части Русской платформы 8—11).

Указанные региональные различия в составе осадков во многом предопределялись также ранее охарактеризованными общими тенденциями развития палеорельефа. В частности, проявление тенденции к неустойчивому в целом развитию рельефа на склонах многих крупных поднятий или впадин способствовало в этих областях формированию существенно различных по составу осадков в различные по времени эпохи.

Несомненно, что в периоды широкого образования денудационно-аккумулятивных полигенетических равнин продолжалось активное формирование мощной коры выветривания, особенно в теплые и влажные климаты. Однако, судя по содержанию карт, эти процессы протекали в такие периоды неравномерно.

Как и прежде, они были сосредоточены в основном в районах развития относительно приподнятых массивов денудационных равнин главным образом типа пенеплена, что подтверждается, например, данными о накоплении мощной раннекаменноугольной коры выветривания на пенеплене Воронежской антеклизы при одновременном широком накоплении озерно-болотных или аллювиально-дельтовых осадков в рядом расположенных понижениях Московской синеклизы и Днепровско-Донецкой впадины (см. карту 6).

Из этой и ряда других карт атласа видно отсутствие подобной коры выветривания на более молодых денудационных поверхностях, примыкающих непосредственно к областям аккумуляции рыхлых осадков; исследованиями здесь установлены в основном маломощные часто переотложенные коры выветривания. Причина данной закономерности еще не совсем ясна. Возможно, она заключается в относительной кратковременности формирования многих полигенетических равнин (по сравнению с пенепленом), когда довольно быстрые изменения рельефа, связанные с развитием частных (локальных) трансгрессий на склонах многих крупных поднятий и впадин, неоднократно прерывали начавшийся процесс мощного корообразования.

Процессы эрозионного расчленения, охватывавшие в ту или иную эпоху обширные регионы на территории СССР, в целом не способствовали осадконакоплению в этих регионах. Однако было бы большим упрощением рассматривать данные эпохи только как эпохи выноса рыхлого материала за пределы рассматриваемых в атласе регионов.

Как показывает сравнительный анализ карт, составленных для разных эпох континентального развития, процессы осадконакопления в том или ином крупном регионе СССР практически никогда не прерывались полностью, но степень их развития была, конечно, существенно различной. В этом отношении все эпохи установленного преобладавшего расчленения рельефа можно подразделить на две основные категории: а) интенсивного эрозионного расчленения и крайне ограниченного осадконакопления; б) умеренного или слабого (в отдельных районах) эрозионного расчленения и накопления осадков на достаточно обширных площадях.

Примером эпох первой категории может служить плиоценовая (предьямальское время) эпоха развития Западно-Сибирской плиты, когда практически на всей этой огромной территории преобладали процессы глубинной эрозии, исключая пологие участки междуречных пространств, а накопление рыхлого преимущественно слабо отсортированного материала (в основном кварцевые пески и галечники) совершалось на очень ограниченной площади (см. карту 32).

Примерами эпох второй категории могут служить ранне-среднеюрская эпоха (предкелловейское время) развития Русской плиты и миоценовая эпоха на территории Сибири и Дальнего Востока. Из содержания карт 7 и 53 видно, что одновременно с процессом преобладавшего расчленения рельефа — формирования эрозионно-денудационных равнин, речных долин или наклонных денудационных равнин типа педиплена (на Дальнем Востоке) — происходила значительная аккумуляция рыхлых отложений преимущественно в прибрежно-морских зонах или крупных замкнутых понижениях на поверхности слабо расчлененных эрозионно-денудационных равнин.

В целом на большей части территории СССР преобладали процессы умеренного или слабого расчленения рельефа, исключая, конечно, области активного горообразования. Такой вывод следует из сопоставления многих карт атласа, при составлении которых наряду с обширными пространствами расчлененных или слабо расчлененных (плоских) эрозионно-денудационных равнин были восстановлены и площади довольно значительного накопления рыхлых континентальных отложений различного генезиса и состава. Устанавливается, что накопление осадков в подобные эпохи рельефообразования происходило в основном по тектоническим понижениям рельефа, что подтверждает ведущую в целом роль крупных тектонических структур в осадконакоплении.

Указанные выше эпохи интенсивного эрозионного расчленения и одновременно слабого осадконакопления по их количеству и продолжительности в фанерозое были ограничены. Однако, что весьма примечательно, подобным процессом в одну и ту же эпоху (например, средний плиоцен) были охвачены огромные пространства территории СССР: в Европейской части, Западной Сибири, Средней Азии, Восточной Сибири и других регионах. Основная причина его возникновения точно не установлена. Существуют предположения; что подобное глобальное расчленение рельефа было вызвано значительным падением уровня Мирового океана, в основе которого лежали либо тектонические (общие поднятия), либо климатические изменения.

*Некоторые общие черты эволюции
процесса синхронного развития рельефа и осадконакопления*

Сопоставление всего комплекта региональных карт атласа позволяет убедиться в наличии не только тесных связей, существовавших в различные эпохи между рельефом и отложениями, но и в достаточно четко выраженной эволюции процесса синхронного рельефообразования и осадконакопления. Например, на Урале это выражается в последовательном замещении эпох региональной пенепленизации и мощного корообразования, существовавших в мезозое, эпохами преобладавшего расчленения рельефа и ограниченного накопления преимущественно грубозернистых осадков в позднем кайнозое, исключая области, лежащие за пределами горной страны.

Наиболее полно эволюция рассматриваемого процесса может быть прослежена на примере центральных и восточных областей Русской плиты и Воронежской антеклизы, для которых составлены комплекты карт с охватом различных по времени эпох фанерозоя, а также для позднерифейской эпохи. Сопоставление карт позволяет уловить следующую наиболее общую направленность в развитии рельефа и накопления коррелятных ему отложений от эпохи к эпохе.

В позднем рифее в связи с преобладавшим формированием обширных слабо расчлененных плато и денудационных равнин и разобщенных, но весьма глубоких эрозионно-тектонических впадин процессы осадконакопления на суше, во-первых, были существенно ограничены по площади (указанными впадинами), во-вторых, в связи с крупными перепадами высот местности в районах впадин выражались главным образом в накоплении мощных толщ грубозернистых осадков. Лишь в прибрежно-морской зоне на востоке Волго-Уральской области происходило накопление терригенно-карбонатных осадков, однако, сильно перемежающихся в разрезе по строению отдельных толщ.

Обращает на себя внимание и весьма своеобразный состав многих отложений терригенного верхнерифейского комплекса, для которого, как указывалось, типичны толщи слабоокатанных галечников и валунов, грубых аркозовых песков, свежие не затронутые процессом выветривания и практически не окатанные мелкие обломки или отдельные зерна кристаллических пород — обстоятельство, указывающее в целом на слабую транспортировку материала и слабое развитие процессов выветривания на водоразделах.

Таким образом, в целом создается впечатление большого своеобразия процесса синхронного развития рельефа и осадконакопления в позднерифейскую эпоху на Русской платформе. Как указывалось в региональном описании, это был скорее всего процесс эрозионно-тектонического расчленения глубокими разобщенными впадинами (грабенами) обширного пенеплена, совершавшийся в малоблагоприятной для выветривания палеоклиматической обстановке, в условиях преобладавшего безусловного (в основном, вероятно, склонового) транспорта рыхлого терригенного материала, сильно ограниченного по площади своего накопления грабенообразными понижениями рельефа.

Близкая по основным своим чертам общая обстановка рельефообразования и осадконакопления продолжала существовать, по-видимому, в начале палеозоя, что видно из содержания карты, составленной для ранне-среднедевонской эпохи (карта 5), и приведенного к ней описания. Различие заключалось лишь в том, что процессы накопления рыхлого материала были еще более ограничены по площади (в связи с общим воздыманием дна позднерифейского моря на востоке Волго-Уральской области и превращением этой территории в высокоподнятую сушу).

Однако в середине палеозоя, в раннекаменноугольную эпоху, общая обстановка рельефообразования и осадконакопления, как неоднократно указывалось выше, резко изменилась в сторону возникновения и активного формирования большого разнообразия форм рельефа и со-

пряженных с ними отложений (мощной коры выветривания и различных по генезису других терригенных толщ).

Общей чертой сопряженного процесса рельефообразования и осадконакопления в данную эпоху, как видно из содержания соответствующей карты (карта 6) и ее описания, было формирование преимущественно мелкозернистых часто высокозрелых осадков, при их большом подчинении (по различным особенностям строения терригенных толщ) отдельным формам рельефа. Применительно к данной эпохе можно говорить по существу о своеобразном «литологическом выражении» многих геоморфологических процессов, таких, например, как сопряженное развитие раннекаменноугольного пенеплена и мощной коры выветривания; накопление сильноглинистых гумусированных осадков с торфяниками преимущественно в замкнутых озерных и озерно-болотных впадинах Подмосковского буроугольного бассейна; формирование достаточно хорошо «промытых» песчаных толщ в пределах дельтовых и аллювиально-дельтовых равнин Волго-Уральской области и Прикамья, изобильовавших многочисленными протоками и рукавами, и т. д.

Наметившийся на Русской плите в середине палеозоя процесс значительного усложнения форм рельефа и формирования более сложного комплекса коррелятных ему отложений с той или иной степенью общего усиления или ослабления этих процессов продолжался практически на протяжении всего мезозоя и захватывал частично палеоген. Карты, составленные для мезозойских и раннекайнозойских эпох, позволяют распространить этот вывод на многие другие регионы Советского Союза, т. е. придать ему более широкое значение. Конечно, этот процесс не был строго однородным на всем своем протяжении и по всей территории СССР. Выделялись, например, отдельные эпохи усиления выравнивания рельефа и корообразования в раннем мезозое (Урал, Казахский щит и др.), в раннем мелу (Тургайский прогиб, Урал, Средняя Азия, Алтай-Саянская область, Украинский щит и др.), в палеогене (в основном районы Сибири и Дальнего Востока) и т. д. Но в целом, и это следует подчеркнуть, многие ведущие процессы синхронного развития рельефа и осадконакопления на протяжении мезозоя и раннего кайнозоя обладали отмеченными выше общими чертами.

Новый, по существу коренной, перелом в развитии этих процессов наступил в неогене, на значительной части территории СССР с миоцена. Это хорошо видно из содержания многих карт атласа, составленных для кайнозойских эпох рельефообразования и осадконакопления.

В целом для неогеновых эпох развития рельефа были характерны: прогрессивно нараставший во времени процесс расчленения рельефа и как следствие усложнение геоморфологического строения отдельных районов за счет появления в рельефе новых по возрасту и генезису форм; менее активное развитие процессов глубокого химического выветривания, исключая отдельные в целом небольшие районы (юго-западный Кавказ, Приморье и др.); крупные изменения климата, существенным образом сказавшиеся на процессах формирования рельефа и осадконакопления (формирование ледниковых, ледниково-морских отложений и форм рельефа и др.).

Наиболее общим следствием всех этих влияний с точки зрения общей эволюции процесса рельефообразования и осадконакопления было формирование более сложного в генетическом отношении комплекса форм рельефа и коррелятных ему отложений по сравнению с многими древними эпохами фанерозоя.

Таким образом, процесс неоднократного расчленения или выравнивания рельефа с соответствующими ему типами осадконакопления (см. выше) в ходе общей эволюции типов рельефообразования и литогенеза на территории СССР в фанерозое был отмечен определенными чертами направленного развития. Путем сравнительного анализа всего комплекта карт атласа намечаются по крайней мере три самостоятельных крупных этапа (или мегацикла) этого процесса: позднерифейский — раннепалеозойский, мезозойско-палеогеновый и неогеновый.

Об основном содержании и различиях этих этапов говорилось выше. Здесь подчеркнем, что данный вывод согласуется в целом с представлением многих литологов, в частности акад. Н. М. Страхова [40], о существовании определенной направленной эволюции основных типов литогенеза в истории Земли. Карты атласа не только подтверждают этот вывод, но, как указывалось выше, позволяют уточнить ряд особенностей эволюции процесса литогенеза континентальных образований с точки зрения оценки влияния рельефа на формирование определенных генетических типов осадков.

Выявлению основных причин общей эволюции процессов рельефообразования и литогенеза в истории Земли, как известно, посвящено много работ как в СССР, так и за рубежом. Большинство исследователей сходится на мнении, что в основе прогрессивно нарастающего усложнения рельефа и многих типов континентального осадконакопления на территории СССР лежат тектонические причины — непрерывное нарастание общего темпа и дифференциации тектонических движений в фанерозое. Одновременно допускается большое влияние климатического фактора главным образом на изменение процесса осадконакопления. Результаты составления карт атласа, как указывалось выше, подтверждают эти общие положения.

ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

В приведенных выше описаниях к картам неоднократно приводились примеры влияния древнего рельефа на формирование экзогенных месторождений различных видов полезных ископаемых. В целом могут быть выделены районы и эпохи, когда это влияние было весьма значительным или практически не усматривается. Одновременно намечается общая связь между процессами рудонакопления и указанными выше основными закономерностями сопряженного развития процессов рельефообразования и осадконакопления. Рассмотрим эти вопросы применительно к оценке общих палеогеоморфологических условий формирования бокситов, древних (дочетвертичных) россыпей, угольных месторождений и неантиклинальных ловушек нефти и газа, в общем виде отраженных на соответствующих сводных схематических картах (карты 57—60).

Палеорельеф и формирование бокситовых месторождений (карта 57)

Установлено, что образование бокситовых месторождений на территории СССР прямо или косвенно было связано с процессом накопления мощной химической коры выветривания [9, 16]. По этой причине палеогеоморфологический фактор наряду с другими геологическими и палеоклиматическими факторами оказывал существенное влияние на процесс формирования бокситов.

Обзор фактического материала, использованного при составлении региональных карт, показывает, что это влияние осуществлялось в трех основных аспектах: 1) морфогенетическом, т. е. путем формирования закономерных связей между определенными формами древнего рельефа и типами бокситовых месторождений; 2) палеогеографическом (влияние рельефа на климат); 3) историко-геологическом или временном, т. е. путем установления определенных эпох рельефообразования, сопровождавшихся активным бокситонакоплением.

Как видно из карты 57, на территории СССР в различные по времени основные эпохи бокситообразования существовали довольно разнообразные связи между древним рельефом и формировавшимися промышленными залежами бокситов. Основные генетические типы бокситовых месторождений — остаточного, полигенного (латеритно-осадочного) и осадочного происхождения — локализовались в определенных палеогеоморфологических условиях.

С общей точки зрения на территории СССР могут быть выделены две главные категории форм древнего рельефа, в целом способствовавшие процессам бокситонакопления,— преимущественно сглаженные слабо расчлененные денудационные (типы пенеплена) или вулканогенные поверхности, а также разнообразные по происхождению субэральные аккумулятивные равнины.

Конкретное влияние палеорельефа на формирование бокситовых месторождений и рудопроявлений в пределах указанных его основных категорий осуществлялось через те или иные частные особенности его строения. Анализ региональных материалов, положенных в основу составления карт атласа, вскрывает следующие, пожалуй, наиболее типичные в этом отношении формы связи.

На пенепленах и вулканических плато наиболее благоприятные палеогеоморфологические условия для формирования бокситовых месторождений возникали на относительно приподнятых и существенно сглаженных, как правило, изолированных водораздельных массивах. В этих условиях возникали в основном месторождения остаточной группы, связанные с мощной корой выветривания латеритного профиля. На пологих склонах подобных массивов или в их подножии возникали месторождения осадочной группы в результате накопления близких дериватов коры выветривания.

Аккумуляция продуктов выветривания и накопление в них рудных тел значительной мощности чаще всего происходили в верховьях пологих балок и неглубоких оврагов или в зонах крутого перегиба склонов в основании водораздельных массивов или останцов. Подобные примеры неоднократно приводились при региональном описании карт. Наиболее показательными в этом отношении являются, пожалуй, данные о палеогеоморфологических условиях распространения бокситовых месторождений, связанных с раннекаменноугольной корой выветривания Воронежской антеклизы и Северо-Онежского бокситоносного района, где, как указывалось, отмеченные выше формы связи между рельефом и месторождениями подтверждены большим количеством данных бурения.

Основная причина указанной закономерности в целом достаточно ясна. Многие исследователи [9, 16, 27, 28, 29 и др.] справедливо полагают, что позитивное влияние древнего рельефа на накопление мощной коры выветривания и развитых на ней бокситовых залежей в пределах сильно сглаженных водораздельных массивов осуществлялось вследствие затрудненного поверхностного стока и, следовательно, повышенного дренажа пород на таких участках. Поскольку внутренние части пологих водораздельных массивов, как правило, не освобождались эрозией, здесь возникали благоприятные условия и для сохранения ряда месторождений, особенно в пологих понижениях водораздельных пространств, быстро перекрывавшихся новыми отложениями. В некоторой степени сходная благоприятная палеогеоморфологическая обстановка возникала в подножии склонов, опиравшихся на плоские поверхности, в связи с быстрым затуханием денудации и накоплением делювиальных толщ на подобных участках рельефа (так называемые подступные бокситы).

Ясно, что указанные выше процессы наиболее интенсивно протекали в условиях теплых и влажных климатов тропического типа, а наиболее мощные рудные тела (в остаточной коре выветривания) возникали на предельно сглаженных и значительных по площади водораздельных массивах пенепленов или вулканических плато. О влиянии карста на формирование месторождений в пределах подобных форм рельефа говорится дальше.

Значительная часть бокситовых месторождений СССР формировалась в палеогеоморфологической обстановке, связанной с образованием субэральных аккумулятивных равнин и денудационно-аккумулятивных так называемых прибрежно-морских равнин. Конечно, все это

были месторождения преимущественно осадочной группы, реже полигенные (латеритно-осадочные).

Между палеорельефом и месторождениями этой группы также существует довольно тесная генетическая связь. Конкретно, как указывалось, она выражается в приуроченности многих осадочных месторождений (или рудопоявлений) в пределах пролювиально-целювиальных, озерно-аллювиальных и других типов субаэриальных аккумулятивных равнин в основном к склонам речных долин и озерных котловин; в пределах приморских денудационно-аккумулятивных равнин — к лагунам, полуотчлененным заливам, карстовым формам рельефа в зонах кордильер и т. д. Примеры, подтверждающие указанную связь, неоднократно приводились при характеристиках карт, составленных для древних эпох формирования рельефа, отмеченных одновременно активным проявлением процессов бокситообразования (см., например, описания к картам 6, 25, 39, 42, 51 и др.).

Влияние карстовых форм рельефа на формирование месторождений было весьма значительным. Месторождения как глубокого, так и мелкого карста возникали на различных по происхождению формах рельефа там, где особенности состава и текстуры материнских пород, конкретные условия дренажа способствовали активному развитию процессов выщелачивания и осуществлялся вымыв значительных масс латеритной коры выветривания в открытые карстовые полости или эрозионно-карстовые долинообразные понижения. В силу этих причин характер расположения, глубина и общая конфигурация карстовых полостей во многом определяли мощность и размеры промышленных залежей бокситов. Примеры подобного влияния карстовых и эрозионно-карстовых форм рельефа на формирование бокситовых месторождений приводились при характеристиках ряда континентальных эпох — раннемеловой в Тургайском прогибе (карта 39), позднемеловой — раннепалеогеновой на территории Казахского щита и Алтай-Саянской области (карты 35, 47) и др.

Некоторые исследователи, как известно, допускают возможность дальнейшего «добокситивания» переотложенной коры выветривания в карстовых формах рельефа, в условиях теплых и влажных климатов. Палеогеоморфологический фактор в этом отношении, безусловно, играл только позитивную роль, так как глубокие, как правило, замкнутые и расположенные в условиях плоского рельефа открытые карстовые полости предохраняли вновь возникающие продукты выветривания от размыва.

В палеогеографическом аспекте с точки зрения взаимного влияния рельефа и климата на формирование бокситовых месторождений необходимо указать на связь ряда месторождений и рудопоявлений с прибрежно-морскими равнинами (девонские месторождения на восточном склоне Урала, раннекаменноугольные месторождения южной Ферганы и др.). Более высокая в целом увлажненность прибрежно-морских зон способствовала общей активизации всех тех процессов взаимосвязанного развития рельефа и формирования бокситов, о которых говорилось выше.

Однако рассматриваемый фактор, по-видимому, все же не играл определяющей роли в формировании бокситовых месторождений, поскольку их образование в благоприятных геологических и палеогеоморфологических условиях происходило на значительном удалении от морских бассейнов. Наглядными примерами могут служить мощные залежи бокситов в коре выветривания раннекаменноугольного пенеплена на Воронежской антеклизе, значительно удаленные от береговой линии ранневизейского моря; промышленные залежи боксита на сглаженных денудационных формах раннемезозойского и мел-палеогенового рельефа в юго-западной части Сибирской платформы, еще более удаленные от береговых линий соответствующих морей и др.

Не усматривается определяющее влияние только климатического фактора на формирование бокситовых месторождений и через колеба-

ния абсолютных высот рельефа, исключая, конечно, такие орографические преграды, как высокогорные сооружения типа кавказских или тьянь-шаньских гор. Происходило это, вероятно, потому, что подавляющее большинство бокситовых месторождений СССР формировалось в условиях преобладавшего равнинного рельефа, когда доступ теплым и влажным воздушным массам был открыт в значительно удаленные от акваторий внутренние районы палеоконтинентов. В этом убеждают результаты сравнительного анализа карт атласа с палеоклиматическими картами и схемами, составленными для эпох бокситонакопления [39 и др.].

В целом они показывают, что условия теплых и влажных тропических климатов — одно из необходимых условий активного корообразования и бокситонакопления — в различные по времени континентальные эпохи устанавливались на обширных территориях бокситоносных районов СССР с разнообразными по морфологии и генезису формами древнего рельефа равнин. В принципе этот вывод согласуется с результатами геоморфологических наблюдений в бокситоносных тропических районах Центральной Африки, Индии, Южной Америки, Индонезии и других стран, где, как известно, установлен весьма широкий интервал абсолютных высот залегания латеритных бокситов — от 300—500 до 1500—1800 м и более над уровнем моря.

Однако взаимосвязанное и очень большое влияние рельефа и климата на процесс бокситонакопления четко прослеживается в историко-геологическом аспекте. Особенно показательными в этом отношении являются указанные выше эпохи преобладавшего выравнивания, в частности региональной пенепленизации горных сооружений или формирования на обширных пространствах равнин слабо расчлененного, но существенного дифференцированного по относительным высотам и генезису рельефа. Именно в такой общей обстановке, как указывалось, складывались наиболее благоприятные палеогеоморфологические условия для формирования мощной коры выветривания и ее дериватов на значительной территории СССР. В сочетании с благоприятными геологическими (состав пород) и климатическими (условия тропического климата) факторами это приводило к региональному развитию процессов промышленного бокситонакопления.

Иначе говоря, результаты проведенной работы подтверждают общий вывод о том, что возникновение месторождений и рудопоявлений бокситов на территории СССР в целом было обязано совместному благоприятному сочетанию трех главных условий: податливых к выветриванию алюминийсодержащих пород; высоких среднегодовых температур и большего количества атмосферных осадков, обеспечивавших активное выветривание подобных пород; указанных выше морфогенетических типов рельефа, предопределявших глубокий дренаж алюмосиликатных пород и формирование того или иного типа месторождений остаточной или осадочной группы, а также их последующую сохранность.

Вывод об определяющей роли только одного из перечисленных факторов в развитии процессов промышленного бокситонакопления (такое мнение иногда высказывается в печати) вряд ли может быть признан правильным. Например, развитие в том или ином районе благоприятных пород, но в условиях засушливого холодного климата и сильно расчлененного рельефа не может обеспечить высвобождение больших масс глинозема из этих пород и их местное накопление в виде остаточных или полигенных (латеритно-осадочных и др.) месторождений.

То же самое можно сказать о других факторах, например, климатическом. Теплый и влажный тропический климат при отсутствии благоприятных пород или в условиях сильно расчлененного рельефа также не приведет к формированию промышленных накоплений боксита. В поисковых оценках особенно важен региональный подход, т. е. учет различных местных особенностей сочетания пород, рельефа и климата. При этом в условиях равнинного рельефа, пожалуй, более важен учет

литологического и палеогеоморфологического факторов, так как климат в подобных условиях менее подвержен существенным изменениям на значительной территории.

Благоприятное для бокситонакопления сочетание указанных выше факторов неоднократно наступало в истории геологического развития территории СССР. Поэтому многие исследователи справедливо ставят вопрос о существовании ряда эпох активного бокситонакопления [16].

Наиболее благоприятными для формирования бокситовых месторождений были эпохи региональной пенепленизации, сопровождавшейся, как правило, мощным корообразованием и формированием сглаженных денудационных форм рельефа. С учетом крупных изменений климата в сторону общего повышения термического режима и обилия осадков такие эпохи достаточно уверенно выделяются для раннего и среднего девона, раннего карбона, раннего мезозоя (в основном юрское время), позднего мезозоя и палеогена (в основном раннемеловое и позднемеловое — палеогеновое время). Намечаются и некоторые другие более древние или более молодые эпохи (см. карту 57), но степень изученности рельефа и климата того времени остается еще недостаточной, исключая, быть может, олигоцен-миоценовую эпоху накопления бокситоподобных пород на Сибирской платформе [19], в Приморье [27].

На карте 57 дана общая принципиальная оценка бокситоносных провинций и районов СССР с точки зрения основных палеогеоморфологических условий формирования бокситовых месторождений и палеогеоморфологических предпосылок их поисков. Даже из этой крайне схематической карты, которую следует рассматривать лишь как первую попытку в данном отношении, достаточно определенно намечаются выводы об ограниченном в целом проявлении процессов промышленного бокситонакопления на территории СССР и существовании значительного разнообразия основных палеогеоморфологических условий проявления подобных процессов. Это следует учитывать при перспективных оценках отдельных районов на поиски бокситов. Принципиальное значение приобретает также вывод о существовании на территории СССР в фанерозое ряда эпох с благоприятными палеогеоморфологическими условиями бокситонакопления.

*Палеорельеф и россыпные месторождения (карта 58) **

Зависимость формирования россыпных месторождений от палеогеоморфологических обстановок сложна и многогранна. В значительной степени это связано с многоэтапностью самого процесса создания россыпей, в который входят: вскрытие и разрушение коренного источника рудного минерала с обогащением рыхлой массы на месте (элювиальные россыпи, россыпи первого порядка); транспортировка рудного материала; отложение его на новом месте с определенным обогащением (переотложенные россыпи, россыпи второго порядка); захоронение и консервация.

Рельеф практически является определяющим фактором на всех стадиях формирования россыпей. Вскрытие коренного источника возможно, как правило, при глубоком денудационном срезе. Разрушение коренных пород с освобождением полезного минерала или комплекса минералов наиболее эффективно происходит при интенсивно идущих процессах выветривания, что свойственно эпохам длительного тектонического покоя и пенепленизации обширных порстранств. Последующая транспортировка продуктивного материала может произойти при активизации эрозии и денудации, но активизация эта должна находиться в определенных рамках, так как чрезмерно энергичный вынос приводит к разубоживанию и разрушению россыпей. Продуктивная аккумуляция материала возможна в определенных местах, связанных обычно с отрицательными формами рельефа: ложбинами стока, руслами рек,

* Раздел составлен при участии Б. Н. Леонова.

карстовыми котловинами, озерными бассейнами, устойчивыми прибрежными частями морских бассейнов и др. При этом необходима определенная динамическая неуравновешенность, обеспечивающая частные переотложения осадка и вынос легкого непродуктивного материала. Сформированные россыпи должны быть перекрыты и законсервированы.

Сказанное свидетельствует о том, что для создания россыпей необходима определенная последовательность в развитии рельефа. Фактические данные, приведенные в комплексах карт атласа по отдельным регионам и затем сведенные на обзорной карте (карта 58), показывают, что такие условия в ходе развития рельефа складывались неоднократно. Можно наметить не менее пяти этапов, которым было свойственно образование россыпей в больших масштабах и на широких площадях. Важно отметить, что вывод этот вполне объективен, так как вытекает непосредственно из рассмотрения фактических материалов.

Этапами широкого образования россыпей являются позднепалеозойский (девон — ранний карбон), раннемезозойский (поздний триас — юра), мезо-кайнозойский (мел — ранний палеоген), кайнозойский (поздний палеоген — неоген). Кроме того, следует указать на целесообразность выделения позднерифейского этапа, который, по всем имеющимся данным, достаточно характерен и продуктивен, но на картах атласа почти не отражен. Намеченные главные этапы россыпеобразования хорошо увязываются с выделенными выше эпохами региональной пенеппенизации территории и эпохами преобладающего расчленения и осадконакопления. Во временном отношении эти этапы неравнозначны. Ранние этапы охватывают периоды времени, исчисляющиеся многими десятками миллионов лет (докембрий, палеозой), последующие значительно менее продолжительны, но проявились более четко и определенно. Это, видимо, отражает общую тенденцию палеогеоморфологического развития, характеризующуюся нарастанием темпов и более резкой дифференциацией рельефообразующих процессов от древних этапов к современности.

Касаясь древнейшего (рифейского) этапа россыпеобразования, можно отметить, что в атласе он освещен только одной картой (карта 4), относящейся к Русской плите. Здесь отмечено широкое распространение довендского пенеппена, несущего разнообразные коры выветривания, переходящие местами в элювиальные россыпи. Последние в дальнейшем послужили источниками питания более молодых россыпей различного генезиса. Наиболее важны минералы, содержащие титан, редкие элементы, благородные металлы и др. Подобные же данные имеются и по Сибирской платформе (Анабарский и Алданский щиты, Оленекский выступ). На цоколе кристаллических и метаморфических пород архея и протерозоя здесь сформирована кора выветривания, скрытая, как правило, под карбонатными и терригенно-карбонатными отложениями позднего рифея и кембрия. Имеются данные о том, что местами кора существенно обогащена благородными металлами, минералами редких земель, титана и др. Она же, видимо, является одним из источников формирования последующих россыпей алмаза [15, 20]. В целом поиски россыпей, связанных непосредственно с древнейшими корами выветривания и с продуктами их переотложения, имеют большие перспективы, о чем говорят хотя бы данные о крупнейших месторождениях золота и алмазов в докембрийских толщах на юге Африки.

Следующая группа россыпных месторождений, палеогеоморфологическая обстановка формирования которых более полно отражена на картах атласа, относится к девону и нижнему карбону. Они зафиксированы на картах в европейской части СССР, в Средней Азии и на Сибирской платформе. Формирование россыпей этого времени связано с этапом определенного оживления процессов рельефообразования, разрушением древних кор выветривания, сносом и последующей аккумуляцией материала в пресных бассейнах разного типа. К этому этапу

относятся россыпи ильменита в пределах Воронежской антеклизы, сформированные за счет разрушения древней коры выветривания. В Средней Азии в девонское время были сформированы золотоносные россыпи пролювиального типа в пределах современных Кызылкумов. В Сибири с этим этапом связано образование россыпей титана, вполне вероятны россыпи алмазов.

С раннемезозойским этапом (поздний триас — юрский период) связаны многочисленные и разнообразные по генезису россыпи. В пределах Русской плиты в целом к этому этапу относятся крупные титано-циркониевые россыпи. Формировались они за счет разрушения древних кор выветривания. Аккумуляция материала происходила в пределах крупных озеровидных расширений долин, в зоне стабильной прибрежно-морской полосы. По генезису выделяются аллювиальные, озерные, прибрежно-морские россыпи. На Урале в это время в больших масштабах происходит высвобождение золота, минералов титана и других полезных компонентов из коренных пород, но крупные россыпи в это время неизвестны.

В пределах Туранской плиты и ее горного обрамления есть проявления россыпного золота (русловые аллювиальные накопления) на севере Ферганской впадины, у хр. Гиссара, которые имеют рэт-раннеюрский возраст.

Широко представлены россыпи данного этапа на Сибирской платформе. На ее юге это накопления титана (ильменит) в россыпях аллювиального и озерно-аллювиального типа, образовавшихся за счет размыва кор выветривания, сформированных на интрузивных массивах основного состава. Большой интерес представляют россыпи алмазов в центральной части платформы (бассейн р. Мал. Батуобия). Россыпи имеют пролювиальный и аллювиальный генезис. Они обнаруживают прямую связь с кимберлитовыми трубками, над которыми в то время, видимо, существовали значительные по мощности толщи сильно разрушенных алмазосодержащих пород. На крайнем северо-востоке платформы (низовья Лены) в это же время (поздний триас) сформировались прибрежно-морские россыпи алмазов. Несколько южнее известны близкие по генезису россыпи алмазов позднеюрского времени [20].

Следующий мел-палеогеновый этап является одним из самых продуктивных и разнообразных в отношении россыпеобразования. Рамки этапа в целом намечены широко, однако в конкретных областях они существенно сужаются. Продуктивность этапа основывается на широком развитии процессов выравнивания и корообразования в предшествующие эпохи при благоприятных климатических условиях и последующей активизации тектонических движений, приведших к оживлению сноса и аккумуляции. В это время в зону континентального развития вступают новые крупные площади на северо-востоке СССР, формируются и вскрываются коренные источники полезных минералов. К раннемеловому времени относится формирование титановых и титано-циркониевых россыпей Воронежской антеклизы (россыпи авандельты, прибрежно-морской зоны), на юго-западе Русской платформы — делювиальные, аллювиальные, озерно-аллювиальные россыпи Коростенского плутона и др.

На Урале это время называют главной металлогенической фазой. Существенно пенепленизированные поверхности оказываются глубоко переработанными процессами корообразования. Начинается вынос массы минералов, образующих россыпи. При аккумуляции большую роль играют карстовые полости. В особых условиях отмечается необычно далекая транспортировка золота. В Тургайском прогибе на его западном борту формируются элювиальные титановые россыпи, а в центральной части также титановые россыпи прибрежно-морского генезиса. В Средней Азии в начале мелового периода складывались благоприятные условия денудационного разрушения и местной аккумуляции. По периферии Южно-Тяньшанского сводового поднятия формируются рос-

сыпи благородных металлов, касситерита, титана. На юго-востоке Западной Сибири (Чулым-Енисейская впадина) за счет перемыва аптальбской коры выветривания накопились россыпи ильменит-цирконового состава. В Алтай-Саянском регионе в данный этап развития образуются россыпи аллювиального типа в значительной мере за счет разрушения промежуточных коллекторов, в частности, карстовых полостей. Это россыпи золота, касситерита, рутила и др. На Сибирской платформе меловое время — начало палеогена характеризуются в общем тем, что здесь в благоприятных климатических условиях происходит выравнивание крупных площадей, образование кор выветривания. Определенное оживление в развитии испытывают краевые части платформы, где и создаются обстановки, способствующие образованию россыпей: ильменит — Приангарье, золото — Енисейский кряж и др.

Это же время имеет решающее значение в процессах образования россыпей на Северо-Востоке и Дальнем Востоке СССР. Здесь значительная часть территории вступает в континентальный режим развития, на больших площадях завершаются складчатые процессы, происходит внедрение рудоносных интрузий. В результате орогенических движений, ведущих к поднятиям, создается разнообразный и существенно расчлененный рельеф. Одновременно в благоприятной климатической обстановке активно проходит денудация и разрушение вскрываемых рудоносных тел. Другие части территории были охвачены процессами выравнивания, пенеппенизации, корообразования. Соответственно возникали ситуации, благоприятные для образования россыпей разных генетических категорий: элювиальных, пролювиально-делювиальных, пролювиально-аллювиальных, озерно-аллювиальных, прибрежно-морских. При этом элювиальный тип имел особое значение. В россыпях были сконцентрированы значительные запасы золота, олова и ряда других полезных ископаемых. Многие из россыпей этого времени были разрушены, явившись таким образом промежуточными коллекторами для формирования более молодых россыпей.

Следующий этап формирования россыпей связан с общей активизацией процессов рельефообразования в кайнозое. Рельеф этого времени был более резко дифференцирован. Россыпи этого времени более тесно связаны с локальными формами рельефа. Они лучше сохранились, чем более древние. Во многих случаях они залегают недалеко от поверхности, практическое значение их очень велико. Все основные черты россыпей определены особенностями рельефа, времени их формирования.

Перечислить даже основные группы россыпей, относящихся к данному этапу, затруднительно. На юго-западе Русской платформы это многочисленные и разнообразные россыпи редкометальных титано-циркониевых минералов. Россыпи аллювиально-озерного, озерного и прибрежно-морского генезиса. Как правило, они входят в состав полтавской свиты позднего миоцена. В их формировании особую роль сыграли устойчивые условия накопления отложений и возможности неоднократного перемыва, ведущего к постепенному обогащению их полезными компонентами.

Поздний палеоген явился временем существенного россыпеобразования на Урале (благородные металлы, алмазы, титановые минералы). При этом особое значение имело разрушение древних обогащенных полезными минералами толщ и размыв древних россыпей. Образование россыпей происходило в долинах, унаследованных от прошлого, в карстовых воронках. В неогене эти процессы разрушения древних россыпей и коренных источников продолжались, одновременно шло образование новых россыпей, но обычно на ограниченных по площади участках. Аналогичные образования возникали в предгорных районах Западной Сибири. В Алтай-Саянской области сюда относятся золотоносные россыпи Восточной Тувы, Алтая. В Казахстане к этому же этапу относятся россыпи русловых фаций на северном склоне Казахского щита. В Средней Азии золото в россыпях Нуратау.

Конец палеогена — неоген явились временем формирования многочисленных россыпей Северо-Востока СССР (бассейны Яны, Колымы, Индигирки и др.). Россыпи формировались преимущественно в депрессиях тектонического происхождения в составе аллювиальных накоплений. Источником рудного материала явились разрушенные древние россыпи и продукты разрушения коренных источников.

В четвертичное время в современную эпоху формирование россыпей имеет еще большую локальную направленность. В питании россыпей особая роль принадлежит промежуточным коллекторам. Россыпи, связанные с коренными источниками, ограничены по масштабам, принадлежат к делювиально-пролювиальному, пролювиально-аллювиальному типам. Существенна связь россыпей с древними формами рельефа (палеодолины, палеокарст). Они тесно связаны и с современным рельефом, с деталями его строения (степень расчлененности и крутизна склонов, ширина, глубина долин и т. д.).

В итоге рассмотрения связей образования россыпей с палеорельефом четко выявляется его во многом определяющая роль. На формирование россыпей оказывали большое влияние как самые общие закономерности палеогеоморфологического развития, так и отдельные комплексы, формы, детали форм палеорельефа. Процесс образования россыпей существенно менялся на протяжении геологического времени. Древним этапам (докембрий, палеозой) с однотипным развитием обширных территорий, выдержанностью рельефообразующих процессов в течение длительного времени соответствовали и выдержанные условия формирования россыпей. На пенебленах в районах выходов продуктивных геологических тел образовывались протяженные элювиальные россыпи. При некотором оживлении сноса и синхронной аккумуляции в устойчивых пресных бассейнах формировались преимущественно крупные прибрежно-морские, озерные и аллювиально-озерные россыпи. При последующей более четко определившейся дифференциации в рельефообразовании (ранний мезозой) большая роль перешла к ограниченному по масштабам формам рельефа, где шло образование продуктивных толщ. Как правило, это были палеопонижения в рельефе (озерные впадины, долины, депрессии и др.).

В последующее время (поздний мезозой — кайнозой) дифференциация в развитии рельефа, четкое оформление его локальных форм и более частая смена этапов активного расчленения и относительного покоя привели к образованию россыпей на относительно ограниченных площадях и с большим разнообразием генетических типов. Процессы пенебленизации сменились педиментизацией, существенно ограничилось корообразование, а соответственно и возможность постоянного накопления полезного компонента. В питании россыпей основная доля стала принадлежать промежуточным коллекторам, что сократило устойчивость питания россыпей. Большую роль начали играть относительно мелкие формы рельефа, способствующие аккумуляции. Это образования типа карстовых полостей, локальных переуглубленных участков русел рек и др.

Приведенные на сводной карте (карта 58) данные о распространении древних россыпей и связи их с разными комплексами палеорельефа согласуются с показом на ней площадей, в пределах которых пока неизвестны, но вполне вероятны древние россыпи. Выделены эти площади с учетом расположения первичных источников продуктивных рудных компонентов и благоприятных для локализации россыпей комплексов палеорельефа. При этом учтены те особенности строения палеорельефа, которые определяли на отдельных этапах развития региона образование россыпей (пенеблены, приемные бассейны и их краевые части, локальные депрессии, благоприятные формы гидрографической сети, поля палеокарста и т. д.). Кроме того, здесь же учтены и палеогеоморфологические данные о процессах разрушения и уничтожения древних россыпей: древняя абразия и ледниковая экзарация и др.

Приведенная в атласе обзорная карта нацелена только на показ общих направлений подобного анализа. Значительно больше в этом отношении могут дать региональные карты на отдельные эпохи палеогеоморфологического развития территории СССР.

*Палеорельеф и формирование каменноугольных месторождений
(карта 59) **

Роль рельефа в накоплении угленосных отложений и создании месторождений углей очень значительна. При благоприятной палеоклиматической обстановке именно рельеф определял процессы накопления растительных остатков и их захоронения, приводящие к формированию угленосных залежей. В целом для интенсивного угленакопления благоприятными являлись условия слабо или умеренно расчлененных равнин с впадинами и котловинами, в которых происходила аккумуляция сносимого или формирующегося на месте растительного материала. Важны были также факторы, определявшие необходимые темпы захоронения продуктов разложения растительных остатков. Подобные условия создавались в различных палеогеоморфологических обстановках. К ним могут быть отнесены: 1 — пенеплены (месторождения на заболоченных водоразделах, в котловинах; многие депрессии при этом имели структурный характер); 2 — эрозионно-денудационные равнины (месторождения в понижениях в пределах расширения долин, озерных впадин и т. д.); 3 — аллювиально-пролювиальные равнины (месторождения в пределах пролювиальных шлейфов, крупных конусов выноса; характерно невыдержанное линзовидное залегание продуктивных пластов); 4 — аллювиально-дельтовые равнины (месторождения в основном в пределах русловых пространств палеodelьт; возможны крупные месторождения); 5 — озерно-аллювиальные и озерно-болотные равнины (месторождения в котловинах, по периферии крупных озер и т. д.); 6 — прибрежно-морские равнины с более или менее постоянной или ритмично мигрирующей береговой линией (месторождения береговых маршей, замкнутых лагун и др.; месторождения крупных масштабов). Могут быть указаны и другие палеогеоморфологические ситуации, благоприятные для угленакопления. Однако следует подчеркнуть, что во всех случаях важна возможность постоянного накопления продуктивного материала с периодическим перекрытием его консервирующими отложениями.

На разных этапах палеогеоморфологического развития неоднократно возникали такого рода благоприятные условия формирования угольных месторождений. В частности, весьма продуктивной была самая ранняя из эпох угленакопления — позднепалеозойская (раннекаменноугольное, позднепермское время), с которой связаны самые крупные и продуктивные каменноугольные бассейны. В атласе эта эпоха освещена очень ограниченно, так как по большинству регионов рассмотрение палеогеоморфологического развития начато с мезозоя. Можно указать, что колоссальные масштабы угленакопления в позднем палеозое в числе других причин (благоприятный климат, пышное развитие растительности) определены и рельефом, отличавшимся в это время сглаженными формами, относительно слабой расчлененностью и однонаправленным развитием. Большой устойчивостью отличались и приемные бассейны. Их прибрежные зоны, не перегруженные приемом продуктов минерального сноса, испытывали постоянную тенденцию к погружению (Донецкий бассейн, Кузбасс). Колоссальные площади занимали озерно-болотные равнины, существование которых продолжалось десятки миллионов лет (Тунгусский бассейн). Сюда же относится Подмосковный бассейн (ранний карбон), где углеобразование шло в пределах заболоченных водораздельных пространств, и Кизеловский бас-

* Раздел составлен при участии Б. Н. Леонова.

сейн с основным накоплением углей в торфяниках приморских болот и дельт.

В мезозое эпоха широкого углеобразования относится к ранней (частью к средней) юре. Угли этого времени известны на Русской плите, в Прикаспии. Угли связаны своим формированием с озерно-аллювиальными, озерно-болотными равнинами. На Урале сюда относятся бурые угли Челябинского бассейна. Восточный склон Урала и прилегающая часть Западной Сибири несут угли, сформировавшиеся в депрессиях типа грабен, в которых происходило накопление осадков озерно-болотного типа. В Казахстане к этой эпохе наряду с углями других месторождений принадлежат угли озерно-болотных палеовпадин Карагандинского бассейна. В Средней Азии юрский возраст имеют угли месторождений Ангрен, Сулюкта, Шаргунь и др., образовавшиеся на участках угленакопления в озеровидных расширениях крупных долин. В средней юре аккумуляция углей происходила в заболоченных конусах выноса в районе хр. Каратау (месторождения Чокпакское, Боролдайское и др.). В Алтай-Саянском регионе к этой эпохе принадлежат угли озерно-болотных равнин крупного Канско-Ачинского бассейна, Тувы, Кузнецкого бассейна. На Сибирской платформе в эту эпоху входят угленосные толщи Иркутского бассейна, сформировавшиеся в предгорных долинах, и ряд других месторождений.

Следующая эпоха широкого углеобразования падает на меловое время и на палеоген. Угли этого времени известны на Украине, в Башкирском Приуралье, в приуральской части Западной Сибири, в Хатангской депрессии и др. Крупнейшим угольным бассейном этого времени является Вилюйская синеклиза и смыкающаяся с ней часть Приверхо-янского прогиба. Угли здесь накапливались в обширных озерно-болотных низинах в пределах непрерывно погружающегося предгорного прогиба.

В позднем мелу и в течение палеогена угли образовывались в многочисленных котловинах типа грабен в пределах всего Северо-Востока СССР, на Дальнем Востоке, в Забайкалье. При локальном распространении угленосных толщ мощность их могла достигать тысячи метров и более.

В неогене масштабы формирования угленосных толщ существенно снизились, площади углеобразования резко локализовались. К этому времени относятся угли озеровидных котловин миоценового времени Днепровско-Донецкой впадины и Волыно-Подольского плато. Они распространены в отдельных котловинах на Северо-Востоке СССР, Камчатке и Сахалине.

Палеорельеф определяет во многом не только размещение угольных месторождений, их масштабы, степень угленасыщенности, но также определяет строение угленосных толщ и структуру самих месторождений. Геоморфологическая обстановка времени формирования месторождений отразилась и на качестве углей и в первую очередь на степени загрязненности, повышающей их зольность.

Использование методов палеогеоморфологического анализа весьма существенно при оценке перспектив угленосности того или иного региона в целом и его отдельных частей. В настоящее время даже хорошо известные угольные бассейны изучены очень неполно. Что касается азиатской части СССР, то здесь многие крупнейшие бассейны вообще не имеют сколько-нибудь обоснованной палеогеоморфологической оценки (Тунгусский, Вилюйский бассейны и др.). Выявление в их пределах наиболее перспективных площадей и отдельных месторождений является весьма актуальной задачей, при решении которой исключительно важную роль могут сыграть методы палеогеоморфологического анализа. Восстановление рельефа времени углеобразования позволяет понять особенности развития бассейна, определить расположение наиболее перспективных участков, оценить вероятную степень сохранности угленосных горизонтов, наметить предварительную оценку качества углей и т. д. Совокупность этих данных даст возможность сконцентрировать

внимание на наиболее перспективных участках, рационально провести бурение и другие оценочные работы.

Палеогеоморфологический анализ дает возможность выделить и новые площади, перспективные под поиски углей, в том числе и такие, где угленосные комплексы можно ожидать на значительных глубинах.

Палеорельеф и формирование неантиклинальных ловушек нефти и газа (карта 60)

В общем балансе нефтяных и газовых месторождений СССР и многих зарубежных стран, как известно, заметно увеличивается роль так называемых неантиклинальных залежей (ловушек) нефти и газа, связанных с литологическими экранами, зонами стратиграфического выклинивания, раздувами мощности благоприятных для накопления флюидов пород-коллекторов и т. д. Результаты анализа материалов, относящихся к данному вопросу [13, 23, 30, 31 и др.], и составленные карты позволяют сделать вывод о весьма существенном влиянии погребенного рельефа на накопление подобных залежей, которое установлено или намечается практически во всех основных нефтегазоносных провинциях и районах страны. Оно проявлялось в трех главных аспектах: региональном, генетическом и временном, т. е. неоднородно по территории и выражается через разные формы погребенного рельефа различного генезиса и возраста.

Данная проблема в последнее время была специально рассмотрена в ряде работ [13, 23, 31 и др.]. Поэтому здесь ограничимся характеристикой наиболее общих закономерных связей между погребенными формами рельефа и литолого-стратиграфическими (неантиклинальными) залежами нефти и газа. При этом следует иметь в виду в большинстве случаев вероятность несовпадения во времени периодов формирования тех или иных форм погребенного рельефа и накопления промышленных залежей нефти и газа в благоприятных породах-коллекторах, контролируемых различными элементами рельефа. Такое предположение вытекает из хорошо известных данных о неоднократной латеральной и вертикальной миграции флюидов, имевшей место в истории развития основных нефтегазоносных бассейнов и провинций страны.

Выявляются следующие наиболее характерные формы связи между погребенным рельефом и литолого-стратиграфическими залежами нефти и газа.

Очень часто более проницаемые и пористые песчано-алевритистые породы повышенной мощности залегают в устьевых частях долин и вдоль уступов террас. Выявляются песчаные тела, связанные с такими формами рельефа, как конусы выноса, косы, бары (последние в прибрежно-морских зонах). В региональном плане сказывались крупные различия в генезисе отдельных участков аккумулятивных равнин. Например, в пределах Днепровско-Донецкой впадины и восточной части Волго-Уральской области в терригенных отложениях карбона наблюдается последовательное замещение (по простиранию) ловушек, связанных с прибрежно-морскими (в том числе мелководно-морскими), аллювиально-дельтовыми и аллювиальными формами рельефа при движении в направлении внутренних районов бывших континентов. При этом в зонах преобладавшего развития эрозионно-денудационных форм рельефа ощущается большое влияние даже карстовых форм рельефа на возникновение залежей рассматриваемого типа. В частности, это подтверждается материалами изучения палеогеоморфологических ловушек в девонских отложениях Башкирии [13].

Преобладающие типы неантиклинальных ловушек в различных частях нефтегазоносных комплексов (по их стратиграфическому положению) определяются общими палеогеографическими условиями формирования подобных комплексов. Так, во время образования палеозойского продуктивного разреза на территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, в Днепровско-Донецкой впадине и в других райо-

нах широкого развития терригенных и карбонатных отложений, существовали весьма разнообразные палеогеоморфологические обстановки в различных климатических условиях. Это предопределило многообразие форм рельефа и ловушек, отличающихся между собой по морфологии, размерам и генезису. В условиях Урало-Поволжья — это седиментационные терригенные и карбонатные уступы и террасы, долины палеорек, грабенобразные впадины и котловины. В качестве палеогеоморфологических ловушек выделяются также русла и протоки дельт, эрозионно-карстовые котловины, биогермы, рифы, эрозионные останцы (т. е. ловушки, связанные с облеканием песчаными толщами невысоких эрозионных поднятий предшествовавшего рельефа).

Аридный климат триасового периода и значительная тектоническая активность создавали ловушки, связанные в основном с контрастными формами погребенного рельефа. Это хорошо видно на примере изучения палеогеоморфологических условий накопления благоприятных пород-коллекторов в мезозойских терригенных отложениях Прикаспийской впадины, в пределах Предкавказья, Мангышлака и других районов. В Прикаспии на месте конседиментационно развивавшихся солянокупольных поднятий в условиях аридного климата триасового периода широкое развитие получили русла коротких временных потоков, заканчивавшихся нередко слепыми дельтами. Некоторые из этих форм рельефа в совокупности с глинистыми покрывками образовали продуктивные ловушки. В целом характерной чертой в распределении ловушек по площади в триасовый период, так же как и в другие аридные периоды, была прерывистость расположения пород-коллекторов, что создавало, с одной стороны, благоприятные условия для формирования большего количества неантиклинальных ловушек, с другой — их малые размеры, затрудняющие поиск и дальнейшую разведку залежей, связанных с подобными типами палеогеоморфологических ловушек.

Наиболее разнообразные по конфигурации и размерам ловушки формировались в условиях прибрежно-морской аккумуляции трансгрессивно-регрессивных фаз развития палеорельефа. Это подтверждается данными бурения нефтегазоносных комплексов палеозойского и мезозойского возраста в различных районах страны (Прикаспийская впадина, Мангышлак, Западная Сибирь и др.).

Однако главную роль в образовании ловушек, связанных с погребенным рельефом, на территории СССР сыграли скорее всего процессы образования обширных аллювиально-дельтовых и дельтовых равнин, не подвергавшихся последующей интенсивной абразии морем. Именно в подобных условиях, вероятно, существовали наиболее благоприятные обстановки для накопления высокопористых песчаных толщ и их концентрации в определенных ограниченных по площади формах погребенного рельефа. Это определялось возможностями частой локализации подобных толщ в палеоруках и дельтовых протоках.

Широкий возрастной диапазон погребенных форм рельефа, контролирующих распространение литолого-стратиграфических залежей нефти и газа в континентальных и прибрежно-морских (мелководных) толщах. Как следует из региональных карт, такие формы рельефа бурением вскрыты в различных районах СССР в разных по возрасту нефтегазоносных толщах от нижнего палеозоя до неогена включительно. Однако на современной стадии изучения нефтегазоносных бассейнов СССР наиболее интересны формы рельефа, возникшие преимущественно в палеозойские и раннемезозойские эпохи его формирования.

В региональном плане следует подчеркнуть перспективность изучения на поиски неантиклинальных ловушек палеозойских эпох развития рельефа и континентального осадконакопления на территориях Волго-Уральской области, Днепровско-Донецкой впадины, Тимано-Печорской впадины, в Лено-Виллюйской нефтегазоносной провинции; мезозойских эпох — в Прикаспии, Предкавказье, Западной Сибири, Средней Азии, Лено-Виллюйской впадине; молодых неогеновых эпох — преимущественно в Предкарпатье, Причерноморье, Средней Азии и на

Дальнем Востоке в пределах Охотско-Сахалинской нефтегазоносной области.

Как видно из обзорной карты 60, намечаются и другие эпохи и районы возможного формирования ловушек нефти и газа, связанных с погребенными формами рельефа. Однако степень палеогеоморфологической изученности этих эпох и районов еще недостаточна для того, чтобы сделать в этом отношении строго определенные выводы.

Палеорельеф и формирование экзогенных месторождений других видов полезных ископаемых

Как видно из содержания и региональной характеристики многих карт, влияние палеорельефа распространялось на формирование месторождений ряда других видов важных полезных ископаемых: бурые железняки различного происхождения, силикатные никелевые и никель-кобальтовые руды, каолины, огнеупорные и бентонитовые глины, фосфориты, калийная и поваренная (галит) соли, стекольные и формовочные пески и др. Связь месторождений подобных полезных ископаемых с рельефом установлена в основном применительно к отдельным хотя и обширным районам. Поэтому сводные карты для всей территории СССР в целом в данных случаях не составлялись. Однако в некоторых регионах в отношении отдельных видов полезных ископаемых выявленные связи повторяются на значительной территории, т. е. приобретают характер некоторых общих закономерностей.

В первую очередь это касается оценки палеогеоморфологических условий формирования месторождений бурых железняков на территории Урала, Воронежской антеклизы, Украинского щита; силикатного никеля и никель-кобальтовых руд на территории Урала, Тургайского прогиба, Украинского щита; северо-западной части Алтай-Саянской области; каолинов, огнеупорных глин, стекольных и формовочных песков — практически во всех регионах, где установлены их месторождения. Поскольку те или иные частные особенности палеогеоморфологической обстановки формирования указанных и некоторых других полезных ископаемых рассматривались при региональном описании карт, в данном разделе обратим внимание на общий характер намечающихся связей между месторождениями и палеорельефом.

Намечаются три главных аспекта связи месторождений бурых железняков с палеорельефом, в основе которой лежат особенности генезиса железных руд. Как указывалось, месторождения бурых железняков в коре выветривания и продуктах ее близкого переноса (природно-легированные железные руды, железные шляпы, бобовые руды) в древнем рельефе занимают достаточно определенную позицию — тяготеют в основном к слабо расчлененным склонам эрозионно-структурных депрессий на пенепленах (Урал и др.) или литолого-структурным водораздельным грядам, сложенным плотными железистыми кварцитами (Воронежская антеклиза и др.). Таким образом, рельеф выступает в данном случае как фактор, определяющий особенности распространения продуктов выветривания и связанных с ними остаточных или остаточно-осадочных промышленных залежей бурого железняка.

Не менее четко выражена связь отдельных осадочных месторождений бурого железняка в терригенных толщах с эрозионными формами рельефа (палеодолины, склоны впадин и т. д.) и карстовыми полостями. Последняя особенно типична для многих месторождений или рудопроявлений Южного Урала («беликовые толщи»), в западной части Тургайского прогиба на контакте ультрабазитов и карбонатных пород, на Салаирском кряже (руды отбеленных глинистых пород). Понижения палеорельефа указанных типов в значительной степени определяют как мощность рудоносных пластов, так и конфигурацию многих рудных тел, что объясняется особенностями генезиса вмещающих залежи делювиальных, аллювиальных, пролювиальных и других рыхлых отложений.

Большинство хомогенных или хомогенно-осадочных месторождений бурого железняка тяготеют в своем распространении к замкнутым озерным впадинам, реже котловинообразным расширениям речных долин (лимонитовые железные руды Подмосковского бассейна, железные руды Керченского полуострова и др.). Подобные формы рельефа, вероятно, способствовали развитию также восстановительных процессов в озерах (лимонитовые руды) или играли роль своеобразных ловушек железа, переносимого в повышенной концентрации водными потоками. Это дополнительно обогащало чисто хомогенные залежи (Керченский полуостров и др.).

Палеогеоморфологические условия формирования многих месторождений силикатного никеля и никель-кобальтовых руд, каолинов, как показывают результаты анализов региональных материалов, во многом сходны с описанными выше условиями формирования и распространения бокситовых месторождений. Поэтому многие формы палеорельефа и в этих случаях играли роль своеобразного «контроля» в распространении как остаточных, так и осадочных месторождений (вторичных каолинов и др.).

Месторождения полезных ископаемых других видов, которые показаны на региональных картах, по своему происхождению являются в основном осадочными, т. е. их накопление происходило в процессе формирования и диагенеза разнообразных терригенных осадков. Рельеф в образовании этих месторождений также играл существенную роль. Месторождения чаще всего формировались в пологих озерных впадинах (бентонитовые глины и др.), хорошо промываемых озеровидных расширениях речных долин или пляжевой зоне моря (стекольные пески и др.), в полужамкнутых лагунах или отшнурованных от основной акватории водоемах (соли, гипсы и др.), в зоне маршей (промышленные скопления янтаря) и др.

Эволюция палеорельефа и полезные ископаемые

Совокупность приведенных выше данных о влиянии рельефа на формирование экзогенных месторождений разных видов полезных ископаемых в целом свидетельствует о неравномерном развитии этого процесса во времени и по территории СССР. В качестве наиболее общих закономерностей намечаются: 1) влияние общего поступательного хода развития рельефа в фанерозое на формирование экзогенных месторождений; 2) цикличность процессов рельефообразования и формирования экзогенных месторождений, контролируемых палеорельефом; 3) существенное влияние региональных различий строения территории СССР на процесс синхронного формирования рельефа и полезных ископаемых.

Кратко охарактеризуем указанные закономерности развития рельефа и формирования полезных ископаемых, не претендуя на исчерпывающее решение проблемы.

Конечно, приведенных выше данных, помещенных как на региональных, так и на сводных картах атласа, еще недостаточно для того, чтобы полностью охарактеризовать намечающуюся закономерную связь между процессом поступательного развития рельефа и формированием экзогенных месторождений. Слишком еще недостаточно изучены древнейшие (палеозойские и древнее) эпохи рельефообразования и коррелятного рельефу осадконакопления, особенно в восточных районах страны. Однако некоторые, в основном сугубо предположительные заключения все же могут быть сделаны исходя главным образом из результатов сопоставления карт по западным регионам страны, Уралу, Казахстану, Средней Азии, Алтай-Саянской области и южным районам Сибирской платформы.

Результаты сопоставления данных о палеорельефе и его влиянии на формирование экзогенных месторождений полезных ископаемых разного вида и генезиса (остаточных и осадочных) наводят на мысль о

наиболее интенсивном проявлении процесса синхронного формирования рельефа и полезных ископаемых преимущественно в мезозойские, частично палеозойские и раннекайнозойские эпохи континентального развития. В другие эпохи фанерозоя и в докембрии этот процесс был выражен, по-видимому, слабее, исключая образование россыпей и разнообразных строительных материалов.

Иначе говоря, процесс поступательного развития рельефа и формирования контролируемых рельефом экзогенных месторождений в общих чертах можно представить в виде параболической кривой, выпуклая часть которой, характеризующая этап максимального развития данного процесса, во времени будет соответствовать в основном мезозойским, частично палеозойским и раннекайнозойским континентальным эпохам.

Очень четко указанная закономерность прослеживается, например, при рассмотрении истории развития рельефа центральных и восточных областей Русской плиты, Урала, Средней Азии и других регионов. Максимум формирования установленных здесь месторождений боксита, углей, каолинов, огнеупорных глин, россыпей ценных минералов и др., как указывалось в региональных главах, приходится в основном на мезозойские и частично палеозойские (в основном средний палеозой) эпохи синхронного рельефообразования и осадконакопления.

Основная причина рассматриваемой закономерности еще не совсем ясна. Но очевидно, что именно в эти эпохи, а также частично в раннем кайнозое, складывались, по-видимому, условия наиболее благоприятного сочетания палеогеоморфологических и палеоклиматических факторов, играющих очень важную роль в образовании экзогенных месторождений. Этому мнению придерживаются многие исследователи, например, А. П. Сигов [37] по территории Урала, Б. М. Михайлов [26] по территории Казахстана, Ю. П. Селиверстов [38] по территории Алтай-Саянской области и др. При этом отмечается вероятность формирования новых месторождений за счет разрушения старых, что как бы «сдвигает» максимум процесса синхронного развития рельефа и накопления полезных ископаемых, контролируемых рельефом ко второй половине мезозоя.

В качестве основных палеогеоморфологических и палеоклиматических условий, способствовавших образованию экзогенных месторождений полезных ископаемых, могут быть выделены процессы преобладавшего выравнивания (пенепленизации) рельефа и господство теплых и влажных тропических климатов. Совпадение этих процессов во времени способствовало, с одной стороны, высвобождению многих ценных минералов из коренных пород при формировании мощной коры выветривания (влияние палеоклимата), с другой — накоплению этих минералов в осадочных толщах и их повышенной концентрации в отдельных формах рельефа в связи с его слабой расчлененностью и замедленным проявлением процессов эрозии (влияние палеорельефа).

Относительно замедленное или слабое развитие процессов синхронного формирования рельефа и полезных ископаемых в более древние и более молодые континентальные эпохи (в основном ранний палеозой и докембрий, вторая половина неогена) также находится в некотором общем соответствии с крупными изменениями палеорельефа и палеоклимата. Это видно из сопоставления многих карт атласа с палеоклиматическими данными, приведенными в работах В. М. Синицина (1965, 1966, 1980 гг. и др.), Д. П. Найдина (1958, 1964 гг. и др.), Н. А. Ясманова (1975, 1976, 1978 гг. и др.) и многих других исследователей, занимавшихся вопросами палеоклиматических реконструкций для древних геологических эпох.

В целом характер выявляемых связей указывает на преобладавшее распространение существенно расчлененных форм рельефа и господство, по-видимому, аридных или умеренно влажных холодных или прохладных климатов в начале фанерозоя, а также в новейшие неоген-четвертичные этапы развития. Ясно, что подобные сочетания палеогео-

морфологических и палеоклиматических условий были менее благоприятными для образования экзогенных месторождений полезных ископаемых (особенно остаточных), чем в палеозое, мезозое и раннем кайнозое. Исключение, очевидно, должно быть сделано для россыпных месторождений, формирование которых, как указывалось выше, активно происходило и в эпохи преобладавшего расчленения рельефа в разных климатических условиях.

Выше специально рассматривался вопрос об этапах преобладавшего выравнивания или расчленения рельефа, которые были отмечены своеобразием процессов осадконакопления. Именно эти этапы, неоднократно чередовавшиеся в истории геолого-геоморфологического развития территории СССР, вероятно, могут рассматриваться как показатель определенной цикличности развития рельефа и формирования контролируемых им экзогенных месторождений. Этапы преобладавшего выравнивания рельефа, протекавшего главным образом в обстановке теплых и влажных климатов, могут быть выделены в качестве «металлогенических», тогда как этапы преобладавшего расчленения рельефа были, вероятно, менее благоприятными в этом отношении, исключая процесс образования россыпей.

Показательны в этом отношении карты, характеризующие различные древние эпохи континентального развития Урала и юго-западной части Русской платформы. Как указывалось, основные эпохи формирования остаточных или осадочных месторождений полезных ископаемых (остаточные железные руды, месторождения силикатного никеля, каолины на Урале; бурые угли, каолины, титано-циркониевые россыпи на Украинском щите и др.) здесь соответствовали эпохам преобладавшей пенепленизации рельефа или формирования обширных денудационно-аккумулятивных (полигенетических) равнин, тогда как в эпохи преобладавшего эрозионного расчленения (миоценовая и плиоценовая на Урале, раннемиоценовая на Украинском щите и др.) формирование экзогенных месторождений происходило слабо (в основном аллювиальные или делювиальные россыпи) или вовсе не осуществлялось на обширной территории.

С точки зрения негативного влияния процессов преобладавшего эрозионного расчленения на образование экзогенных месторождений полезных ископаемых особенно показательна среднеплиоценовая (предакчагыльская, предъямальская) эпоха формирования преимущественно глубоко расчлененного эрозионного рельефа, которая на обширнейших пространствах севера Русской платформы, Западно-Сибирской плиты, в ряде районов Средней Азии и других не «оставила» после себя не только сколько-нибудь значительных экзогенных месторождений полезных ископаемых, но и рыхлых отложений вообще (см. описания к картам 22, 32, 44 и др.).

Процесс формирования экзогенных месторождений полезных ископаемых определялся не только влиянием палеогеоморфологического и палеоклиматического факторов (хотя оно было весьма существенным), но и другими факторами (состав коренных пород, типы и история развития тектонических структур и др.). Поэтому региональные особенности строения и истории развития отдельных районов СССР часто вносили существенные коррективы в указанные выше общие тенденции развития рельефа и формирования полезных ископаемых. Эта закономерность достаточно наглядно выявляется при рассмотрении сводных карт (карты 57—60), содержание которых, как указывалось выше, свидетельствует о неравномерном распространении на территории СССР многих остаточных или осадочных месторождений, формировавшихся в одну и ту же древнюю эпоху континентального развития. Примером могут служить особенности регионального распространения бокситовых месторождений мел-палеогенового возраста. Они выявлены на одноименной денудационной поверхности выравнивания в пределах южных районов Средней Сибири, Салаирского кряжа, в отдельных районах Казахстана, но отсутствуют (по геологопоисковым данным) в ряде

других районов, где развита та же поверхность выравнивания, формировавшаяся в условиях господства теплых и влажных климатов, т. е. благоприятных для образования латерита и боксита (юг Русской платформы, северо-восток Сибири и др.). Очевидно, что в подобных случаях на формирование бокситовых месторождений большое влияние оказали региональные изменения состава коренных пород, подвергавшихся выветриванию.

Таким образом, при учете указанных выше закономерностей эволюции рельефа и экзогенных месторождений с целью прогнозирования полезных ископаемых гипергенного типа всегда необходимо иметь в виду возможность их неоднозначного проявления на территории СССР под влиянием местных геологических и геоморфологических факторов. В этом отношении, вероятно, существенную роль может сыграть сравнительный анализ региональных карт атласа, составленных для одних и тех же (или близких по времени) эпох континентального развития. В своей совокупности они дают достаточно полное представление о региональных особенностях влияния палеорельефа на процесс накопления древних континентальных толщ и сопряженных с ними полезных ископаемых.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, предпринятые в связи с составлением карт развития палеорельефа и осадконакопления на территории СССР, показали, что задача воссоздания древнего рельефа и связанных с ним отложений для определенных эпох и регионов страны может быть решена с той или иной степенью детальности. Карты атласа в большинстве своем достаточно обоснованы конкретными фактическими данными. Особую роль при этом сыграл метод комплексного подхода к восстановлению палеогеоморфологических обстановок, включающий как непосредственный анализ данных о древних формах рельефа, так и о сопряженных с рельефом коррелятных отложениях. Это позволило использовать в работе собранный к настоящему времени представительный фактический материал о строении континентальных и прибрежно-морских толщ. Одновременно палеогеоморфологические построения дали возможность существенно углубить представления о генезисе коррелятных отложений, определить условия их аккумуляции, а также реставрировать характеристику частично (или даже полностью) уничтоженных толщ. Особое значение это имело при оценках перспектив территории в отношении поисков ряда преимущественно гипергенных полезных ископаемых, так как с особенностями рельефа минувших эпох связаны условия, определившие формирование и сохранность месторождений.

Общий анализ карт атласа, рассмотрение частных комплектов карт, отражающих последовательность становления рельефа отдельных регионов, включая и карты современной эпохи, позволяют уловить некоторые общие закономерности этого процесса и вместе с тем отметить существенные различия его развития в разных районах. С полной очевидностью устанавливается определяющая роль геотектонического фактора. Главные тектонические структуры как глобального масштаба, так и более низких рангов (платформенные и складчатые области) характеризуются своим типом развивающегося на них рельефа. Хотя в настоящее время сделано еще мало по систематизации сведений о зависимости строения рельефа от особенностей геотектонического развития, все же очевидно, что связи эти сложны и многоплановы. Это подтверждается, в частности, установленными в процессе работы тенденциями устойчивого и неустойчивого развития палеорельефа и принадлежности подобных областей к различным по строению и истории формирования крупным тектоническим структурам.

Устанавливается общая тенденция закономерного изменения развития рельефообразующих процессов и формирования древних континентальных толщ в связи с общим ходом становления земной коры. Рельеф древнейших эпох в целом существенно отличается от рельефа последующих этапов развития. Определенным рубежом может быть намечена нижняя граница фанерозоя, когда произошла смена господства монотонного на обширных пространствах, обычно сильно выровненного рельефа более разнообразным по генезису, расчлененным и динамичным рельефом (в атласе это отражено на картах палеорельефа Русской плиты). Основной причиной этого явилось возрастание темпов тектонических движений и переход от подвижек, общих для крупных площадей планетарного порядка, к смещениям прерывистым, существенно дифференцированным и проявлявшимся локально.

На общем фоне направленного развития рельефа четко выделяется цикличность, которая наиболее ярко выражена в областях активного тектонического развития. Цикличность выражается в смене эпох подня-

тий, существенной перестройки и расчленения рельефа и эпох относительного покоя — выравнивания, умеренной, но многогранной аккумуляции (например, ряд эпох регионального выравнивания и одновременного формирования мощной коры выветривания в палеозое, мезозое и др.). В целом это подтвердило большую важность использования принципа актуализма (в его диалектическом понимании и применении) при выполнении настоящей работы, без чего невозможно было бы составить карты атласа.

Анализ карт атласа приводит также к выводу об отчетливо прослеживающейся последовательности в развитии рельефа от эпохи к эпохе. Роль унаследованных от прошлого форм рельефа, как правило, всегда велика. С особой очевидностью это явствует из рассмотрения геоморфологических карт, на которых практически для всех регионов СССР показаны многочисленные и разнообразные реликты древнего рельефа (вплоть до раннего кайнозоя и мезозоя). Можно отметить, что связи в последовательности рельефообразования нередко не прерывались даже при временных перерывах в континентальном развитии территорий. На картах видно, что рельеф шельфа длительное время сохраняет типы и формы рельефа, созданного на суше, и в то же время после регрессии моря в рельефе длительное время доминируют формы, связанные своим образованием с морской абразией или аккумуляцией. Все это свидетельствует о едином и направленном процессе рельефообразования и говорит о том, что полный геоморфологический (палеогеоморфологический) анализ невозможен без глубокого познания истории геологического развития территории.

С другой стороны, устанавливается, что изучение палеорельефа вкупе с коррелятными ему осадками дает важные сведения и для правильного понимания особенностей геотектонического развития. Так, анализ происхождения крупных форм рельефа может дать незаменимый материал как для доказательства справедливости современной концепции глобальной тектоники литосферных плит, так и для возможности ее увязки с ранее сложившимися представлениями о ведущей роли геосинклинального процесса в становлении земной коры. Палеорельеф несет в себе доказательства существования в прошлом многих специфических тектонических образований типа вулканических поясов, рифтов и т. д.

Палеорельеф, отраженный на картах атласа, в значительной мере связан и со всем комплексом палеоландшафтных условий, определивших во многом тип и интенсивность экзогенных процессов рельефообразования. Весьма велика зависимость палеорельефа и процесса континентального осадконакопления от палеоклиматических обстановок. Нередко как формы рельефа, так и связанные с ними накопления осадков ярко отражают специфику этих условий. Сюда относятся многие хемогенные, эоловые, ледниковые и другие образования, а в еще большей степени различные образования формации коры выветривания. Во многих случаях это имеет прямое практическое значение при оценке перспектив тех или иных комплексов отложений на разные виды полезных ископаемых.

Комплексный анализ особенностей происхождения экзогенных месторождений полезных ископаемых показывает большую роль процессов региональной денепленизации рельефа, формирования единых денудационно-аккумулятивных (полигенетических) равнин, образования речных долин и озерных впадин в условиях замедленной денудации, аккумулятивных прибрежно-морских и озерно-аллювиальных равнин, карстовых полостей и некоторых других форм палеорельефа. Накоплению полезных ископаемых более всего способствовали общие условия слабо расчлененного рельефа, но с четкой дифференциацией его на отдельные формы и элементы форм. Выявляется, что наиболее благоприятные палеогеоморфологические условия для образования многих видов полезных ископаемых были в раннем и среднем палеозое, мезозое, палеогене и частично в неогене.

CONCLUSION

The studies undertaken in connection with the compilation of «Atlas of maps of paleorelief and sedimentation at the territory of the USSR» demonstrated that the task of reconstruction of ancient relief and correlate deposits can be fulfilled with various degree of detalisation for individual epochs and regions. Most part of the maps have reliable basement of geological documentation. Complex approach to paleogeomorphological reconstruction proved to be especially important as it includes the analysis of both ancient landforms and correlate deposits associated with the relief. The large volume of the available at present data on continental and offshore marine sediments thus could be used for the reconstructions. At the same time paleogeomorphological implications allowed to develop essentially notions on the associated sediments genesis, to identify conditions of their sedimentation and to reconstruct the character of sedimentary members eroded completely or partially. It was of special importance viewing the prospects for a number of mostly hypergenous mineral deposits, as the mineral deposits formation and subsequent conservation were controlled by past relief.

Some general regularities of relief formation as well as regional varieties of the process can be traced by way of analysis of the whole set of maps and by comparison of regional maps showing the relief evolution through time up to the present epoch. The geotectonic control has been established beyond any doubt. Main tectonic structures both of global and lower (platforms and orogenous regions) rank are known to differ in relief type. Though a systematisation of data on geotectonic evolution — relief structure has made little progress up to now, the interrelation seems to be complicate and multiplex. It is confirmed in particular by various trends of the relief evolution revealed in the course of the research; areas characterised with either stable or unstable evolution of relief proved to correspond to large high order tectonic structures differing in composition and history of formation.

A general trend is revealed: relief forming processes and sedimentation on continents in the geological past regularly changed in accordance with the earthcrust general development. Viewed as a whole the most ancient relief differs essentially from the relief of later stages of evolution. The lower limit of the Phanerozoic can be considered as a certain boundary; at that time subdued and monotonous topography was replaced by more diverse in genesis, more rugged and dynamical relief (that can be demonstrated by maps of paleorelief of the Russian Platform). The change is accounted for by tectonic movements acceleration and transition from up- and downwarping over vast areas to intermittent movements with high spatial differentiation.

A cyclic character of relief evolution is clearly manifested against the background of the uni — directional developments; the cyclicity is most pronounced within active tectonic regions. It can be traced in alternation of epochs of uplift, essential changes of topography and dissection of surface and epochs of relative repose, planation and sedimentation moderate in rate but diversified in processes (for example several epochs of

regional planation and simultaneous formation of thick crust of weathering during the Paleozoic, Mesozoic etc.). The work as a whole confirmed the importance of the actualistic principle (understood and applied in dialectic terms); no map could be compiled without proper regard to the principle.

The maps' analysis bring us to the conclusion that the relief evolution through time went in a distinct succession from one epoch to another, inherited landforms being usually of importance at any stage. It becomes especially clear when one considers geomorphological maps of the present epoch; almost all the regions of the USSR show numerous and various relict landforms which go back to Early Cenozoic and Mesozoic time. It is worth mentioning that the relief evolution can be traced as a continuous process even if continental development was interrupted by short marine events. It is clearly seen at the maps that shelf topography conserves for a long time landforms and relief types created under subaerial conditions; in the same manner landforms due to marine erosion and sedimentation dominate the topography long after sea regression. All the facts suggest the relief formation to be a single uni-directional process; no complete analysis of geomorphological (paleogeomorphological) structure is possible without deep insight into geological history of the areas.

On the other hand the study of paleorelief (together with associated sediments) proved to provide an information which is vital for correct understanding of geotectonic evolution. Thus large landforms origin analysis may give indispensable data both to substantiate the modern «global plate tectonics» theory and possibly to find a link between that theory and previous concepts on the overwhelming role of geosynclinal process in the earthcrust development. The paleorelief provides evidences of many special tectonic formations (like volcanic belts, rifts etc.) which existed in the past.

Paleorelief as it is shown at the maps of the Atlas is closely connected with the whole paleo-environment, the latter controls both type and rate of exogenous relief-forming processes. The most pronounced is paleoclimatic control of paleorelief and sedimentation on continents. Both landforms and associated sediments often reflect special features of climatic conditions, for example data on paleoclimates may be inferred from chemogenous, eolian, glacial formation, and even more so — from various formations of weathering crust. In many cases the data may be of importance for practical purposes (for estimation of sedimentary complex prospects while searching for mineral deposits).

A number of processes proved to be of importance for mineral deposits origin (as revealed by complex analysis), such as regional relief planation; formation of polygenic (erosional — alluvial) plains; river valleys and lake basins formation under conditions of decelerated erosion; formation of coastal and lacustrine-alluvial plains as well as karst cavities and other ancient landforms. The most favorable conditions for mineral deposits accumulation were those of subdued topography but with distinctly differentiated landforms and their elements. Such paleogeomorphological conditions favorable for many kinds of minerals are found to exist during Early and Middle Paleozoic, Mesozoic, Paleogene and some part of Neogene.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас литолого-палеогеографических карт СССР, т. II—III. Всесоюзный аэро-геологический трест Мингео СССР. М., 1968.
2. Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины в масштабе 1 : 5 000 000. Тюмень, ЗапСибНигни, 1976, 24 с.
3. Батурин В. П. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1947, 335 с.
4. Бискэ С. Ф. Палеоген и неоген крайнего Северо-Востока СССР. Новосибирск, Наука, 1975, 260 с.
5. Боголепов К. В. Мезозойские и третичные отложения восточной окраины Западно-Сибирской низменности и Енисейского кряжа. М., Госгеолтехиздат, 1961, 150 с.
6. Веклич М. Ф. Палеогеоморфология области Украинского щита. Киев, Наукова Думка, 1966, 120 с.
7. Выветривание и литогенез. М., Недра, 1969, 455 с. Авт.: В. П. Казаринов, В. И. Бгатов, Т. И. Гурова и др.
8. Ганешин Г. С., Соловьев В. В., Чемяков Ю. Ф. Проблема возраста рельефа. — «Геоморфология», 1970, № 3, с. 6—15.
9. Генетическая классификация и типы бокситовых месторождений СССР. Отв. редактор Д. Г. Сапожников. М., Наука, 1974, 306 с.
10. Геоморфологическая карта Западно-Сибирской равнины масштаба 1 : 1 500 000. Гл. редактор И. П. Варламов. Л., СНИИГГИМС, 1969.
11. Герасимов И. П. Три цикла в истории геоморфологического этапа развития Земли. «Геоморфология», 1970, № 1, с. 3—16.
12. Горелов С. К., Еремин В. К., Леонов Б. Н. Принципы составления Палеогеоморфологического атласа СССР. «Геоморфология», 1975, № 3, с. 5—13.
13. Горелов С. К., Проничева М. В., Саввинова Г. Н. Палеогеоморфологические условия формирования неантиклинальных ловушек нефти и газа на территории СССР. «Геоморфология», 1982, № 2, с. 31—42.
14. Грачев А. Ф. Рифтовые зоны Земли. Л., Недра, 1977, 246 с.
15. Древние и погребенные россыпи СССР, части 1, 2. Киев, Наукова Думка, 1977, 398 с.
16. Закономерности размещения бокситовых месторождений СССР. Отв. редактор Д. Г. Сапожников. М., Наука, 1978, 254 с.
17. История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. М., Наука, 1976, 119 с.
18. Карта поверхностей выравнивания и кор выветривания СССР масштаба 1 : 2 500 000. Гл. редакторы И. П. Герасимов, А. В. Сидоренко. Л., Недра, 1972.
19. Лейпциг А. В., Левина А. П., Ясаманов Н. А. Стратиграфия и закономерности формирования мезозойско-кайнозойских бокситоносных отложений юго-запада Сибирской платформы. М., Недра, 1976, 129 с.
20. Леонов Б. Н., Прокопчук Б. И., Орлов Ю. М. Алмазы Приленской области. М., Наука, 1966, 273 с.
21. Малиновский В. Ю. Кайнозой центральной части Казахского щита. М., Изд-во Моск. ун-та, 1967, с. 179—343.
22. Марков К. К. Основные проблемы геоморфологии. М., Географгиз, 1948, 344 с.
23. Марковский Н. И. Палеогеографические основы поисков нефти и газа. М., Недра, 1973, 301 с.
24. Мещеряков Ю. А. Рельеф СССР. М., Мысль, 1972, 518 с.
25. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Кавказа. М., Недра, 1968, 483 с.
26. Михайлов Б. М. Металлогеническая специализация постпалеозойских эпох континентального рудообразования на эпигерцинских платформах. В кн.: Поверхности выравнивания и коры выветривания. М., Наука, 1976, с. 65—70.
27. Палеогеографический анализ для прогнозирования бокситоносности. М., Недра, 1980, 186 с. Авт.: Р. А. Биджиев, Н. Н. Белозерова, М. М. Брызгалова и др.
28. Петров В. П. Основы учения о древних корях выветривания. М., Недра, 1967, 343 с.
29. Поверхности выравнивания и коры выветривания на территории СССР. Л., Недра, 1974, 442 с.

30. Проблемы палеогеоморфологии. М., Наука, 1970, 322 с.
31. Проничева М. В., Саввинова Г. Н. Палеогеоморфологический анализ нефтегазоносных областей. М., Недра, 1980, 252 с.
32. Раковец О. А., Розанов М. В. Опыт палеогеоморфологического картирования в условиях предгорных территорий (северо-восточная периферия Алтай-Саянских гор). В кн.: Геоморфологическое картирование. М., Наука, 1970, с. 110—115.
33. Россыпные месторождения титана СССР. М., Недра, 1976, 286 с.
34. Рудкевич М. Я., Бочкарев В. С., Максимов Е. М., Тимофеев А. А. Основные этапы истории геологического развития Западно-Сибирской плиты. Тр. ЗапСибНИГГи. Новосибирск, 1970, вып. 28.
35. Савко А. Д. Эпохи корообразования в истории Воронежской антеклизы. Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1979, 119 с.
36. Сваричевская З. А. Древний пенеплен Казахстана и основные этапы его образования. Л., Изд-во Ленинградск. ун-та, 1961, 296 с.
37. Сигов А. П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. М., Недра, 1969, 205 с.
38. Селиверстов Ю. П. Эволюция рельефа и гипергенное рудообразование. «Сов. геология», 1980, № 2, с. 32—45.
39. Синицын В. М. Введение в палеоклиматологию. Л., Недра, 1980, 248 с.
40. Страхов Н. М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М., Госгеолтехиздат, 1963, 534 с.
41. Суздальский О. В. Палеогеография арктических морей СССР в неогене и плейстоцене. Л., Наука, 1976, 110 с.
42. Тимофеев Д. А. Поверхности выравнивания суши. М., Наука, 1979, 269 с.
43. Троицкий В. И. Верхнетриасовые и юрские отложения Южного Узбекистана. Л., Недра, 1967, 310 с.
44. Филатов В. Ф., Лоскутов Ю. И., Кузнецова Г. Ф. и др. История формирования рельефа западной окраины Сибирской платформы и Енисейского края. Тр. СНИИГГИМС, вып. 227. Новосибирск, 1976, 85 с.
45. Флоренсов Н. А. Мезозойские и кайнозойские впадины Прибайкалья. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1960, 258 с.
46. Формации, палеотектоника и нефтегазоносность палеозоя и мезозоя Туркменистана. М., Недра, 1976, 131 с. Авт.: А. Аланов, М. С. Жмур, О. М. Панасенко.
47. Худяков Г. И. Палеогеоморфологические условия формирования континентальных угленосных толщ (на примере Средне-Бикинской впадины). В кн.: Проблемы палеогеоморфологии. М., Наука, 1970, с. 296—304.
48. Чемяков Ю. Ф., Галицкий В. И. Погребенный рельеф платформ и методы его изучения. Л., Недра, 1974, 206 с.
49. Шуклин И. С. Общая геоморфология, т. 1—3. М., Изд-во Московск. ун-та, 1960—1974.
50. Яблоков В. С. Перерывы в морском осадконакоплении и палеореки. М., Недра, 1973, 201 с.
51. Яншин А. Л., Гарецкий Р. Г. Тектонический анализ мощностей. В кн.: Методы изучения тектонических структур, вып. 1. М., Изд-во АН СССР, 1960.
52. Ясаманов Н. А. Ландшафтно-климатические условия юры, мела и палеогена юга СССР. М., Недра, 1978, 223 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ (английский перевод)	9
ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ КАРТ (С. К. Горелов)	13
Выбор древних эпох континентального развития	13
Палеогеоморфологические реконструкции и методика составления карт	14
Унифицированная легенда региональных карт	18
ЭПОХИ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ, НАКОПЛЕНИЯ Рыхлых отложений и ФОРМИРОВАНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ Ископаемых (обзор региональных карт атласа)	22
Европейская часть СССР и Кавказ (С. К. Горелов)	22
Урал (В. С. Шуб)	72
Западная Сибирь (Г. С. Ясович, В. С. Бочкарев, П. П. Генералов)	85
Центральный Казахстан и Тургай (В. Ю. Малиновский, Б. М. Михайлов)	95
Средняя Азия (С. К. Горелов, В. И. Троицкий, С. О. Хондариан)	111
Алтай-Саянская область (О. А. Раковец, Ю. П. Селиверстов)	126
Сибирь и Дальний Восток (Б. Н. Леонов, В. В. Скотаренко, Г. Н. Яро- шенко)	134
ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССОВ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ И ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ (некоторые научные и практические выводы) (С. К. Горелов)	156
Основные тенденции развития палеорельефа	156
Палеорельеф и происхождение крупных форм современного рельефа	160
Палеорельеф и осадконакопление	170
Палеогеоморфологические условия и полезные ископаемые	176
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	194
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (английский перевод)	196
ЛИТЕРАТУРА	198

CONTENTS

INTRODUCTION	5
ENGLISH TRANSLATION	9
PRINCIPLES OF THE RESEARCH AND MAPPING METHODS (S. K. Gorelov)	
Choice of continental evolution epochs in the past	13
Paleo-geomorphological reconstructions and basic methods of maps compilation	14
Universal legend for regional maps	18
EPOCHS OF RELIEF FORMATION, SEDIMENTATION AND EXOGENOUS MINERAL DEPOSITS FORMATION (survey of the Atlas' regional maps) . .	22
European part of the USSR and the Caucasus (S. K. Gorelov)	22
Urals (V. S. Shub)	72
Western Siberia (G. S. Yasovich, V. S. Bochkarev, P. P. Generalov) . .	85
Central Kazakhstan and Turgai (V. Yu. Malinovsky, B. M. Mikhailov)	95
Central Asia (S. K. Gorelov, V. I. Troitsky, S. O. Khondkarian) . . .	111
Altai-Sayan region (O. A. Rakovets, Yu. P. Seliverstov)	126
Siberia and Far East (B. N. Leonov, V. V. Skotarenko, G. N. Yaroshenko)	134
GENERAL REGULARITIES OF RELIEF FORMATION AND SEDIMENTATION PROCESSES (some theoretical and practical conclusions) (S. K. Gorelov) .	156
Main trends in paleorelief evolution	156
Paleorelief and recent large landforms origin	160
Paleorelief and sedimentation	170
Paleo-geomorphological conditions and mineral deposits	176
CONCLUSION	194
ENGLISH TRANSLATION	196
REFERENCES	198

Редакторы *Т. И. Матис, Г. Д. Никулина*
Технический редактор *С. К. Леонова*

Сдано в набор 7.06.82.	Подписано к печати 12.10.82.	Л-77765.
Тираж 1500.	Формат 70×108/16. Уч.-изд. л. 19,7.	Заказ 293. Цена 2 руб.

Ленинградская картографическая фабрика ВСЕГЕИ